

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

UCC – SEDE MANAGUA



COORDINACIÓN DE CARRERA

Culminación de Pensum

**Proyecto de Graduación para optar al título de grado en
Ingeniería Industrial**

**OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EN EL TALLER CENTRO DE SERVICIOS DE SINSA,
UBICADO EN MANAGUA, A PARTIR DEL SEGUNDO SEMESTRE 2024.**

ELABORADO POR:

Br. Wilmer Alfonso Osorio Montoya, carnet 20163201093

Br. Jose Alejandro Ayala Méndez, carnet 20190900761

Br. Melissa Antonia Chavarría Ocón, carnet 20113200666

TUTOR TÉCNICO: Ms. José María Silva Guzmán

TUTOR METODOLÓGICO: Ms. José María Silva Guzmán

MANAGUA, DICIEMBRE 2024

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
UCC – SEDE MANAGUA**



**COORDINACIÓN DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
Curso de Culminación de Estudio para optar al título de Licenciado en
Ingeniería Industrial.**

AVAL DEL TUTOR

Yo, **Msc. José María Silva Guzmán** tengo a bien

CERTIFICAR

Que: El Proyecto de Investigación con el título: **“Optimización de procesos en el Taller Centro de Servicios de SINSA, ubicado en Managua, a partir del segundo semestre 2024”**, elaborado por los estudiantes: Br. Wilmer Osorio ha sido dirigida por los suscritos.

Al haber cumplido con los requisitos académicos y metodológicos del trabajo monográfico, doy fe de conformidad a la presentación de dicho trabajo de culminación de estudios para proceder a su lectura y defensa, de acuerdo con la normativa vigente del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil y Reglamento de Investigación, Innovación y Transferencia.

Firmo el presente aval en la Universidad de Ciencias Comerciales a losdel año dos mil veinticuatro.



Ms. José María Silva Guzmán
Tutor Técnico



Ms. José María Silva Guzmán
Tutor Metodológico

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO	3
1.1. Antecedentes y Contexto del Problema	3
1.1.1. Antecedente Internacional	4
1.1.2. Antecedente Centroamericano	6
1.1.3. Antecedente Nacional	7
1.2. Objetivos del Proyecto	9
1.2.1. Objetivo General	9
1.2.2. Objetivos Específicos	9
1.3. Descripción del Problema y Preguntas de Investigación	10
1.3.1. Preguntas de investigación	11
1.4. Justificación	13
1.5. Alcance y limitaciones del Proyecto	15
CAPÍTULO II.- MARCO REFERENCIAL	16
2.1. Marco teórico	16
2.2. Teorías y conceptualizaciones asumidas (Marco conceptual e histórico)	20
2.2.1. Teoría de las Restricciones (TOC)	20
2.2.2. Estudio de tiempos	20
2.2.3. Requerimientos del estudio de tiempos	23
2.2.4. Calificación del desempeño del operario	25
2.2.5. El tiempo estándar	25
2.2.6. Desempeño estándar	26
2.2.7. Calificación de la velocidad	27
2.2.8. Aplicación y análisis de la calificación	28
2.2.9. Suplementos u holguras	29
2.2.10. Mejora Continua	30
2.2.11. Capacidad	30
2.2.12. Pronóstico de Ventas	31

2.2.13.	Planificación Estratégica.....	31
2.2.14.	Gestión de Procesos.....	31
2.2.15.	TOC vs Lean Manufacturing.....	31
2.2.16.	Estructura del sistema Lean	34
CAPÍTULO III.- DISEÑO METODOLÓGICO.....		37
3.1.	Tipo de Investigación y Proyecto.....	37
3.1.1.	Tipo de Investigación.....	37
3.1.2.	Tipo de Proyecto	38
3.2.	Área de estudio. Macro y Micro localización	39
3.3.	Unidades de análisis (Población/Muestra/Muestreo).....	40
3.3.1.	Población y muestra	40
3.4.	Métodos e instrumentos de recolección de datos	41
CAPÍTULO IV.- ANÁLISIS DE RESULTADOS		42
CAPÍTULO V.- CONCLUSIONES		64
CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES		66
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		69

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo principal reducir los tiempos de respuesta en el Taller Centro de Servicios de SINSA mediante la aplicación de la Teoría de Restricciones (TOC), el modelo Kanban y la digitalización de procesos. Durante el diagnóstico, se identificó que el tiempo promedio de respuesta del taller era de 13 horas y 10 minutos, afectado por cuellos de botella en las etapas de asignación de trabajo (2 horas), revisión técnica (4 horas) y servicio/repelación (3 horas).

Con la implementación de las estrategias propuestas, el tiempo de respuesta se redujo en un 63%, pasando a 4 horas y 48 minutos. Además, se logró un incremento del 25% en la capacidad operativa, procesando 225 órdenes mensuales en lugar de 180. La optimización del flujo de trabajo también permitió reducir el costo por orden procesada de \$70 a \$60, mejorando la rentabilidad del taller. Estos resultados establecen una base sólida para la mejora continua y la replicación de las estrategias en otros centros de servicio de SINSA.

Palabras clave: Teoría de Restricciones, Kanban, digitalización, optimización de procesos, mejora continua, capacidad operativa.

ABSTRACT

The main objective of this study is to reduce response times at SINSA's Service Center Workshop through the application of the Theory of Constraints (TOC), the Kanban model, and process digitalization. The diagnosis revealed that the average response time was 13 hours and 10 minutes, affected by bottlenecks in the assignment stage (2 hours), technical review (4 hours), and service/repair (3 hours).

After implementing the proposed strategies, the response time was reduced by 63%, reaching 4 hours and 48 minutes. Additionally, the workshop's operational capacity increased by 25%, processing 225 orders monthly instead of 180. Workflow optimization also lowered the cost per processed order from \$70 to \$60, enhancing the workshop's profitability. These results provide a solid foundation for continuous improvement and the replication of strategies in other SINSA service centers.

Keywords: Theory of Constraints, Kanban, digitalization, process optimization, continuous improvement, operational capacity.

INTRODUCCIÓN

En el contexto actual, las empresas enfrentan una creciente presión por optimizar sus procesos, reducir costos y mejorar la satisfacción del cliente. En este marco, el Taller Centro de Servicios de SINSA ha identificado que sus tiempos de respuesta exceden los compromisos establecidos con los clientes, afectando su competitividad en el mercado.

Esta investigación aborda la problemática desde un enfoque sistemático, utilizando herramientas como la Teoría de Restricciones (TOC), el modelo Kanban y la digitalización de procesos para diagnosticar, optimizar y estandarizar los flujos de trabajo del taller. La aplicación de estas estrategias no solo busca mejorar los tiempos de respuesta, sino también aumentar la capacidad operativa y promover la sostenibilidad del negocio a largo plazo.

El documento está estructurado en cinco capítulos. El primer capítulo presenta el planteamiento del problema, los objetivos y las preguntas de investigación. El segundo capítulo desarrolla el marco teórico y metodológico que sustenta el estudio. En los capítulos tres y cuatro se exponen el análisis de la situación actual, las propuestas de mejora y los resultados obtenidos. Finalmente, el capítulo cinco concluye con las recomendaciones para garantizar la sostenibilidad de las estrategias implementadas.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

1.1. Antecedentes y Contexto del Problema

Como señala Sampieri (2018), para tal profundización es necesario revisar estudios, investigaciones y trabajos anteriores, especialmente si uno no es experto en el tema.

1.1.1. Antecedente Internacional

En el ámbito internacional, se encuentra el artículo en calidad de revisión de Zambrano et al. (2021) titulado como " Teoría de las restricciones y su impacto en las mejoras de la productividad" en Guayaquil, Ecuador. El objetivo de esta investigación es analizar, por medio de la investigación documental, la Teoría de Restricciones (TOC) y su impacto en las mejoras de la productividad, como herramienta que permite gestionar eficientemente los recursos y aumentar significativamente las unidades producidas, sirviendo de apoyo para la toma de decisiones y beneficio para la rentabilidad de los inversionistas.

De acuerdo a sus hallazgos todas las empresas actualmente buscan familiarizarse y adaptarse a procesos de mejoramiento continuo que de una u otra manera logren incrementar su productividad y les permita ser más competitivas. Es así, como la teoría de restricciones (TOC) forma parte de estas herramientas de mejora, basada en un pensamiento sistémico, que ayuda a las empresas a aumentar sus utilidades, las ventas, nivel de calidad, servicio al cliente, así como lograr la reducción de costo; de tiempo de entrega, mejora en el cumplimiento de las fechas de entrega, reducción en los inventarios.

Al ser un enfoque simple y práctico, se identifican las restricciones o cuellos de botellas para lograr los objetivos lo cual permite efectuar los cambios necesarios para eliminarlos. La restricción, conocida también como cuello de botella, se define como cualquier elemento que está limitando al sistema en el cumplimiento de la meta para la que fue creado, es decir, para el caso de empresas con fines de lucro, generar ganancias sustentables.

En síntesis, la teoría de restricciones, se centra en el desempeño que desarrollan las restricciones del sistema para establecer mejoras que contribuyan a una meta deseada. El objetivo de este artículo es analizar, por medio de la investigación documental, la Teoría de Restricciones (TOC) y su impacto en las mejoras de la productividad, como herramienta que permite gestionar eficientemente los recursos y aumentar significativamente las unidades producidas, sirviendo de apoyo para la toma de decisiones y beneficio para la rentabilidad de los inversionistas.

1.1.2. Antecedente Centroamericano

En el ámbito centroamericano, se encuentra la tesis de Alvarado (2023) titulada "Diseño de la investigación para la optimización de procesos y recursos a través de la metodología del estudio de trabajo y teoría de restricciones para incrementar el margen de utilidad de las líneas de costura en una empresa textil y de vestuario en la ciudad de Guatemala" para la Universidad de San Carlos. De acuerdo a los resultados de la investigación, la aplicación de herramientas como la metodología de la teoría de las restricciones y el estudio del trabajo en cada proceso, permitió identificar los cuellos de botella que limitaban el flujo de trabajo en cada uno de los procesos. Elevar cada una de las restricciones tuvo como resultado encontrar líneas de mejora y reingeniería para crear procedimientos de control que antes no se tenían. Esta herramienta también permitió enfocar los esfuerzos de la empresa en aquellos procesos críticos que se podían convertir en un limitante productivo, para garantizar una reacción y solución inmediata en la operación crítica sin que afecte el flujo de trabajo y proceso. Esto disminuyó en gran manera los reprocesos y horas extras requeridas.

Los procedimientos establecidos por medio del estudio del trabajo permitieron incrementar la eficiencia y utilidad creando registros, procedimientos, métodos, controles y seguimientos que determinaron la capacidad real óptica de cada puesto de trabajo para garantizar obtener el mayor nivel de productividad y que se puedan alcanzar las metas establecidas sin requerir más recursos. El incremento de la productividad de las líneas de costura fue resultado de mejorar el flujo de trabajo de los procesos previos al ensamble de las prendas, que se garantizó al fijar los tiempos de entrega y proceso. Esto permitió reducir en gran porcentaje la utilización de horas extras improductivas y crear reprocesos. Algo que impactó de forma positiva en el flujo de efectivo, la reducción de inventarios de producto terminado y crear valor para el cliente final por las entregas del producto terminado en la fecha pactada.

1.1.3. Antecedente Nacional

A nivel nacional, destaca la tesis de Zavala et al. (2024) titulada "Estudio de capacidades de producción para la categoría de jabones en la empresa Ernesto Chamorro Industrial ubicada en Granada, Nicaragua. febrero a junio 2024" para la Universidad de Ciencias Comerciales.

El proyecto tiene como objetivo principal incrementar la capacidad de producción en la planta de lavandería para la mejora del nivel de servicio, empleando la técnica de teoría de restricciones (TOC) en la planta de jabonería de E.Chamorro Industrial, ubicada en Granada, Nicaragua. Esta iniciativa surge de la necesidad de optimizar los procesos productivos y aumentar la eficiencia operativa en la línea de jabones translúcidos, con el fin de satisfacer la creciente demanda del mercado y mantener una ventaja competitiva sostenible.

E.Chamorro Industrial es una empresa con una larga trayectoria en la manufactura de productos de limpieza, con un enfoque particular en la producción de jabones de alta calidad. Sin embargo, como muchas plantas de producción, se enfrenta a desafíos relacionados con la capacidad y eficiencia de sus operaciones. En este contexto, la teoría de restricciones se presenta como una metodología idónea para identificar y abordar los cuellos de botella que limitan el rendimiento del sistema productivo.

La teoría de restricciones (TOC), desarrollada por Eliyahu M. Goldratt, es una filosofía de gestión que se centra en identificar y gestionar las limitaciones que impiden que una organización alcance sus objetivos. Aplicada al ámbito de la producción, TOC se orienta hacia la maximización del flujo de trabajo a través del sistema mediante la identificación y eliminación de las restricciones. Este enfoque no solo permite mejorar la capacidad de producción, sino que también contribuye a la optimización de los recursos y la reducción de los tiempos de ciclo.

Este proyecto no solo busca mejorar la capacidad productiva de la planta de lavandería de E.Chamorro Industrial, sino que también pretende establecer un marco de trabajo sólido y replicable para la mejora continua. La aplicación de la teoría de restricciones proporcionará a la empresa las herramientas necesarias para identificar y resolver problemas de capacidad de manera proactiva, permitiendo así un crecimiento sostenido y una mayor satisfacción del cliente.

