

IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTA DMAIC MEDIANTE LEAN SIX SIGMA PARA
AUMENTAR LA CALIDAD Y OPTIMIZACIÓN DEL INVENTARIO DE LA EMPRESA
SICET EN EL AÑO 2025



SARA GABRIELA CAGUA MEDINA
ANA MARILYN NIÑO WINTACO



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD INGENIERÍA INDUSTRIAL
VILLAVICENCIO
2025

IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTA DMAIC MEDIANTE LEANSIX SIGMA PARA
AUMENTAR LA CALIDAD Y OPTIMIZACIÓN DEL INVENTARIO DE LA EMPRESA
SICET EN EL AÑO 2025

SARA GABRIELA CAGUA MEDINA
ANA MARILYN NIÑO WINTACO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial

Orden: Profesional

Modalidad: Curso o seminario de profundización

Asesor

Mg.JHON ALEXANDER GONZALEZ GARZON

Magister en Dirección y Gestión de proyectos

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD INGENIERÍA INDUSTRIAL
VILLAVICENCIO

2025

Autoridades Académicas

P. Álvaro José ARANGO RESTREPO, O.P.

Rector General

P. Mauricio Antonio CORTÉS GALLEGO, O.P.

Vicerrector Académico General

P. Luis Antonio ALFONSO VARGAS, O.P.

Rector Seccional Villavicencio

P. Adrián Mauricio GARCÍA PEÑARANDA, O.P.

Vicerrector Académico Seccional Villavicencio

Mg. Julieth Andrea SIERRA TOBÓN

Secretaria General Seccional Villavicencio

Mg. VICTOR ANDRÉS RINCÓN GONZALEZ

Decano de Facultad Ingeniería Industrial

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado, en primer lugar, a Dios, como muestra de gratitud por ser la fuente de fortaleza y sabiduría que nos permitió llevar a buen término este proyecto.

A nuestras familias, cuyo sacrificio y fe constante nos abrieron las puertas de esta casa de estudios. Este logro es también suyo, el reflejo de su anhelo por vernos realizadas como Ingenieras Industriales.

Asimismo, expresamos nuestro más sincero reconocimiento a la Facultad de Ingeniería Industrial, por las enseñanzas impartidas que han cimentado las bases de nuestro desarrollo profesional.

Agradecimientos

Expresamos nuestra más sincera gratitud a quienes contribuyeron significativamente al desarrollo de este proyecto.

En primer lugar, extendemos nuestro agradecimiento a la Universidad Santo Tomás Seccional Villavicencio, y, de manera especial, a la Facultad de Ingeniería Industrial, por ser nuestra casa de estudios y brindarnos la formación fundamental para nuestro crecimiento profesional.

Nuestra gratitud se dirige a los docentes Jhon Gonzalez, Diana Gutierrez y Victor Rincon, quienes, a través del seminario "Mejora Continua en Lean Six Sigma", nos proporcionaron las valiosas herramientas y conocimientos que constituyeron la base para el desarrollo de este proyecto.

De manera muy especial, deseamos reconocer la labor del profesor Jhon Gonzalez, por su invaluable guía y acompañamiento como nuestro director de opción de grado. Su paciencia, sus sugerencias útiles, su confianza y fe en nuestras capacidades, especialmente durante los momentos de dificultad, fueron un pilar fundamental para llevar este trabajo a su término.

Contenido

	Pág.
Resumen.....	11
Abstract	12
Introducción	13
Título del proyecto	14
Planteamiento del caso.....	15
Marco de referencia	19
Preguntas de reflexión.....	21
Justificación	22
Objetivo.....	24
Objetivo General	24
Objetivos específicos	24
Marco Metodológico.....	25
Flujograma Proceso SICET	26
Flujograma Proceso de Compras SICET	31
Diagrama SIPOC	34
Diagrama Swimlane.....	35
Estudio de Tiempos y Movimientos	37
Diagrama de Pareto	38
Diagrama Ishikawa	39
Tak Time	40
A3.....	42
Metodología 5s.....	43
Modelo Kanban.....	44
Organización Inventario Físico ABC.....	46
Evento Kaizen	47
Cálculo de Defectos por Unidad	49
Estadística Descriptiva.....	50

AS IS	50
Herramienta KPI's	51
Balance Score Card.....	53
Software desarrollado para Inventarios	54
Narración del caso.....	56
Lecciones y recomendaciones.....	60
Bibliografía	61
Anexos	63