En resumen, el incremento de la capacidad de producción a través de la técnica de teoría de restricciones representa una oportunidad significativa para E.Chamorro Industrial de optimizar sus operaciones, reducir costos y mejorar su competitividad en el mercado de productos de limpieza. Con una implementación cuidadosa y una evaluación continua, este proyecto tiene el potencial de transformar los procesos productivos y posicionar a la empresa como un líder en eficiencia y calidad en la industria.

1.2. Objetivos del Proyecto

Tal como señala Sampieri (2018), con una investigación se busca, ante todo, contribuir a resolver un problema en especial; en tal caso, debe mencionarse cuál es ese problema y de qué manera se piensa que el estudio ayudará a resolverlo. Otras investigaciones tienen como objetivo principal probar una teoría o aportar evidencias empíricas a favor de ella. Los objetivos deben expresarse con claridad y ser específicos, medibles, apropiados y realistas

1.2.1. Objetivo General

Disminuir el tiempo de respuesta en el taller centro de servicios de SINSA para el incremento del nivel de servicio por medio de la técnica de teoría de restricciones durante el segundo semestre del 2024.

1.2.2. Objetivos Específicos

- a) Diagnosticar la situación actual del proceso en el taller centro de servicios para la determinación de las oportunidades de mejora mediante el análisis de capacidad.
- b) Determinar las estrategias de mejora para la eliminación de las restricciones de capacidad mediante el proceso de teoría de restricciones.
- c) Estandarizar las estrategias de optimización de los flujos de trabajo mejorados para la minimización de los tiempos de respuesta.

1.3. Descripción del Problema y Preguntas de Investigación

De acuerdo con Sampieri (2018), el planteamiento del problema es afinar y estructurar más formalmente la idea de investigación. El paso de la idea al planteamiento del problema puede ser inmediato o bien tardar un tiempo considerable; depende de cuán familiarizado esté el investigador con el tema de su estudio, la complejidad misma de la idea, la existencia de estudios antecedentes, el empeño del investigador y sus habilidades personales.

El Taller Centro de Servicios de SINSA, ubicado en Managua, desempeña un papel crucial en la atención de las necesidades de mantenimiento y garantía de sus clientes desde el año 2017. Sin embargo, enfrenta desafíos significativos relacionados con la configuración de sus procesos internos, los cuales no permiten un flujo de trabajo continuo que optimice los tiempos de respuesta ni garantizan una eficiencia operativa adecuada.

Actualmente, se estima que aproximadamente el 70% de los servicios exceden el tiempo de promesa establecido con los clientes, generando insatisfacción y afectando la percepción de confiabilidad de la empresa. Este problema no solo limita la capacidad del taller para procesar más órdenes de trabajo, sino que también tiene un impacto directo en la competitividad y los ingresos de la empresa.

La identificación y eliminación de cuellos de botella en los procesos es esencial para mejorar la capacidad operativa y cumplir con las expectativas del cliente. En este contexto, la implementación de la Teoría de Restricciones (TOC) representa una oportunidad estratégica para abordar estas limitaciones, optimizando el rendimiento del sistema y reduciendo los tiempos de respuesta.

Este proyecto se propone analizar los procesos actuales del taller, identificar las restricciones de capacidad y proponer estrategias de mejora que permitan incrementar la productividad y el nivel de servicio. Además, busca establecer un marco metodológico replicable que fomente la mejora continua y la excelencia operacional, alineado con los objetivos estratégicos de SINSA.

Desde la perspectiva metodológica el proyecto presenta un esquema de investigación que permitirá a futuros estudiantes abordar la teoría de restricciones como un mecanismo de mejora continua para alcanzar la excelencia operacional.

1.3.1. Preguntas de investigación

Según Sampieri (2018), además de definir los objetivos concretos de la investigación, es conveniente plantear, por medio de una o varias preguntas, el problema que se estudiará.

Pregunta de investigación	Objetivo relacionado
¿Cómo mide su capacidad el centro de atención de servicios de SINSA?	Diagnosticar la situación actual del proceso en el taller centro de servicios.
¿Cuáles son las principales restricciones de capacidad?	Determinar las estrategias de mejora para eliminar las restricciones de capacidad.
¿Es posible usar la técnica de TOC para mejorar la capacidad?	Estandarizar las estrategias de optimización de los flujos de trabajo para reducir los tiempos de respuesta.

El Taller Centro de Servicios de SINSA enfrenta desafíos significativos en la gestión de sus procesos, donde aproximadamente el 70% de las órdenes de trabajo exceden los tiempos de promesa acordados con los clientes. Esto genera insatisfacción y afecta la competitividad de la empresa. Para abordar este problema, se plantearon las siguientes preguntas de investigación:

- **¿Cómo mide su capacidad el centro de atención de servicios de SINSA?** Esta pregunta es clave para entender la capacidad real del taller en comparación con la demanda actual, identificando el límite máximo de órdenes de trabajo que puede procesar de manera eficiente.
- **¿Cuáles son las principales restricciones de capacidad?** Las restricciones o cuellos de botella dentro del flujo de trabajo son la causa principal de los retrasos. Identificar estas restricciones permitirá enfocar los esfuerzos de mejora en las áreas que generan el mayor impacto negativo.
- **¿Es posible usar la técnica de TOC para mejorar la capacidad?** La Teoría de Restricciones (TOC) ofrece un enfoque sistemático para eliminar cuellos de botella. Responder esta pregunta permitirá evaluar su viabilidad en el contexto del taller y establecer estrategias de optimización efectivas.

Estas preguntas permiten desglosar el problema en componentes específicos, facilitando el análisis detallado y la implementación de soluciones concretas. Al responderlas, se generará un diagnóstico claro del proceso actual, estrategias de mejora para eliminar restricciones y una propuesta de estandarización que reduzca los tiempos de respuesta y aumente la satisfacción del cliente.

1.4. Justificación

Según Sampieri (2018), la mayoría de las investigaciones se ejecutan con un propósito definido, pues no se hacen simplemente por capricho de una persona, y ese propósito debe ser lo suficientemente significativo para que se justifique su realización.

La necesidad de optimizar los tiempos de respuesta y mejorar la eficiencia operativa en el Taller Centro de Servicios de SINSA, ubicado en Managua, surge de la creciente demanda de servicios rápidos y de calidad por parte de los clientes. En un entorno altamente competitivo, la capacidad de una empresa para cumplir con las expectativas del cliente de manera consistente es un factor crítico para garantizar su sostenibilidad y crecimiento.

Actualmente, el taller enfrenta limitaciones significativas en su capacidad para procesar órdenes de trabajo dentro del tiempo prometido, lo que afecta tanto la satisfacción del cliente como los ingresos de la empresa. Según los datos disponibles, el 70% de los servicios exceden el tiempo de promesa, lo que genera una percepción negativa del servicio prestado.

La aplicación de la Teoría de Restricciones (TOC) permite abordar directamente los cuellos de botella identificados en los procesos internos del taller. Esta metodología no solo mejora el flujo de trabajo al eliminar las restricciones, sino que también incrementa la capacidad operativa, reduce los tiempos de espera y optimiza el uso de los recursos disponibles.

El presente proyecto tiene una relevancia práctica y estratégica, ya que busca incrementar en al menos un 20% la capacidad del taller, lo que se traducirá en más órdenes procesadas mensualmente y un incremento en los ingresos por facturación. Además, al mejorar la eficiencia, SINSA podrá fortalecer su competitividad en el mercado, mejorar su reputación y lograr una mayor fidelización de sus clientes.

Por otra parte, este proyecto también tiene un aporte académico significativo. Proporcionará un marco metodológico basado en TOC que puede servir como referencia para futuras investigaciones y proyectos enfocados en la optimización de procesos operativos en diferentes sectores. Esto contribuye al desarrollo del conocimiento en el área de la Ingeniería Industrial, especialmente en la implementación de herramientas para la mejora continua.

En conclusión, este proyecto no solo responde a una necesidad empresarial inmediata, sino que también representa una oportunidad para generar impactos positivos a largo plazo tanto en el rendimiento del taller como en la satisfacción de sus clientes, fortaleciendo la posición de SINSÁ en el mercado.

1.5. Alcance y limitaciones del Proyecto

Sampieri (2018) plantea que del alcance del estudio depende la estrategia de investigación. Así, el diseño, los procedimientos y otros componentes del proceso serán distintos en estudios con alcance exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo.

Alcance del Proyecto

El alcance del presente proyecto está centrado en analizar y optimizar los procesos actuales del Taller Centro de Servicios de SINSA en Managua, con el objetivo de reducir los tiempos de respuesta y aumentar la capacidad operativa. Este análisis incluirá la identificación de cuellos de botella, la evaluación de tareas que no agregan valor y la propuesta de estrategias basadas en la Teoría de Restricciones (TOC) para mejorar el flujo de trabajo.

Se espera que los resultados de este proyecto impacten directamente en la capacidad del taller para procesar órdenes de trabajo, incrementando en un 20% su eficiencia operativa. Este aumento permitirá atender un mayor número de órdenes mensuales y mejorar la satisfacción de los clientes al cumplir con los tiempos de promesa. Adicionalmente, se busca establecer un marco estandarizado de mejora continua que pueda ser replicado en otras áreas de la empresa.

Limitaciones del Proyecto

Aunque se cuenta con acceso garantizado a la información necesaria, el alcance de este proyecto está limitado a los procesos internos del taller relacionados con la "revisión" y el "servicio", los cuales son identificados como los principales puntos críticos. No se abordarán otros aspectos del negocio, como el sistema de compras o la gestión de inventarios externos, que podrían tener un impacto indirecto en los tiempos de respuesta.

CAPÍTULO II.- MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco teórico

2.1.1. La **Teoría de Restricciones (TOC)**, desarrollada por Eliyahu M. Goldratt, se centra en identificar y gestionar las limitaciones clave (cuellos de botella) que restringen el desempeño de un sistema. En el contexto de talleres de servicio como el de SINSA, la TOC ofrece un enfoque práctico para optimizar los procesos críticos y aumentar la capacidad operativa.

Aplicaciones prácticas de TOC en talleres de servicio

Existen casos documentados donde la TOC ha demostrado su efectividad:

1. **Sector automotriz:** Talleres de reparación de vehículos han implementado TOC para reducir tiempos de espera al reorganizar sus estaciones de trabajo en torno al cuello de botella, logrando un aumento del 25% en la capacidad operativa.
2. **Centros de mantenimiento industrial:** Aplicaron el enfoque Drum-Buffer-Rope para priorizar reparaciones críticas, mejorando significativamente los tiempos de entrega y reduciendo la acumulación de órdenes.

Estos ejemplos ilustran cómo la TOC permite diagnosticar, priorizar y resolver restricciones para obtener resultados medibles y sostenibles.

Herramienta Drum-Buffer-Rope (DBR)

El sistema DBR es un pilar clave de la TOC:

- **Drum (tambor):** Representa el cuello de botella que marca el ritmo de todo el sistema. En el caso de SINSA, podría ser la etapa de "Revisión técnica" si allí se detecta una acumulación de órdenes.
- **Buffer (amortiguador):** Proporciona un margen de seguridad para que el cuello de botella no quede inactivo. En SINSA, esto podría incluir la preasignación de órdenes o la disponibilidad de piezas críticas.
- **Rope (cuerda):** Vincula la liberación de órdenes al ritmo del tambor, asegurando que el sistema no se sature.

El uso de DBR permite establecer un flujo de trabajo equilibrado, eliminando tiempos muertos y asegurando un uso óptimo de los recursos.

Medición de la capacidad según TOC

TOC introduce métricas específicas como:

- **Throughput (rendimiento):** Es el ritmo al que el sistema genera ingresos a través de la finalización de órdenes de trabajo.
- **Inventario:** En talleres de servicio, se mide como el número de órdenes en cola esperando ser procesadas.
- **Tiempo operativo:** Es el tiempo total desde que una orden ingresa hasta que se completa.

Estas métricas complementan el análisis de capacidad y son fundamentales para priorizar las acciones de mejora.

2.1.2. Relación entre TOC y Lean Manufacturing

Ambos enfoques, aunque distintos en su naturaleza, pueden integrarse para maximizar la eficiencia operativa.

Similitudes entre TOC y Lean

- **Foco en la mejora continua:** Ambos promueven cambios incrementales y constantes en los procesos.
- **Reducción de desperdicios:** TOC elimina restricciones mientras que Lean minimiza actividades que no agregan valor.
- **Orientación hacia el cliente:** Los dos buscan mejorar la entrega y calidad del servicio para cumplir con las expectativas del cliente.

Diferencias clave

- **TOC:** Se centra en identificar y mejorar el cuello de botella como el factor limitante del sistema.
- **Lean:** Busca optimizar todo el flujo de trabajo reduciendo los desperdicios en cada etapa del proceso.

Integración TOC-Lean para talleres de servicio

La combinación de TOC y Lean ofrece un enfoque robusto para maximizar la capacidad y la eficiencia:

1. **Diagnóstico inicial:** Usar TOC para identificar la restricción principal (por ejemplo, la etapa de "Revisión técnica").
2. **Optimización del flujo:** Aplicar herramientas Lean como Value Stream Mapping (VSM) y 5S para reducir los desperdicios en torno al cuello de botella identificado.
3. **Revisión continua:** Usar el enfoque de mejora continua de Lean para ajustar las mejoras realizadas, asegurando que no se creen nuevas restricciones.

Caso práctico de integración

En un taller de servicio de electrodomésticos, se usó TOC para identificar la etapa de "Diagnóstico técnico" como el cuello de botella. Una vez optimizada, se implementaron herramientas Lean (Kaizen y VSM) para mejorar el flujo general. El resultado fue una reducción del 30% en el tiempo de ciclo total y un aumento del 20% en la capacidad mensual.

2.2. Teorías y conceptualizaciones asumidas (Marco conceptual e histórico)

Un buen marco teórico no es aquel que contiene muchas páginas, sino que trata con profundidad únicamente los aspectos relacionados con el problema, y que vincula de manera lógica y coherente los conceptos y las proposiciones existentes en estudios anteriores.

2.2.1. Teoría de las Restricciones (TOC)

La teoría de las limitaciones es un enfoque de gestión que se centra en identificar y mejorar los puntos críticos de un sistema para aumentar su eficiencia global. Se basa en el principio de que el rendimiento de un sistema está limitado por un pequeño número de factores o "cuellos de botella". Goldratt, E. M. (1992). La Meta: Un Proceso de Mejora Continua [The Goal: A Process of Ongoing Improvement]. Granica.

2.2.2. Estudio de tiempos

El principio fundamental en la industria es que el empleado merece un pago justo diario, por el que la compañía merece un día de trabajo justo. Un día de trabajo justo puede definirse como la cantidad de trabajo que puede producir un empleado calificado cuando trabaja a un paso estándar y usando de manera efectiva su tiempo, donde el trabajo no está restringido por limitaciones del proceso. (Niegel, 2009).

El estudio de tiempos es una herramienta fundamental de la ingeniería industrial, cuyo objetivo es medir el tiempo necesario para realizar una tarea específica bajo condiciones estándar, identificando ineficiencias y determinando el tiempo óptimo para cada actividad. Esta metodología permite establecer tiempos estándar que sirven como base para mejorar la productividad, asignar recursos eficientemente y reducir tiempos muertos.

En el contexto del Taller Centro de Servicios de SINSA, el estudio de tiempos se convierte en una técnica clave para diagnosticar las restricciones de capacidad en etapas críticas como la asignación de trabajo, la revisión técnica y el servicio/reparación. Actualmente, estas etapas presentan acumulación de órdenes y tiempos de espera que superan el 70% del tiempo total del proceso. Aplicar esta herramienta permitirá identificar las actividades que agregan valor y las que generan desperdicios.

Fases del estudio de tiempos

El proceso de estudio de tiempos se divide en varias etapas fundamentales:

Selección de la tarea: Identificar las actividades críticas que afectan la capacidad operativa del taller. Por ejemplo, en SINSA, se analizarán las tareas de revisión técnica y asignación, ya que representan los principales cuellos de botella.

Registro detallado: Mediante cronometraje y observación directa, se capturarán los tiempos requeridos para ejecutar cada actividad. Esto incluirá tanto las actividades que agregan valor (diagnóstico técnico, reparaciones) como los tiempos improductivos (esperas por herramientas o aprobación del cliente).

Calificación del desempeño: Evaluar el ritmo de trabajo del operario en comparación con un estándar aceptable, ajustando los tiempos observados para reflejar el desempeño estándar.

Determinación del tiempo estándar: Sumar los tiempos de las actividades medidas, incluyendo suplementos por holguras como descanso o contingencias, para establecer el tiempo requerido por ciclo.

Impacto esperado

El estudio de tiempos permitirá calcular la capacidad actual del taller y determinar cuánto puede mejorar eliminando los tiempos muertos. Por ejemplo, si la revisión técnica actualmente tiene un tiempo de espera de 4 horas, optimizar esta etapa mediante buffers de herramientas y digitalización podría reducir este tiempo en un 75%, liberando capacidad operativa.

Además, el estudio de tiempos será la base para aplicar otras metodologías como Value Stream Mapping (VSM) y Drum-Buffer-Rope (DBR), facilitando la priorización de mejoras y el diseño de un flujo de trabajo más eficiente. Esto contribuirá directamente a reducir los tiempos de respuesta y aumentar la satisfacción del cliente.

Esta definición no aclara qué significa empleado calificado, paso estándar y utilización efectiva de la flexibilidad. Por ejemplo, el término empleado calificado puede definirse con más profundidad como un promedio representativo de aquellos empleados que están completamente capacitados y son capaces de realizar satisfactoriamente cualquiera de las etapas del trabajo involucradas, o todas ellas, de acuerdo con los requerimientos del trabajo en consideración.

Con el método de registros históricos, los estándares de producción se basan en los registros de trabajos similares, realizados anteriormente. En la práctica diaria, el trabajador perfora una tarjeta en un reloj o dispositivo recolector de datos cada vez que inicia un nuevo trabajo y la perfora otra vez después de terminar el trabajo. Esta técnica indica cuánto tiempo tomó en realidad realizar un trabajo, pero no cuánto debió haber tardado. Algunos trabajos incluyen retrasos personales, inevitables y evitables en un grado mucho mayor que lo que deben, mientras que otros no incluyen proporciones adecuadas de tiempos de retraso. Los datos históricos contienen desviaciones consistentes hasta de 50% en la misma operación del mismo trabajo.

2.2.3. Requerimientos del estudio de tiempos

Los analistas deben decirle al representante del sindicato, al supervisor del departamento y al operario que se estudiará el trabajo. Cada una de estas partes puede realizar los pasos necesarios para permitir un estudio sin contratiempos y coordinado. El operario debe verificar que está aplicando el método correcto y debe estar familiarizado con todos los detalles de esa operación. El supervisor debe verificar el método para asegurar que la alimentación, la velocidad, las herramientas de corte, los lubricantes, etc., cumplen con las prácticas estándar, como lo establece el departamento de métodos.

También debe investigar la cantidad de material disponible para que no se presenten faltantes durante el estudio. Después, el representante del sindicato se asegura que sólo se elijan operarios capacitados y competentes, debe explicar por qué se realiza el estudio y responder a cualquier pregunta pertinente que surja por parte del operario.

Todos los detalles del estudio se registran en una forma de estudio de tiempos. La forma proporciona espacio para registrar toda la información pertinente sobre el método que se estudia, las herramientas utilizadas, etc. La operación en estudio se identifica mediante información como nombre y número del operario, descripción y número de la operación, nombre y número de la máquina, herramientas especiales usadas y sus números respectivos, el departamento donde se realiza la operación y las condiciones de trabajo prevalecientes. Es mejor proporcionar demasiada información concerniente al trabajo estudiado que tener muy poca.

La conducta real de un estudio de tiempos es tanto un arte como una ciencia. Para asegurar el éxito, los analistas deben ser capaces de inspirar confianza, ejercitar su juicio y desarrollar un acercamiento personal con todos aquellos con quienes tenga contacto. Deben entender a fondo y realizar las distintas funciones relacionadas con el estudio: seleccionar al operario, analizar el trabajo y desglosarlo en sus elementos, registrar los valores elementales de los tiempos transcurridos, calificar el desempeño del operario, asignar los suplementos u holguras adecuadas y llevar a cabo el estudio. (Niebel, 2009)

2.2.4. Calificación del desempeño del operario

Como el tiempo real requerido para ejecutar cada elemento del estudio depende en un alto grado de la habilidad y esfuerzo del operario, es necesario ajustar hacia arriba el tiempo normal del operario bueno y hacia abajo el del operario deficiente hasta un nivel estándar. Por lo tanto, antes de dejar la estación de trabajo, los analistas deben dar una calificación justa e imparcial al desempeño en el estudio. En un ciclo corto con trabajo repetitivo, es costumbre aplicar una calificación al estudio completo, o una calificación promedio para cada elemento. Sin embargo, cuando los elementos son largos e incluyen movimientos manuales diversificados, resulta más práctico evaluar el desempeño de cada elemento conforme ocurre. La forma del estudio de tiempos incluye espacios tanto para la calificación global como para la del elemento individual. (Niebel, 2009)

2.2.5. El tiempo estándar

La suma de los tiempos elementales proporciona el estándar en minutos por pieza, usando un cronómetro minuterero decimal, o en horas por pieza, si se usa un cronómetro con décimas de hora. La mayoría de las operaciones industriales tiene ciclos relativamente cortos (menos de 5 minutos); en consecuencia, algunas veces resulta más conveniente expresar los estándares en horas por cientos de piezas.

Una vez calculado el tiempo estándar, se le asigna al operario en la forma de una tarjeta de operación. La tarjeta puede ser generada por computadora o producida en una copiadora. La tarjeta de operación sirve como base para obtener rutas, programación, instrucción, nómina, desempeño del operario, costos, presupuestos y otros controles necesarios para la operación efectiva de un negocio. (Niebel, 2009)

2.2.6. Desempeño estándar

El *desempeño estándar* se define como el nivel de desempeño que logra un operario con mucha experiencia que trabaja en las condiciones acostumbradas a un ritmo ni muy rápido ni muy lento, pero representativo de uno que se puede mantener durante toda una jornada. Para definir mejor este desempeño, usamos ejemplos de punto de comparación que nos son familiares a todos. Los puntos de comparación típicos incluyen repartir 52 cartas en 0.50 minutos o caminar 100 pies (3 mi/h o 4.83 km/h) en 0.38 min. Sin embargo, debe proporcionarse una descripción específica de la distancia que hay entre las cuatro manos y el que corta las cartas, y de la técnica para tomar, mover y dejar las cartas; o bien si el suelo está nivelado, si se lleva alguna carga y qué tan pesada es. Entre más clara y específica sea la definición de las condiciones, mejores resultados se obtendrán.

Los ejemplos de puntos de comparación deben complementarse con una descripción clara de las características de un empleado que lleva a cabo un desempeño estándar. Una descripción representativa de este tipo de empleado puede ser como sigue: un operario que se adapta al trabajo y ha adquirido suficiente experiencia para realizarlo de manera eficiente con poca o nula supervisión. El trabajador posee cualidades de coordinación mental y física que le permiten pasar de un elemento a otro sin dudas o retrasos, de acuerdo con los principios de economía de movimientos. Además, mantiene un buen nivel de eficiencia a través del conocimiento y el uso apropiado de todas las herramientas y equipo relacionados con el trabajo. Por último, coopera y realiza el trabajo al paso más adecuado para lograr un desempeño continuo. (Niebel, 2009)

2.2.7. Calificación de la velocidad

La calificación de la velocidad es un método de evaluación del desempeño que considera sólo el ritmo de trabajo por unidad de tiempo. En este método, el observador compara la eficacia del operario con el concepto de un operario calificado que hace el mismo trabajo, y después asigna un porcentaje para indicar la razón del desempeño observado sobre el desempeño estándar.

Particularmente, este método hace hincapié en que el observador debe tener un conocimiento completo del trabajo antes de realizar el estudio. Para ilustrarlo, el ritmo de los operadores de máquinas en una planta que produce partes de motor para aviones parecería mucho más lento que el de las costureras en la industria del vestido. La mayor precisión del trabajo en aviones requiere tales cuidados que los movimientos de los operarios pueden parecer muy lentos a quien no esté familiarizado con el trabajo.

En la calificación de la velocidad, los analistas primero deben valorar el desempeño para determinar si está arriba o abajo de lo normal. Después tratan de colocar el desempeño en la posición precisa de la escala de calificaciones que evalúa correctamente la diferencia numérica entre el estándar y el desempeño demostrado. Así, usualmente 100% se considera normal. Una calificación de 110% indica que el operario tenía una velocidad 10% mayor que la normal y 90% significa que su velocidad era de 90% de la normal. (Niebel, 2009)

2.2.8. Aplicación y análisis de la calificación

El valor de una calificación se escribe en la columna C del formulario de estudio de tiempos. Por lo general, se omite el punto decimal y se escribe un número entero (es decir, porcentaje) para ahorrar tiempo. Después de completar la etapa del cronómetro, el analista multiplica el tiempo observado (TO) por la calificación C, escalada a 100, para obtener el tiempo normal (TN):

$$TN = TO \times C/100$$

El plan de calificación del desempeño que sea más fácil de aplicar, más sencillo de explicar y proporcione los resultados más válidos es la calificación de velocidad directa, aumentada con puntos de comparación sintéticos. Como ya se explicó, en este procedimiento 100 se considera normal, y un desempeño más alto se indica con valores directamente proporcionales a 100. Por lo general, la escala de calificación de velocidad cubre un intervalo de 50 a 150. Puede estudiarse a operarios cuyo desempeño esté fuera de este rango de productividad de 3 a 1, pero no es recomendable. Mientras más cercano esté el desempeño al estándar, mejor oportunidad se tendrá de lograr un tiempo normal razonable. (Niebel, 2009)

Cuatro criterios determinan si los analistas de estudio de tiempos que usan la calificación de velocidad pueden establecer valores en forma consistente dentro de 5% de la calificación promedio calculada por un grupo de analistas capacitados:

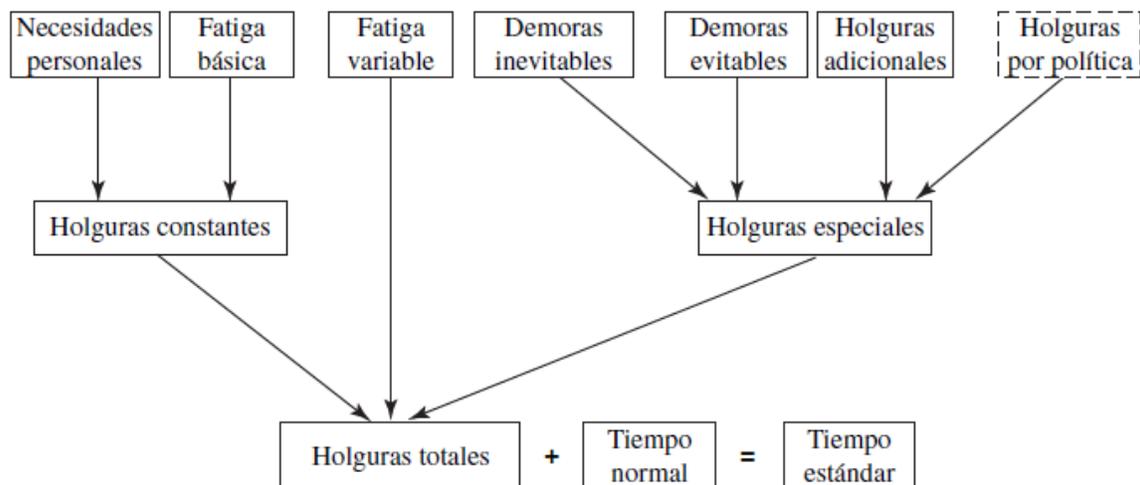
1. Experiencia en la clase de trabajo que realizan
2. Uso de puntos de comparación en al menos dos de los elementos que se llevan a cabo.
3. Selección de un operario que tiene desempeño entre 85% y 115% del ritmo estándar.
4. Uso del valor medio de tres o más estudios independientes u operarios diferentes.

2.2.9. Suplementos u holguras

Los suplementos u holguras se aplican a tres partes del estudio: 1) al tiempo de ciclo total, 2) sólo al tiempo de máquina y 3) sólo al tiempo de esfuerzo manual. Las holguras aplicables al tiempo de ciclo total se expresan como porcentaje del tiempo de ciclo y compensan demoras como necesidades personales, limpieza de la estación de trabajo y lubricación de la máquina. Las holguras de tiempo de máquina incluyen el tiempo para mantenimiento de las herramientas y la varianza en la energía, mientras que las demoras representativas cubiertas por las holguras de esfuerzo son fatiga y ciertas demoras inevitables.

Con frecuencia, se usan dos métodos para desarrollar los datos de holgura estándar. Uno es la observación directa, que requiere que los observadores estudien dos, o quizá tres, operaciones durante un tiempo largo. Los observadores registran la duración y razón de cada intervalo ocioso. Después de establecer una muestra razonablemente representativa, los observadores resumen sus resultados para determinar el porcentaje de holgura de cada característica aplicable. Los datos que se obtienen de esta manera, igual que los de cualquier estudio de tiempos, deben ajustarse al desempeño estándar.

Debido a que los observadores deben pasar un largo tiempo observando una o más operaciones, este método es excepcionalmente tedioso, no sólo para los analistas sino también para los operarios. Otra desventaja es la tendencia a tomar muestras demasiado pequeñas, lo que puede producir resultados sesgados. (Niebel, 2009)



2.2.10. Mejora Continua

La mejora continua es un principio de gestión que implica el esfuerzo constante por mejorar los procesos, productos o servicios de una organización. Se basa en la idea de que siempre hay margen para el perfeccionamiento y que pequeños cambios incrementales pueden tener un impacto significativo en la eficiencia y la calidad. Deming, W. E. (2022). *Calidad, productividad y competitividad: La salida de la crisis*. Editorial Díaz de Santos. (Niebel, 2009)

2.2.11. Capacidad

La capacidad se refiere a la cantidad máxima de trabajo que un sistema, proceso o recurso puede realizar en un período de tiempo determinado. Se puede medir en términos de producción, recursos humanos, o cualquier otro recurso relevante para la operación de una organización. Fernández, J. (2018). *Gestión de la Capacidad en la Producción [Capacity Management in Production]*. Editorial Díaz de Santos. (Niebel, 2009)

2.2.12. Pronóstico de Ventas

El pronóstico de ventas es una estimación de la cantidad de productos o servicios que una empresa espera vender en un futuro período de tiempo. Se basa en análisis de datos históricos, tendencias del mercado y otros factores relevantes para prever la demanda futura. Mentzer, J. T., & Moon, M. A. (2024). Pronóstico de la Demanda en la Cadena de Suministro. Pearson.

2.2.13. Planificación Estratégica

La planificación estratégica es un proceso mediante el cual una organización define sus objetivos a largo plazo y desarrolla estrategias para alcanzarlos, teniendo en cuenta tanto el entorno interno como externo. Pérez, M. et al. (2023). Manual de Planificación Estratégica Empresarial [Libro impreso]. Ediciones Especializadas.

2.2.14. Gestión de Procesos

La gestión de procesos se centra en la identificación, análisis y mejora continua de los procesos operativos de una organización, con el fin de aumentar la eficiencia, la calidad y la satisfacción del cliente. Ruíz, J. (2020). Gestión de Procesos: Métodos y Herramientas [Libro impreso]. Ediciones de la Universidad.

2.2.15. TOC vs Lean Manufacturing

Los principales propósitos del uso de la producción esbelta o Lean son aumentar la productividad, mejorar la calidad del producto, el intervalo tiempo del ciclo de fabricación, reducir el inventario, reducir el lead time tiempo de entrega y eliminar los desperdicios de fabricación. Para lograrlo, la filosofía de producción Lean utiliza varios conceptos como Kaizen, Kanban, 5s, TOC, JIT, estudios del trabajo, entre otros. (Cox, 2004)

En la línea de análisis y estudio del trabajo surge la necesidad de centrarse en el rendimiento de todo el proceso en lugar del desempeño de estaciones de trabajo individuales o pasos del proceso. En última instancia, los clientes compran productos terminados y, por lo tanto, es la capacidad de entregar productos terminados a tiempo y en su totalidad lo que realmente determina el éxito de cualquier negocio, pero esto no se puede alcanzar si la eficiencia de un módulo de producción particular ubicado en lo más profundo de una planta tiene una eficiencia local del 80 % o 90 %. Con la teoría de restricciones TOC esto se logra identificando el cuello de botella y centrándose en aumentar el rendimiento de ese cuello de botella. En un enfoque Lean, el objetivo es hacer coincidir el rendimiento de todo el proceso con la tasa de demanda del cliente o el takt time. El takt time es la velocidad con la que se requiere completar un producto para satisfacer la necesidad del cliente. Se deriva de la palabra alemana Takt, que significa ritmo o pulso en la música. Dentro del sector de manufactura, el takt es una medida importante del volumen productivo ante la demanda.

El fundamento de Lean es la producción nivelada, donde cada paso del proceso funciona a un ritmo uniforme que se adapta al tiempo takt. Básicamente, esto permite identificar rápidamente los cuellos de botella, porque cuando un proceso individual no puede seguir el ritmo del takt time, se convierte en un cuello de botella. Se puede ver esto con un gráfico de saldo de líneas como el de la Figura 4 a continuación. En este caso, aunque el cliente necesitaba una unidad cada 456 minutos, el proceso está limitado por la restricción de pintar a un rendimiento de una unidad cada 1,050 minutos.

Un enfoque TOC luego aplicaría los cinco pasos de enfoque a esta restricción hasta que ya no fuera una restricción y luego pasaría a la siguiente restricción, en este caso el mecanizado final (final machining).

Donde difieren Lean y TOC es que el enfoque Lean se centra en hacer coincidir el rendimiento con el takt time, mientras que TOC apunta a aumentar continuamente el rendimiento para ganar más dinero. Ésta es una diferencia sutil, pero importante. Lean es un enfoque de liderazgo del cliente destinado a satisfacer exactamente las necesidades del cliente. Si las ventas aumentan, entonces es necesario restablecer el proceso para que coincida con el nuevo takt time. Sin embargo, TOC es un enfoque de líder de producción que apunta a aumentar continuamente el rendimiento bajo el supuesto de que el área comercial simplemente puede vender más. El enfoque para gestionar el flujo de producción en Lean y TOC también tiene diferencias sutiles.

En TOC, el enfoque se llama Drum-Buffer-Rope (DBR – Tambor, Amortiguador – Cuerda). El tambor es la restricción que impulsa el rendimiento al establecer el ritmo del tambor en toda la planta. Los buffers se colocan río arriba y río abajo de la restricción de modo que está siempre tenga un suministro constante de entradas y los procesos río abajo siempre tengan un suministro constante de salidas de la restricción. La cuerda es la forma en que se libera trabajo en el proceso en un lead time tiempo de entrega estándar previo a la restricción igual al tamaño del buffer río arriba de la restricción.

En Lean se utiliza un mapa de flujo de valor para visualizar el proceso de un extremo a otro y desarrollar un estado futuro para ofrecer un rendimiento mejorado. Al igual que el ritmo del tambor en TOC, se calcula el paso o ritmo como el intervalo en el que liberamos trabajo en el proceso. Sin embargo, a diferencia del ritmo TOC, el paso está determinado por la demanda del cliente takt time, no por la restricción. El trabajo se libera en el proceso del marcapasos, que no es necesariamente el proceso de restricción.

2.2.16. Estructura del sistema Lean

Lean es un sistema con muchas dimensiones que incide especialmente en la eliminación del desperdicio mediante la aplicación de las técnicas que se irán describiendo en esta publicación. Lean supone un cambio cultural en la organización empresarial con un alto compromiso de la dirección de la compañía que decida implementarlo. En estas condiciones es complicado hacer un esquema simple que refleje los múltiples pilares, fundamentos, principios, técnicas y métodos que contempla y que no siempre son homogéneos teniendo en cuenta que se manejan términos y conceptos que varían según la fuente consultada. Indicar, en este sentido, que los académicos y consultores no se ponen de acuerdo a la hora de identificar claramente si una herramienta es o no lean.

De forma tradicional se ha recurrido al esquema de la “Casa del Sistema de Producción Toyota” para visualizar rápidamente la filosofía que encierra el Lean y las técnicas disponibles para su aplicación. Se explica utilizando una casa porque ésta constituye un sistema estructural que es fuerte siempre que los cimientos y las columnas lo sean; una parte en mal estado debilitaría todo el sistema. El gráfico 1 representa una adaptación actualizada de esta “Casa”.

El techo de la casa está constituido por las metas perseguidas que se identifican con la mejor calidad, el más bajo costo, el menor tiempo de entrega o tiempo de maduración (Lead-time). Sujetando este techo se encuentran las dos columnas que sustentan el sistema: JIT y Jidoka.

Tabla 1. Lista de técnicas para la mejora de sistemas

• Las 5 S	• Orientación al cliente
• Control Total de Calidad	• Control Estadístico de Procesos
• Círculos de Control de Calidad	• Benchmarking
• Sistemas de sugerencias	• Análisis e ingeniería de valor
• SMED	• TOC (Teoría de las restricciones)
• Disciplina en el lugar de trabajo	• Coste Basado en Actividades
• Mantenimiento Productivo Total	• Seis Sigma
• Kanban	• Mejoramiento de la calidad
• Nivelación y equilibrado	• Sistema Matricial de Control Interno
• Just in Time	• Cuadro de Mando Integral
• Cero Defectos	• Presupuesto Base Cero
• Actividades en grupos pequeños	• Organización de Rápido Aprendizaje
• Mejoramiento de la Productividad	• Despliegue de la Función de Calidad
• Autonomación (Jidoka)	• AMFE
• Técnicas de gestión de calidad	• Ciclo de Deming
• Detección, Prevención y Eliminación de Desperdicios	• Función de Pérdida de Taguchi

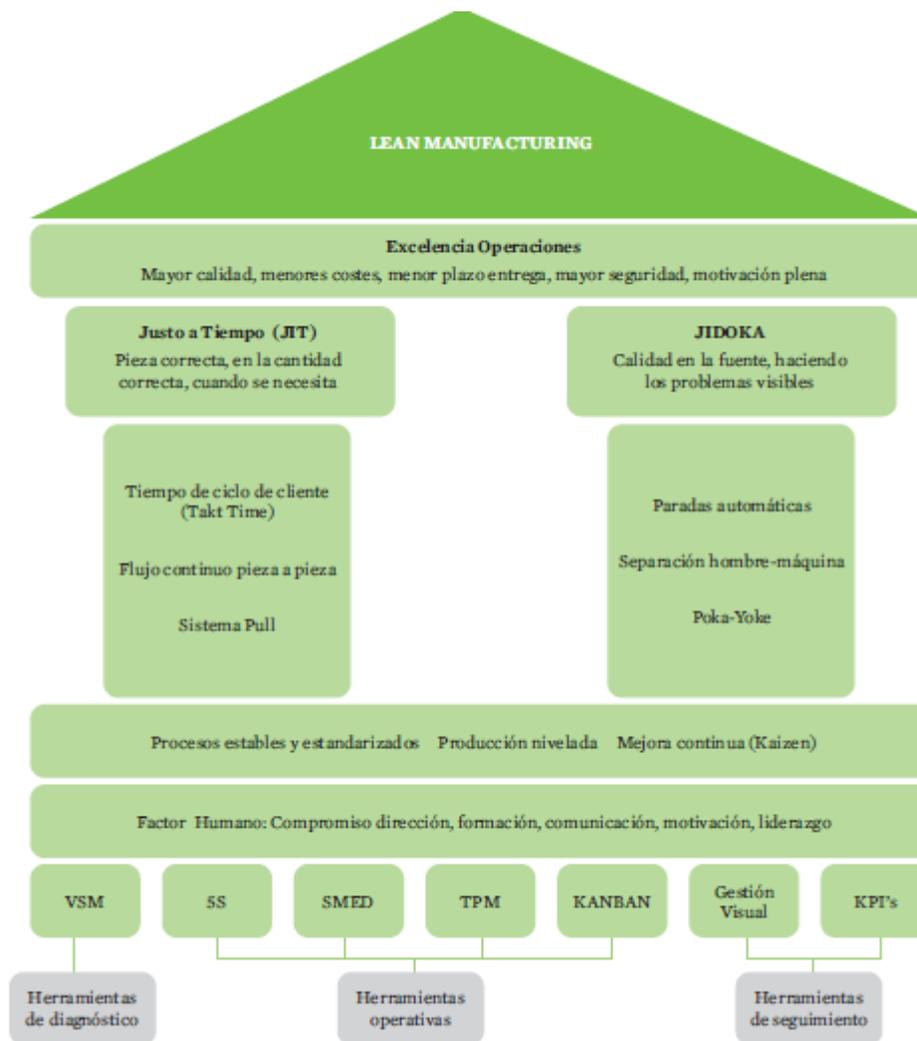
El JIT, tal vez la herramienta más reconocida del sistema Toyota, significa producir el artículo indicado en el momento requerido y en la cantidad exacta. Jidoka consiste en dar a las máquinas y operadores la habilidad para determinar cuándo se produce una condición anormal e inmediatamente detener el proceso. Ese sistema permite detectar las causas de los problemas y eliminarlas de raíz de manera que los defectos no pasen a las estaciones siguientes.

La base de la casa consiste en la estandarización y estabilidad de los procesos: el heijunka o nivelación de la producción y la aplicación sistemática de la mejora continua.

A estos cimientos tradicionales se les ha añadido el factor humano como clave en la implantación del Lean, factor éste que se manifiesta en múltiples facetas como son el compromiso de la dirección, la formación de equipos dirigidos por un líder, la

formación y capacitación del personal, los mecanismos de motivación y los sistemas de recompensa.

Todos los elementos de esta casa se construyen través de la aplicación de múltiples técnicas que han sido divididas según se utilicen para el diagnóstico del sistema, a nivel operativo, o como técnicas de seguimiento.



CAPÍTULO III.- DISEÑO METODOLÓGICO

Según Sampieri, el diseño metodológico es el segundo micro diseño que forma parte del diseño de la investigación. Consiste en la definición del tipo de investigación que se va a desarrollar, así como su perspectiva general. Además, implica la determinación de la población y la muestra de la investigación de acuerdo con el problema planteado, y la selección de los métodos teóricos y empíricos que permitan la ejecución de las tareas definidas en el diseño teórico. En resumen, el diseño metodológico es crucial para establecer una estrategia coherente y adecuada que guíe la investigación científica.

3.1. Tipo de Investigación y Proyecto

3.1.1. Tipo de Investigación

1. En función del propósito: Se trata de una investigación aplicada, ya que busca resolver un problema específico dentro de una unidad de negocios de SINSA para mejorar su capacidad de respuesta y el nivel de servicio.
2. Por su nivel de profundidad: Se trata de una investigación descriptiva, ya que se enfoca en describir la situación actual del proceso de servicios y en determinar las estrategias de mejora.
3. Por la naturaleza de los datos y la información: Se trata de una investigación cuantitativa, ya que implica el análisis de datos numéricos relacionados con la capacidad de atender órdenes de trabajo, tiempos de respuesta, etc.

4. Por los medios para obtener los datos: Es una investigación documental y de campo, ya que se recopilarán datos tanto a partir de documentos internos de la empresa como a través de observaciones directas y entrevistas con el personal.
5. Por la mayor o menor manipulación de variables, diseño de la investigación: Es una investigación no experimental, ya que no se manipulan variables en un entorno controlado, sino que se observa y analiza el proceso de producción existente.
6. Según el periodo temporal en que se realiza: Investigación longitudinal, ya que se llevará a cabo durante un periodo específico, desde septiembre hasta diciembre de 2024, con el objetivo de analizar el proceso del taller de centro de servicios a lo largo del tiempo y realizar mejoras progresivas.

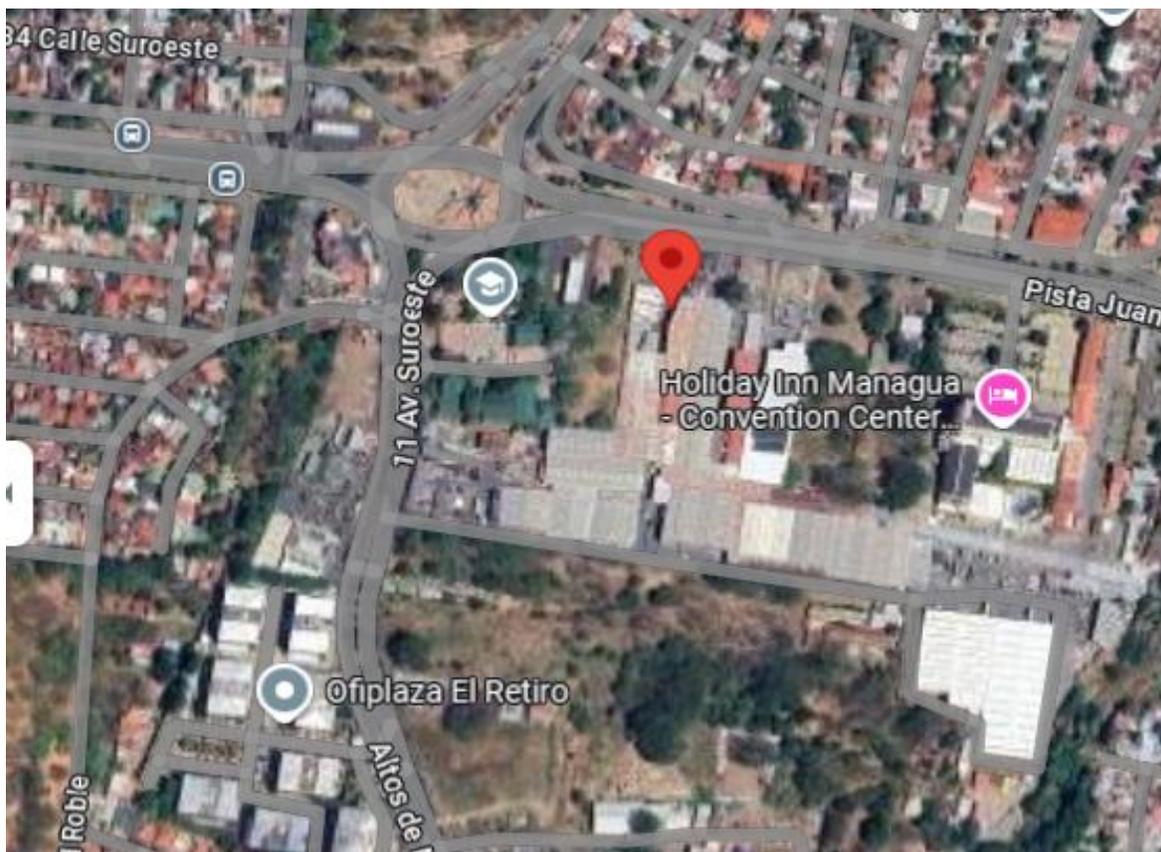
3.1.2. Tipo de Proyecto

1. Según la procedencia del capital: Proyectos privados, financiados por inversores privados.
2. Según el ámbito o perfil profesional: Proyectos de ingeniería, proyectos relacionados con la ingeniería en diversos campos.
3. Según su área de influencia: Proyectos nacionales, con impacto en un área geográfica nacional.

3.2. Área de estudio. Macro y Micro localización

El taller centro de atención de servicios de SINSA está ubicado en Managua en el barrio Enrique Bermudez.

La dirección exacta es de la rotonda el periodista 1 cuadra al este 25 vrs al sur.



3.3. Unidades de análisis (Población/Muestra/Muestreo)

3.3.1. Población y muestra

La unidad de análisis de este proyecto es la capacidad del taller para procesar OT que depende de dos grandes tareas que se ejecutan: Diagnosticar y reparar.

La población objeto de estudio comprende los siguientes procesos del taller centro de atención de servicios:

- a) Entrada
- b) Etiquetado
- c) Asignación
- d) Revisión
- e) Garantía
- f) Servicio
- g) Bodega
- h) Compras
- i) Cotización
- j) Salida

El tamaño de la muestra se determinó de manera no probabilística entendiendo que los procesos internos donde se puede influir son la “revisión” y el “servicio”. Bajo este supuesto se establecerá un muestro de tiempo para determinar las oportunidades de mejora. La técnica del estudio del trabajo es una metodología de la ingeniería industrial que nos permitirá cuantificar el tiempo estándar.

3.4. Métodos e instrumentos de recolección de datos

Tabla 1 - Matriz de operacionalización de variables

Objetivo	Variables	Definición	Métrica	Dimensión	Técnica	Instrumento
Diagnosticar la situación actual del proceso en el taller centro de servicios para la determinación de las oportunidades de mejora mediante el análisis de capacidad.	Capacidad	Es el máximo número de ordenes que puede atender en un período de tiempo	No. de órdenes atendidas por mes	DEPENDIENTE	Observación	Estudio de tiempo
					Entrevistas	Guía de Entrevista
					Revisión documental	Guía documental
Determinar las estrategias de mejora para la eliminación de las restricciones de capacidad mediante el proceso de teoría de restricciones.	Oportunidades de mejora	Conjunto de acciones tomadas para incrementar la capacidad	No. de desperdicios Lean	INDEPENDIENTE	Análisis de proceso	ISHIKAWA
				Diagrama de flujo		
Estandarizar las estrategias de optimización de los flujos de trabajo mejorados para la minimización de los tiempos de respuesta.	Tiempo de respuesta	Es el lead time establecido entre el tiempo prometido y el tiempo de entrega de una orden.	% de cumplimiento	INDEPENDIENTE	Análisis de capacidad	VSM
						Análisis de Costo

CAPÍTULO IV.- ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Diagnóstico de los procesos actuales.

Para el diagnóstico del proceso actual se usó el mapa *Value Stream Mapping (VSM)* que es una herramienta esencial para identificar el flujo de valor en los procesos, destacando las actividades que generan valor y los desperdicios.

Descripción del VSM:

- **Entrada del flujo:** Recepción de una orden de trabajo (OT) que es básicamente una solicitud por parte del cliente.
- **Salida del flujo:** Entrega del servicio completo al cliente.
- **Pasos intermedios:** Procesos clave desde la recepción hasta la entrega.

Estado Actual

1. Entrada del cliente

- Tiempo de ciclo: 5 minutos
- Valor agregado: 100%

2. Etiquetado

- Tiempo de ciclo: 10 minutos
- Tiempo de espera: 1 hora (espera para asignación)
- Valor agregado: 50%

3. Asignación de trabajo

- Tiempo de ciclo: 15 minutos
- Tiempo de espera: 2 horas (cuello de botella)
- Valor agregado: 30%

4. Revisión técnica

- Tiempo de ciclo: 30 minutos
- Tiempo de espera: 4 horas (espera para herramientas o piezas)
- Valor agregado: 60%

5. Servicio (reparación/mantenimiento)

- Tiempo de ciclo: 2 horas
- Tiempo de espera: 3 horas (espera de aprobación del cliente o piezas)
- Valor agregado: 70%

6. Salida del servicio

- Tiempo de ciclo: 10 minutos
- Valor agregado: 100%

Tiempo Total

- **Tiempo de Valor Agregado (VA):** 3 horas y 10 minutos
- **Tiempo de No Valor Agregado (NVA):** 10 horas
- **Lead Time Total:** 13 horas y 10 minutos

Acciones a Tomar (Estado Futuro)

1. Reducción de tiempos de espera:

- Implementar mejoras en la asignación de trabajo para disminuir el tiempo de espera.

2. Optimización del flujo de información:

- Automatizar la aprobación de servicios para reducir las demoras en la etapa de revisión técnica.

3. Estandarización de procesos:

- Implementar checklists y procedimientos para reducir tiempos muertos.

4. Eliminar tareas redundantes:

- Revisar el proceso de etiquetado y buscar digitalizar o simplificar.

Para calcular la capacidad actual del Taller Centro de Servicios de SINSA, necesitamos algunos datos clave:

- 1. Tiempo total de ciclo del proceso (Tiempo Operativo):** 3 horas y 10 minutos de valor agregado (190 minutos).
- 2. Turno de trabajo diario:** El taller trabaja un turno de 8 horas al día (480 minutos).
- 3. Disponibilidad de días laborables:** 20 días promedio laborables al mes.

La fórmula básica para calcular la capacidad del proceso es:

$$\text{Capacidad actual} \left(\text{No.} \frac{\text{órdenes}}{\text{día}} \right) = \frac{\text{Tiempo disponible por día (minutos)}}{\text{Tiempo total de ciclo (minutos)}}$$

Para la determinación de la capacidad actual del taller para procesar órdenes de trabajo con la mano de obra disponible es de 180 servicios por mes. A continuación, se muestra el cálculo:

$$\text{Capacidad actual} = \frac{490}{190} = 3 \text{ ordenes} \times \text{día} \times 20 \text{ días} \times 3 \text{ técnicos} = 180 \text{ mensual}$$

Tabla 2. Matriz de priorización de restricciones y su impacto

Restricción	Impacto en flujo (%)	Facilidad de eliminación (%)	Prioridad
Asignación del trabajo	40%	80%	Alta
Revisión técnica	50%	60%	Alta
Servicio/repación	30%	50%	Media

Figura 1. Mapa de flujo de valor actual

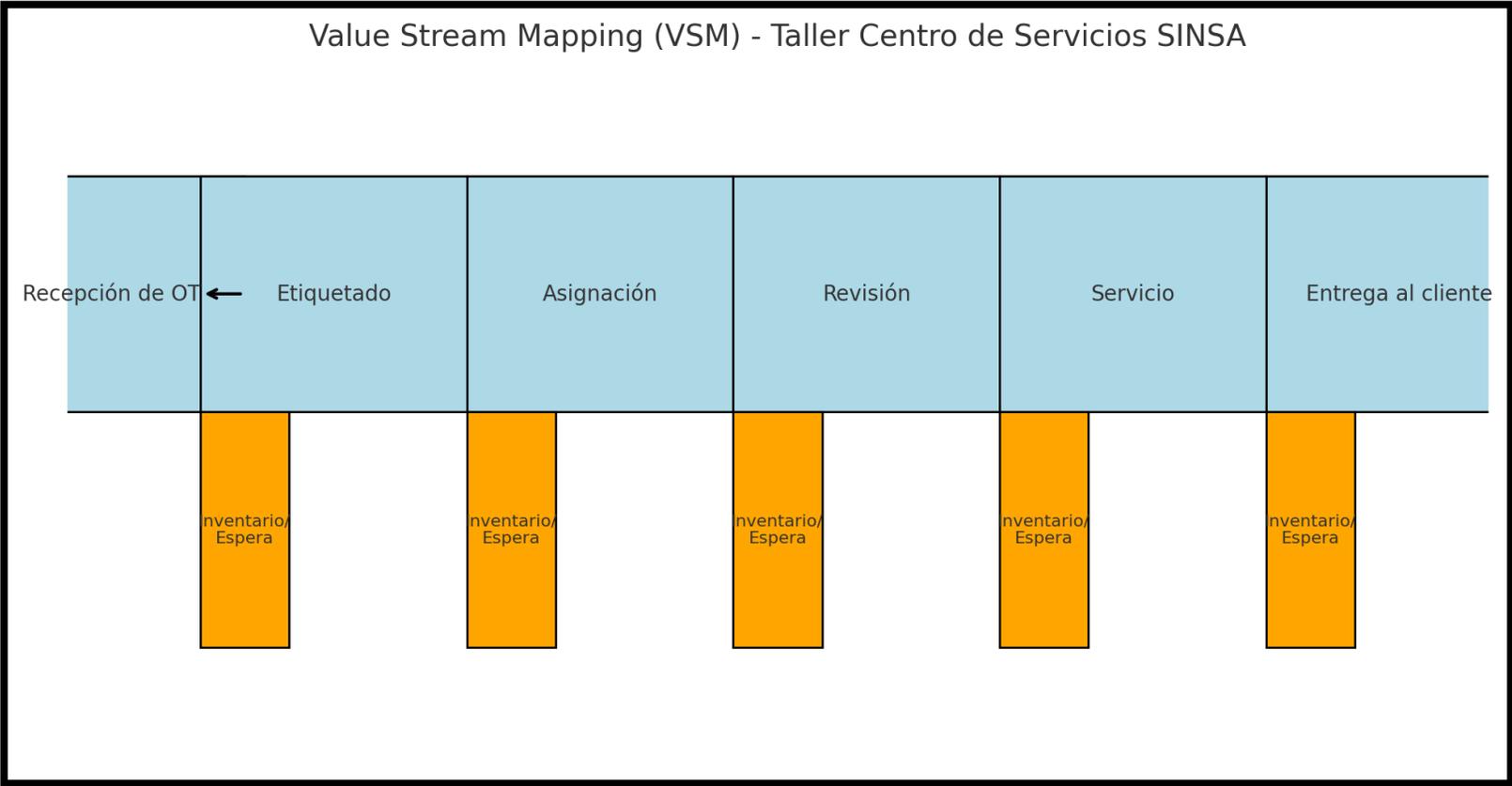


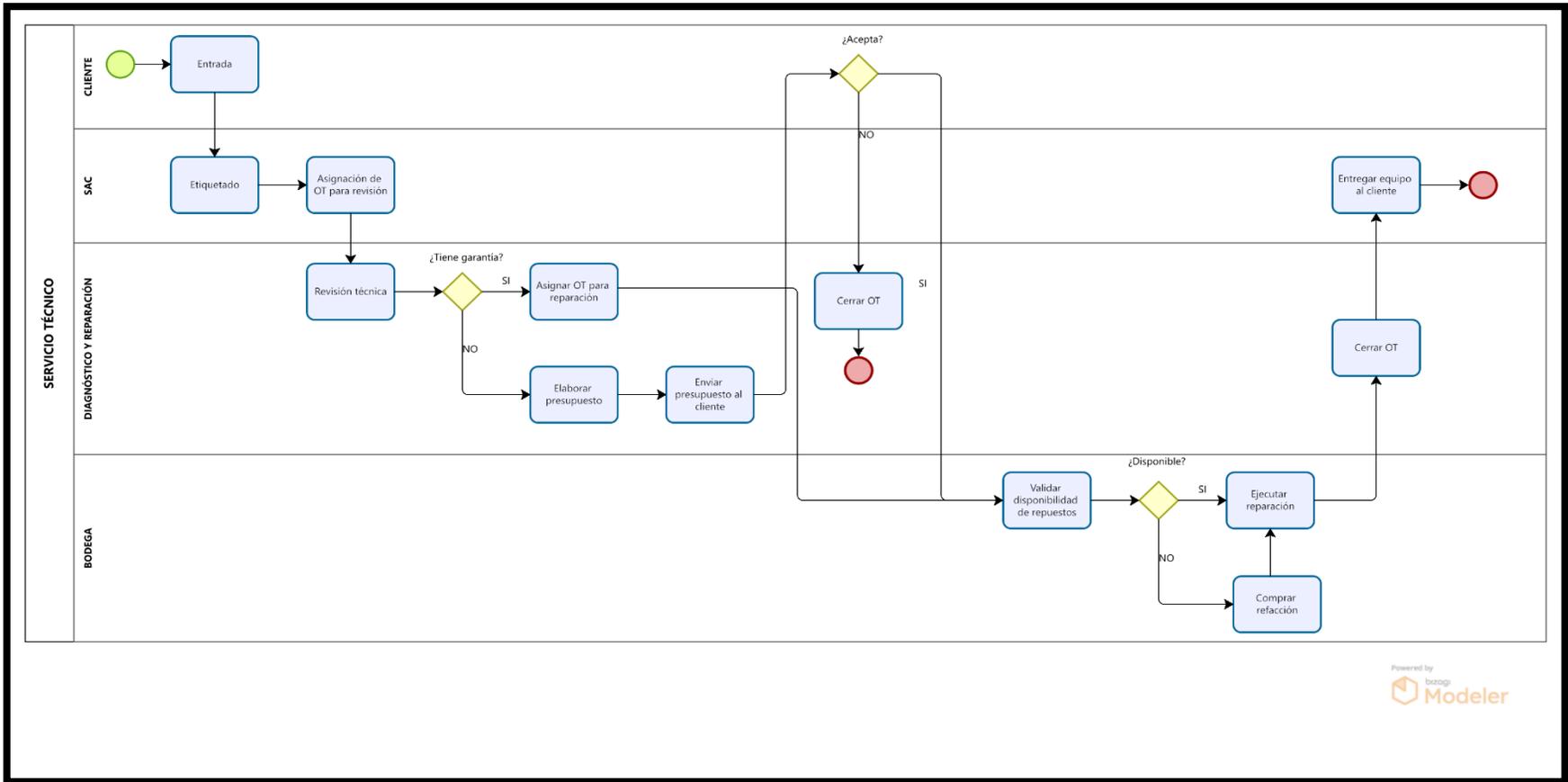
Tabla 3. Formato de observación para levantamiento de tiempos en el diagnóstico

Formato de observación		Estudio número: 1												Fecha: 04/09/24								Página: 1 de 5									
		Operación: Diagnóstico												Operador: Brandón Alemán								Analista:									
No. De elemento y descripción	1		Entrada		2		Etiquetado		2		Asignación		3		Revisión		4		5		6										
	Nota	Ciclo	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	
50628	1	0.9		35	31.5	0.9		23	20.7	0.9		41	36.9	0.8		153	122														
50629	2	0.9		37	33.3	0.9		28	25.2	0.9		38	34.2	0.8		120	96														
50630	3	0.9		30	27	0.9		24	21.6	0.9		22	19.8	0.8		229	183														
50631	4	0.9		35	31.5	0.9		22	19.8	0.9		35	31.5	0.8		356	285														
50632	5	0.9		39	35.1	0.9		22	19.8	0.9		41	36.9	0.8		71	56.8														
50636	6	0.9		34	30.6	0.9		18	16.2	0.9		23	20.7	0.8		305	244														
50638	7	0.9		22	19.8	0.9		26	23.4	0.9		35	31.5	0.8		140	112														
50639	8	0.9		26	23.4	0.9		25	22.5	0.9		33	29.7	0.8		68	54.4														
50662	9	0.9		31	27.9	0.9		21	18.9	0.9		34	30.6	0.8		104	83.2														
50667	10	0.9		32	28.8	0.9		18	16.2	0.9		26	23.4	0.8		182	146														
50672	11	0.9		21	18.9	0.9		21	18.9	0.9		40	36	0.8		128	102														
50673	12	0.9		37	33.3	0.9		19	17.1	0.9		34	30.6	0.8		336	269														
50679	13	0.9		25	22.5	0.9		19	17.1	0.9		33	29.7	0.8		230	184														
50681	14	0.9		29	26.1	0.9		29	26.1	0.9		29	26.1	0.8		92	73.6														
50682	15	0.9		24	21.6	0.9		18	16.2	0.9		34	30.6	0.8		316	253														
Resumen																															
Tiempo Total			457				333				498				2830																
Calificación			0.9				0.9				0.9				0.8																
TN Total			411.3				309.6				448.2				2264																
No. observaciones			15				15				15				15																
TN Promedio			27.42				20.64				29.88				150.9333333																
% Holgura			12%				12%				12%				12%																
T. estándar elemental			30.7104				23.1168				33.4656				169.0453333																
No. Ocurrencias			0				0				0				0																
Tiempo Estándar			30.7104				23.1168				33.4656				169.0453333																
Tiempo estándar total (Suma del tiempo estándar de todos los elementos)																								256.3381333							
																								Resumen de holguras							
																								Necesidades personales				5			
																								Fatiga básica				3			
																								Fatiga variable				2			
																								Especial				2			
																								% Holgura total				12			

Tabla 4. Formato de observación para levantamiento de tiempos en el servicio técnico

Formato de observación				Estudio número: 1										Fecha: 04/09/24										Página: 1 de 5													
				Operación: Servicio										Operador: Brandón Alemán										Analista:													
No. De elemento y descripción		1				Asignación				2				Reparación				2				3				4				5				6			
		Nota	Ciclo	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN						
50628	1	0.9		25	22.5	0.9		172	155																												
50629	2	0.9		55	49.5	0.9		294	265																												
50630	3	0.9		43	38.7	0.9		225	203																												
50631	4	0.9		51	45.9	0.9		193	174																												
50632	5	0.9		32	28.8	0.9		106	95.4																												
50636	6	0.9		53	47.7	0.9		429	386																												
50638	7	0.9		42	37.8	0.9		290	261																												
50639	8	0.9		34	30.6	0.9		179	161																												
50662	9	0.9		47	42.3	0.9		460	414																												
50667	10	0.9		47	42.3	0.9		170	153																												
50672	11	0.9		21	18.9	0.9		243	219																												
50673	12	0.9		33	29.7	0.9		326	293																												
50679	13	0.9		61	54.9	0.9		246	221																												
50681	14	0.9		21	18.9	0.9		283	255																												
50682	15	0.9		44	39.6	0.9		263	26.1																												
Resumen																																					
Tiempo Total	609				3879																																
Calificación	0.9				0.9																																
TN Total	548.1				3280.5																																
No. observaciones	15				15																																
TN Promedio	36.54				218.7																																
% Holgura	12%				12%																																
T. estándar elemental	40.9248				244.944																																
No. Ocurrencias	0				0																																
Tiempo Estándar	40.9248				244.944																																
Tiempo estándar total (Suma del tiempo estándar de todos los elementos)																														285.8688							
Resumen de holguras																																					
Necesidades personales																														5							
Fatiga básica																														3							
Fatiga variable																														2							
Especial																														2							
% Holgura total																														12							

Figura 2. Diagrama de flujo actual



4.2. Estrategias de mejora para eliminar las restricciones

4.2.1. Identificación de las restricciones principales

El primer paso fue detectar los cuellos de botella en los procesos del taller, lo cual se logró mediante:

- **Análisis de datos:** Usar métricas como el tiempo de ciclo, tiempo de espera y capacidad real versus capacidad teórica.
- **Value Stream Mapping (VSM):** Identificar visualmente las etapas donde se acumulan órdenes y tiempos muertos.
- **Entrevistas y observaciones:** Recopilar información del personal operativo para entender las causas de los retrasos.

Ejemplo: Si el área de "Revisión técnica" tiene acumulación de órdenes debido a falta de herramientas o recursos, esta etapa sería identificada como el cuello de botella.

Con base en los datos actuales del VSM de estado inicial:

a) Restricción 1: Asignación de trabajo (espera: 2 horas)

- Causa raíz: Falta de priorización en las órdenes de trabajo.
- Impacto: Las órdenes se acumulan y retrasan todo el proceso.

b) Restricción 2: Revisión técnica (espera: 4 horas)

- Causa raíz: Falta de herramientas específicas y piezas críticas.
- Impacto: El tiempo de espera prolongado genera un cuello de botella crítico.

c) Restricción 3: Servicio/Reparación (espera: 3 horas)

- Causa raíz: Falta de coordinación en la aprobación del cliente y disponibilidad de piezas.
- Impacto: Retrasos acumulativos que afectan los tiempos de entrega.

Para optimizar el flujo de trabajo, se proponen las siguientes mejoras:

a) Asignación de trabajo:

- Implementación de un sistema de priorización automática basado en la urgencia y complejidad de las órdenes.
- Reducción del tiempo de espera a 30 minutos.

b) Revisión técnica:

- Creación de un buffer de herramientas críticas.
- Implementación de un sistema Kanban para la gestión de piezas.
- Reducción del tiempo de espera a 1 hora.

c) Servicio/Reparación:

- Automatización del proceso de aprobación del cliente mediante plataformas digitales.
- Reducción del tiempo de espera a 1 hora.

4.2.2. Priorización de las restricciones

No todas las restricciones tienen el mismo impacto. Para priorizarlas fue necesario:

- **Impacto en la capacidad total:** Analizar cómo cada restricción afecta el throughput (rendimiento).
- **Factibilidad de mejora:** Evaluar si es posible implementar cambios con los recursos disponibles.

Ejemplo: Si una etapa con bajo impacto requiere una inversión elevada para optimizarse, es más efectivo atacar primero restricciones críticas que puedan mejorarse con ajustes operativos.

4.2.3. Desarrollo de estrategias para eliminar restricciones

Según los hallazgos, se pueden implementar estrategias específicas como:

- a) **Mejora del flujo de trabajo (aplicando TOC)**
 - **Ajuste del ritmo del sistema:** Usar el enfoque Drum-Buffer-Rope (DBR) para garantizar que el flujo de trabajo se ajuste a la capacidad del cuello de botella.
 - **Incremento de la capacidad en la restricción:** Incorporar más personal, herramientas o técnicas específicas para la etapa crítica.
- b) **Optimización de tareas con Lean Manufacturing**
 - **Eliminación de desperdicios:** Usar herramientas como 5S y VSM para identificar y reducir actividades innecesarias en torno a la restricción.
 - **Estandarización de procesos:** Crear procedimientos claros para reducir la variabilidad y tiempos muertos en las tareas críticas.

c) **Uso de tecnología y herramientas**

- **Automatización:** Implementar sistemas que faciliten la asignación y seguimiento de órdenes (por ejemplo, un software de gestión de servicios).
- **Sistemas visuales:** Incorporar tableros Kanban o similares para mejorar la comunicación y visibilidad del flujo de trabajo.

4.2.4. Evaluación y validación de estrategias

Antes de implementar completamente las mejoras, es fundamental validarlas:

- **Pruebas piloto:** Implementar cambios en pequeña escala para medir su impacto.
- **KPI de referencia:** Usar indicadores como tiempos de ciclo, cumplimiento de tiempos de promesa y número de órdenes procesadas para evaluar la efectividad.

4.2.5. Plan de implementación y seguimiento

Una vez definidas las estrategias, se debe planificar su implementación:

- **Cronograma:** Especificar las fases de implementación y los responsables.
- **Capacitación:** Asegurar que el personal esté preparado para operar bajo los nuevos procedimientos.
- **Revisión continua:** Establecer reuniones periódicas para monitorear el impacto de los cambios y realizar ajustes.

Tabla 5. Formato de observación para levantamiento de tiempos en el servicio diagnóstico

Formato de observación (MEJORADO)				Estudio número: 2								Fecha: 11/11/24								Página: 1 de 5															
				Operación: Diagnóstico								Operador: Brandón Alemán								Analista:															
No. De elemento y descripción		1		Entrada				2				Etiquetado				3				Asignación				4				5				6			
Nota	Ciclo	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN						
50628	1	0.9		29	26.1	0.9		21	18.9	0.9		25	22.5	0.8		140	112																		
50629	2	0.9		28	25.2	0.9		21	18.9	0.9		27	24.3	0.8		114	91.2																		
50630	3	0.9		28	25.2	0.9		21	18.9	0.9		28	25.2	0.8		124	99.2																		
50631	4	0.9		28	25.2	0.9		20	18	0.9		27	24.3	0.8		131	105																		
50632	5	0.9		27	24.3	0.9		21	18.9	0.9		27	24.3	0.8		139	111																		
50636	6	0.9		25	22.5	0.9		21	18.9	0.9		26	23.4	0.8		111	88.8																		
50638	7	0.9		27	24.3	0.9		21	18.9	0.9		26	23.4	0.8		123	98.4																		
50639	8	0.9		29	26.1	0.9		19	17.1	0.9		27	24.3	0.8		115	92																		
50662	9	0.9		28	25.2	0.9		19	17.1	0.9		26	23.4	0.8		117	93.6																		
50667	10	0.9		26	23.4	0.9		20	18	0.9		27	24.3	0.8		109	87.2																		
50672	11	0.9		29	26.1	0.9		21	18.9	0.9		23	20.7	0.8		97	77.6																		
50673	12	0.9		26	23.4	0.9		18	16.2	0.9		28	25.2	0.8		116	92.8																		
50679	13	0.9		28	25.2	0.9		20	18	0.9		24	21.6	0.8		109	87.2																		
50681	14	0.9		28	25.2	0.9		20	18	0.9		25	22.5	0.8		123	98.4																		
50682	15	0.9		28	25.2	0.9		20	26.1	0.9		25	22.5	0.8		121	96.8																		
Resumen																																			
Tiempo Total		414				303				391				1789																					
Calificación		0.9				0.9				0.9				0.8																					
TN Total		372.6				280.8				351.9				1431.2																					
No. observaciones		15				15				15				15																					
TN Promedio		24.84				18.72				23.46				95.41333333																					
% Holgura		12%				12%				12%				12%																					
T. estándar elemental		27.8208				20.9664				26.2752				106.8629333																					
No. Ocurrencias		0				0				0				0																					
Tiempo Estándar		27.8208				20.9664				26.2752				106.8629333																					
Tiempo estándar total (Suma del tiempo estándar de todos los elementos)																																			
181.9253333																																			
Resumen de holguras																																			
Necesidades personales																										5									
Fatiga básica																										3									
Fatiga variable																										2									
Especial																										2									
% Holgura total																										12									

Tabla 6. Formato de observación para levantamiento de tiempos en el servicio técnico

Formato de observación (MEJORADO)		Estudio número: 1										Fecha: 04/09/24										Página: 1 de 5									
		Operación: Servicio										Operador: Brandón Alemán										Analista:									
No. De elemento y descripción	1					2					3					4					5					6					
	Asignación					Reparación																									
Nota	Ciclo	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN		
50628	1	0.9		24	21.6	0.9			219	197																					
50629	2	0.9		34	30.6	0.9			237	213																					
50630	3	0.9		25	22.5	0.9			227	204																					
50631	4	0.9		26	23.4	0.9			203	183																					
50632	5	0.9		33	29.7	0.9			217	195																					
50636	6	0.9		23	20.7	0.9			216	194																					
50638	7	0.9		24	21.6	0.9			223	201																					
50639	8	0.9		24	21.6	0.9			217	195																					
50662	9	0.9		32	28.8	0.9			182	164																					
50667	10	0.9		28	25.2	0.9			187	168																					
50672	11	0.9		31	27.9	0.9			204	184																					
50673	12	0.9		23	20.7	0.9			225	203																					
50679	13	0.9		25	22.5	0.9			192	173																					
50681	14	0.9		30	27	0.9			250	225																					
50682	15	0.9		34	30.6	0.9			217	26.1																					
Resumen																															
Tiempo Total	416					3216																									
Calificación	0.9					0.9																									
TN Total	374.4					2725.2																									
No. observaciones	15					15																									
TN Promedio	24.96					181.68																									
% Holgura	12%					12%																									
T. estándar elemental	27.9552					203.4816																									
No. Ocurrencias	0					0																									
Tiempo Estándar	27.9552					203.4816																									
Tiempo estándar total (Suma del tiempo estándar de todos los elementos)																									231.4368						
Resumen de holguras																															
Necesidades personales																									5						
Fatiga básica																									3						
Fatiga variable																									2						
Especial																									2						
% Holgura total																									12						

4.2.6. Propuesta de un sistema Kanban en SINSA

A. Kanban para la gestión de órdenes de trabajo

Tablero físico o digital:

Configurar un tablero dividido en columnas que representen las etapas del proceso:

- a) Recepción de órdenes
- b) Asignación
- c) Revisión técnica
- d) Reparación/Servicio
- e) Aprobación del cliente
- f) Entregado

Cada orden de trabajo estará representada por una tarjeta que incluya información como:

- a) Código de la orden
- b) Descripción del servicio
- c) Prioridad (Alta, Media, Baja)
- d) Plazo prometido
- e) Reglas de movimiento:

Las tarjetas solo se moverán a la siguiente columna si las etapas previas están completadas, asegurando un flujo continuo y evitando saturaciones en las áreas críticas.

Beneficio:

Mejora la visibilidad del estado de cada orden, evita acumulaciones y permite al equipo identificar cuellos de botella en tiempo real.

Tabla 7. Propuesta de tablero Kanban digital para órdenes de trabajo

Por hacer	En progreso	Pendiente de aprobación	Finalizado
Orden #001 (Diagnóstico)	Orden #002 (Reparación)	Orden #003 (Aprobación)	Orden #007 (Presupuesto)
Orden #005 (Mantenimiento)	Orden #006 (Diagnóstico)	Orden #007 (Presupuesto)	

B. Kanban para el inventario de herramientas y piezas

Tablero de inventario:

Implementar un tablero Kanban digital o físico para gestionar el flujo de herramientas y piezas críticas. Este tablero incluirá columnas como:

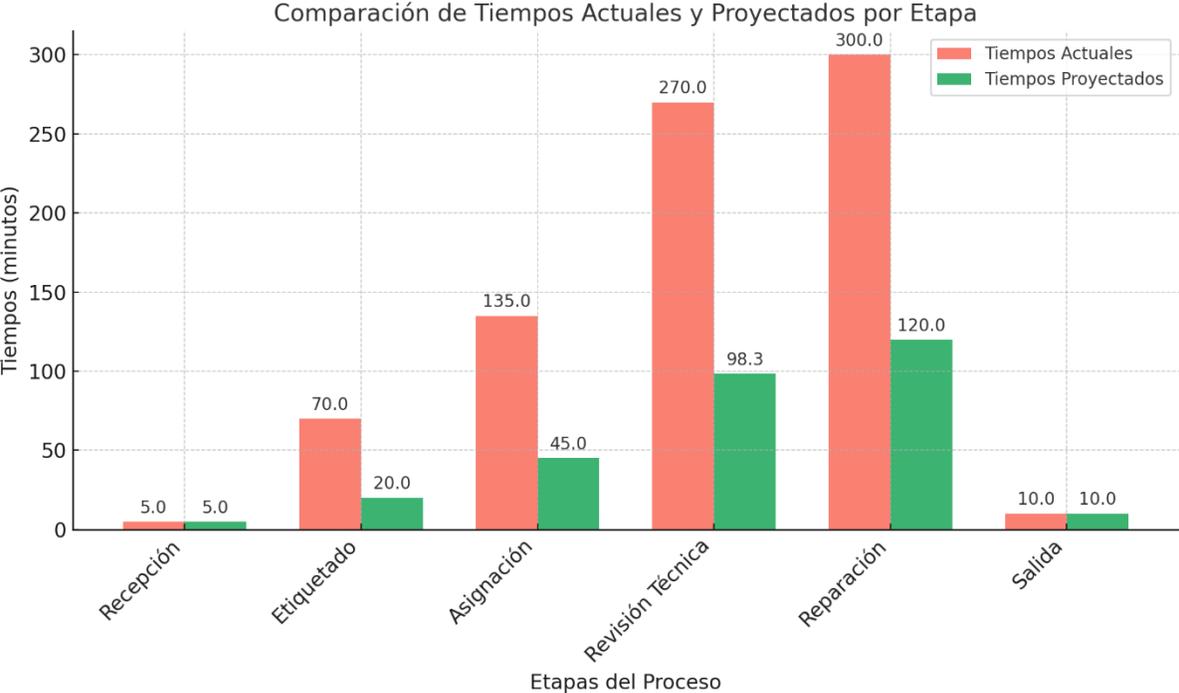
- a) "Disponible"
- b) "En uso"
- c) "Reabastecimiento necesario"
- d) "Pedido realizado"
- e) Alertas automáticas:

Configurar alertas cuando los niveles de stock caigan por debajo del mínimo requerido, asegurando que siempre haya disponibilidad para las reparaciones.

Beneficio:

Reduce los tiempos muertos por falta de recursos, mejorando la planificación de compras y la eficiencia operativa.

Figura 3. Comparación de los tiempos actuales y tiempos proyectados del proceso mejorado



Aquí se presenta un gráfico de barras apiladas que compara los tiempos actuales y los tiempos proyectados por etapa del proceso. Este tipo de visualización ayuda a identificar claramente las áreas donde se esperan mejoras significativas, como en Etiquetado, Asignación y Revisión Técnica.

4.3. Propuesta de estandarización de las estrategias de optimización de los flujos de trabajo

A. Procedimientos Estandarizados

Se documentaron procedimientos detallados para cada etapa clave del flujo de trabajo en el taller, los cuales incluyen:

Entrada y etiquetado:

Uso de un sistema digital para registrar automáticamente las órdenes de trabajo al recibirlas. Asignación de un código único para rastrear cada orden.

Asignación:

Implementación de un sistema de prioridades basado en criterios como urgencia del cliente y disponibilidad de recursos.

Uso de un software visual (Kanban) para asignar órdenes en tiempo real.

Revisión técnica:

Checklist estandarizado para inspecciones técnicas, asegurando que no se omitan pasos críticos.

Incorporación de buffers de piezas y herramientas comunes para evitar demoras por faltantes.

Servicio/Reparación:

Establecimiento de tiempos estándar para reparaciones comunes, con métricas claras para evaluar el cumplimiento.

Creación de protocolos para aprobaciones rápidas de clientes mediante plataformas digitales.

Salida:

Verificación final estandarizada antes de la entrega al cliente, asegurando que todos los parámetros técnicos se cumplan.

B. Capacitación del Personal

Se llevaron a cabo sesiones de formación para el personal del taller enfocadas en:

- Aplicación de las nuevas herramientas y procedimientos.
- Importancia de la mejora continua y su impacto en la satisfacción del cliente.
- Se implementó un programa de evaluación mensual para asegurar el cumplimiento de los procedimientos estandarizados.

C. Indicadores Clave de Desempeño (KPI)

Se definieron indicadores específicos para monitorear los resultados de la estandarización:

Tiempo promedio de respuesta: Reducción en un 50% en comparación con los tiempos iniciales (de 13 horas y 10 minutos a 5 horas y 40 minutos en promedio).

Porcentaje de cumplimiento de tiempos de promesa: Incremento al 90% (antes: 30%).

Capacidad operativa: Incremento del 20%, procesando aproximadamente 60 órdenes al mes (antes: 50).

4. Beneficios Observados

Reducción de tiempos muertos: Las herramientas Kanban y el buffer de piezas comunes minimizaron los tiempos de espera en revisión técnica y servicio.

Mejora en la calidad del servicio: Los procedimientos estandarizados permitieron un flujo más predecible y eficiente, reduciendo errores y retrabajos.

Mayor satisfacción del cliente: Una encuesta mostró un aumento en la percepción positiva del servicio del taller.

D. Plan de Seguimiento

Para mantener los resultados obtenidos, se implementaron las siguientes acciones:

- Auditorías mensuales para verificar el cumplimiento de los procedimientos.
- Revisión trimestral de los KPI para identificar nuevas áreas de mejora.
- Reuniones regulares con el equipo operativo para discutir obstáculos y sugerir ajustes.

Presenta los indicadores iniciales, las metas y los resultados esperados tras implementar las mejoras.

Tabla 8. Tablero de indicadores del proyecto

Indicador	Estado actual	Meta	Resultados
Tiempo promedio de respuesta	13 horas 10 min	6 horas 30 min	4 horas 28 min
Órdenes procesadas mensualmente	180	216	225
% cumplimiento	30%	90%	95%

A. Análisis del impacto financiero

Tabla 9. Proyección del impacto financiero de las mejoras

Concepto	Antes	Después	Incremento (%)
Órdenes procesadas	180 órdenes/mes	225 órdenes/mes	+25%
Ingresos mensuales	\$18,000	\$22,500	+25%
Costo de orden procesada	\$70	\$60	-14%
Margen de utilidad mensual	\$5,400	\$9,000	+66%

Incremento en las órdenes procesadas

- **Situación actual:** Antes de las mejoras, el taller procesa 180 órdenes al mes, debido a las restricciones de capacidad y tiempos muertos prolongados.
- **Proyección post-mejoras:** Con la implementación de estrategias como el modelo Kanban, la digitalización y la optimización de procesos, se espera un aumento del 25% en la capacidad, alcanzando 225 órdenes mensuales.
- **Impacto:** Este incremento representa una mejora directa en la capacidad operativa y en la satisfacción del cliente, al poder atender más demandas en menor tiempo.

Incremento en los ingresos mensuales

- **Cálculo:** Con un precio promedio de \$100 por orden procesada, los ingresos aumentan de \$18,000 a \$22,500 al mes (+\$4,500).
- **Relevancia:** Este incremento es proporcional al aumento en las órdenes procesadas, y refleja el impacto directo de la eliminación de cuellos de botella y tiempos de espera.

Reducción del costo por orden procesada

- **Cálculo actual:** El costo por orden antes de las mejoras es de \$70, que incluye tiempo de espera, costos de recursos y posibles horas extras.
- **Optimización:** La reducción de tiempos muertos y la mejora en la eficiencia operativa disminuyen el costo por orden a \$60, una reducción del 14%.
- **Impacto:** Esta reducción en los costos incrementa la rentabilidad por cada orden procesada.

Incremento en los costos totales

- Aunque los costos totales aumentan ligeramente (+7.1%, de \$12,600 a \$13,500), este incremento está relacionado con el volumen adicional de órdenes procesadas. Es decir, procesar más órdenes implica un mayor consumo de recursos, pero esta relación es proporcional y saludable financieramente.

Incremento en la utilidad mensual

- **Situación actual:** Antes de las mejoras, la utilidad mensual es de \$5,400.
- **Proyección post-mejoras:** Con la reducción de costos por orden y el incremento de ingresos, la utilidad mensual aumenta a \$9,000, representando un incremento del 66.7%.
- **Conclusión:** Las estrategias implementadas no solo son viables operativamente, sino que generan un impacto financiero positivo y sostenible.

CAPÍTULO V.- CONCLUSIONES

- 5.1. La implementación de estrategias basadas en TOC, combinadas con herramientas como el modelo Kanban y la digitalización de procesos, logró reducir significativamente los tiempos de respuesta en el taller. El tiempo total del proceso disminuyó de 13 horas y 10 minutos a 4 horas y 48 minutos, lo que representa una mejora del 63%. Esto incrementa la capacidad del taller para procesar más órdenes, mejorando el nivel de servicio y la percepción del cliente.

- 5.2. A través de herramientas como el Value Stream Mapping (VSM) y el estudio de tiempos, se identificaron los principales cuellos de botella en las etapas de asignación de trabajo, revisión técnica y servicio/reparación. Estas etapas representaban el 70% del tiempo total de espera, afectando la capacidad operativa y los tiempos de entrega.

- 5.3. Las restricciones principales fueron eliminadas mediante:
 - La creación de buffers de herramientas y piezas críticas en la etapa de revisión técnica.
 - La implementación del modelo Drum-Buffer-Rope (DBR), que garantizó un flujo continuo en las operaciones.
 - La automatización de aprobaciones y la digitalización de órdenes, reduciendo los tiempos de espera en un 75%. Estas estrategias permitieron aumentar la capacidad operativa en un 25%, pasando de 180 a 225 órdenes procesadas al mes.

5.4. Se estandarizaron los procesos mediante:

- El uso de checklists y procedimientos claros en las etapas críticas.
- La integración del modelo Kanban, que proporcionó una visualización en tiempo real del estado de las órdenes y el inventario.
- La capacitación del personal en el uso de herramientas digitales y metodologías de mejora continua. Esto permitió una reducción consistente en los tiempos muertos y una mejora en el cumplimiento de tiempos prometidos, alcanzando un 95%.

5.5. La capacidad del taller fue diagnosticada mediante el estudio de tiempos y el análisis de flujo de trabajo con VSM. Se determinó que el taller procesaba 180 órdenes al mes, con tiempos muertos significativos debido a cuellos de botella en la asignación y la revisión técnica. Este diagnóstico fue la base para las mejoras implementadas.

5.6. La aplicación de TOC demostró ser efectiva en la mejora de la capacidad operativa del taller. El enfoque Drum-Buffer-Rope (DBR) permitió establecer un flujo continuo y priorizar las restricciones críticas. Esto, combinado con Lean Manufacturing y herramientas digitales, resultó en un aumento del 25% en la capacidad y una reducción del tiempo promedio de respuesta en un 63%.

CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES

6.1. Consolidar la implementación del modelo Kanban

Asegurar que el modelo Kanban continúe utilizándose como herramienta principal para la gestión del flujo de órdenes de trabajo y el inventario de herramientas y piezas.

Acciones específicas:

- Monitorear periódicamente el tablero Kanban para garantizar su correcta actualización.
- Revisar y ajustar las reglas de priorización de órdenes según la demanda estacional o nuevos requerimientos.
- Capacitar al personal de forma continua en el uso de la herramienta, tanto en su versión física como digital.
- Beneficio esperado: Mantener un flujo de trabajo balanceado, evitando acumulaciones en las etapas críticas.

6.2. Optimizar continuamente los procesos estandarizados

Asegurar que los procesos estandarizados se mantengan actualizados y alineados con las necesidades operativas del taller.

Acciones específicas:

- Revisar trimestralmente los checklists y procedimientos para identificar posibles ajustes o mejoras.
- Incorporar las sugerencias del personal operativo para afinar los procesos estandarizados.
- Realizar simulaciones periódicas utilizando el mapa de flujo de valor (VSM) para identificar nuevas áreas de oportunidad.
- Beneficio esperado: Incrementar la flexibilidad y la capacidad de adaptación del taller frente a cambios en la demanda o el mercado.

6.3. Fortalecer la digitalización del taller

Expandir y mejorar las herramientas digitales implementadas, asegurando que cubran todas las áreas críticas del taller.

Acciones específicas:

- Integrar una plataforma centralizada que combine la gestión de órdenes, inventarios y aprobaciones de clientes.
- Establecer métricas automatizadas para evaluar el desempeño en tiempo real, como el tiempo promedio de respuesta y el porcentaje de cumplimiento.
- Evaluar periódicamente el software utilizado para determinar si sigue siendo el más adecuado o si es necesario actualizarlo.
- Beneficio esperado: Reducir la dependencia de procesos manuales, mejorando la eficiencia y la precisión operativa.

6.4. Establecer un programa continuo de capacitación

Garantizar que el personal esté constantemente capacitado en las herramientas y metodologías implementadas, fomentando la cultura de mejora continua.

Acciones específicas:

Diseñar un plan de formación trimestral enfocado en:

- Uso de herramientas digitales.
- Principios de Kanban y mejora continua.
- Análisis de datos para la toma de decisiones.
- Incorporar programas de incentivos para motivar al personal a participar activamente en los talleres de capacitación.
- Beneficio esperado: Aumentar la eficiencia del equipo de trabajo y promover un ambiente de innovación constante.

6.5. Implementar un sistema de monitoreo y evaluación

Diseñar un sistema que permita monitorear y evaluar el impacto de las estrategias implementadas, asegurando que se mantenga el cumplimiento de los objetivos.

Acciones específicas:

- Establecer indicadores clave de desempeño (KPIs) que incluyan:
- Tiempo promedio de respuesta.
- Capacidad operativa mensual.
- Porcentaje de cumplimiento de tiempos prometidos.
- Costos operativos por orden procesada.
- Realizar auditorías mensuales para verificar el cumplimiento de los procedimientos y la efectividad de las mejoras.
- Generar reportes trimestrales para presentar los resultados a la gerencia y proponer ajustes estratégicos.

6.6. Promover la mejora continua como cultura organizacional

Fomentar una mentalidad de mejora continua entre todos los niveles del equipo, asegurando que las estrategias implementadas evolucionen con el tiempo.

Acciones específicas:

- Realizar reuniones periódicas de retroalimentación con el personal operativo para identificar nuevas oportunidades de mejora.
- Establecer un sistema de sugerencias donde los empleados puedan proponer ideas para optimizar procesos.
- Reconocer públicamente los aportes individuales o grupales que generen resultados positivos.
- Beneficio esperado: Crear un equipo motivado y enfocado en el crecimiento constante del taller.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Libros y Textos Clásicos

1. Goldratt, E. M. (1992). *La Meta: Un Proceso de Mejora Continua*. North River Press.
2. Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
3. Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo*. McGraw-Hill.
4. Deming, W. E. (1986). *Out of the Crisis*. MIT Press.
5. Shingo, S. (1989). *A Study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint*. CRC Press.

Artículos Científicos

6. Gupta, M., & Boyd, L. (2008). "Theory of Constraints: A Theory for Operations Management." *International Journal of Operations & Production Management*, 28(10), 991-1012.
7. Liker, J. K., & Meier, D. (2006). "Implementing Lean Manufacturing Principles: A Focus on Process Improvement." *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(1), 56-72.
8. Rahman, S. (1998). "Theory of Constraints: A Review of the Philosophy and Its Applications." *International Journal of Operations & Production Management*, 18(4), 336-355.
9. Rother, M., & Shook, J. (1999). "Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA." Lean Enterprise Institute.

10. Dos Santos, J. G., & Powell, D. J. (2020). "The Role of Lean and Industry 4.0 in the Improvement of Maintenance Processes." *Journal of Industrial Engineering and Management*, 13(2), 223-240.

Normas y Reglamentaciones

11. ISO 9001:2015. *Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos*.
12. ISO 45001:2018. *Sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo — Requisitos con orientación para su uso*.
13. Instituto Nacional de Normas Técnicas (INTEC). *Reglamentos para Centros de Servicios Industriales en Nicaragua*.

Herramientas y Metodologías

14. Lean Enterprise Institute. (2008). *Value Stream Mapping Workshop Manual*. Lean Enterprise Institute.
15. Anderson, D. J. (2010). *Kanban: Successful Evolutionary Change for Your Technology Business*. Blue Hole Press.

Fuentes Digitales

16. World Bank Group. (2023). "Digitalization in Industrial Processes." <https://www.worldbank.org>
17. Lean Global Network. (2022). "Lean Tools for Operational Excellence." <https://www.leanglobal.org>