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Estudio de tiempos y movimientos del proceso de control de inventarios antes de la mejora.	37
Tabla 2. Estudio de tiempos y movimientos del proceso de control de inventarios después de la mejora.	37
Tabla 3. Diagrama de Pareto.....	38
Tabla 4 Takt Time del proceso de control de inventarios en SICET Ingeniería.....	40
Tabla 5. Comparación entre tiempos reales y Takt Time por actividad.	40
Tabla 6. Cálculo de capacidad operativa y cuello de botella según Takt Time.	41
Tabla 7. Relación entre producción diaria y meta del Takt Time.....	41
Tabla 8. Implementación de la metodología 5S en el proceso de inventario de SICET Ingeniería	43
Tabla 9. Comparativo de eficiencia antes y después de la aplicación de la metodología 5S en SICET Ingeniería	44
Tabla 10. Clasificación ABC del inventario físico en SICET Ingeniería	46
Tabla 11. Cálculo de defectos por unidad (DPU), oportunidad (DPO) y millón de oportunidades (DPMO) en el proceso de inventarios.....	49
Tabla 12. Medidas estadísticas descriptivas del proceso de inventario.	50
Tabla 13. Comparativo del estado actual (AS IS) y estado deseado (TO BE) del proceso de inventarios.....	50
Tabla 14. Indicadores clave de desempeño (KPI's) para la gestión de inventarios automatizados	51
Tabla 15. Cálculo y descripción de los KPI's aplicados al sistema Kanban	52
Tabla 16. Balanced Scorecard aplicado al sistema automatizado de control de inventarios	53

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Registro manual de inventario físico inicial.....	16
Figura 2. Área de almacenamiento Inicial con materiales desorganizados y sin control visual..	16
Figura 3. Almacenamiento de herramientas del Área Civil y equipos con disposición inadecuada.....	17
Figura 4. Condiciones físicas del inventario inicial del Área de SMU.....	17
Figura 5. Diagrama de Flujo proceso Eléctrica SMU de SICET.....	26
Figura 6. Diagrama de Flujo proceso Contrato obra civil de SICET.	29
Figura 7. Diagrama de Flujo del Proceso de Compras de la Empresa SICET Ingeniería.	31
Figura 8. Diagrama SIPOC del proceso de control de inventarios de la empresa SICET Ingeniería.	34
Figura 9. Diagrama Swimlane del proceso de control de inventarios de la empresa SICET Ingeniería	35
Figura 10. Diagrama de Pareto	38
Figura 11. Diagrama Ishikawa.....	39
Figura 12. Fórmula para el cálculo del Takt Time.	40
Figura 13. Cálculo de capacidad operativa según Takt Time.....	41
Figura 14. Reporte A3 del proceso de control de inventarios en SICET Ingeniería	42
Figura 15. Fórmula para el Cálculo de Tarjetas Kanban	44
Figura 16. Tarjeta Kanban Clase A — Prioridad Crítica.....	45
Figura 17 Tarjeta Kanban Clase B — Nivel de Alerta.	45
Figura 18. Tarjeta Kanban Clase C — Nivel Suficiente.....	46
Figura 19. Etapas del evento Kaizen aplicado al proceso de inventario en SICET Ingeniería. ..	47
Figura 20. Nivel Sigma del proceso de inventarios (Z score).	49
Figura 21. Interfaz del software automatizado para la gestión de inventarios.	54
Figura 22. Panel de control del sistema de órdenes de trabajo e inventario digital.....	54
Figura 23. Registro manual de inventario físico Antes.	56
Figura 24. Presentación del aplicativo digital en Google Sheets, AppSheet y Looker Studio....	58
Figura 25. Sesión virtual de capacitación del personal en el uso del sistema automatizado.	58

Lista de Anexos

	Pág.
Anexo 1 Certificado de implementación por parte de la empresa.	63
Anexo 2 Cronograma.....	65
Anexo 3 Tiempos y Movimientos.....	65
Anexo 4 Software Inventarios	67
Anexo 5 Manual de Usuario	74

Resumen

La empresa SICET Ingeniería enfrenta deficiencias en la gestión de inventarios que generan reprocesos, demoras y sobre costos, afectando su eficiencia operativa y financiera. Este proyecto propone la implementación de la metodología Lean Six Sigma bajo el ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), con el fin de diseñar un sistema automatizado de control de inventarios que mejore la trazabilidad de insumos y herramientas.

En la fase Definir se caracterizó el proceso mediante diagramas SIPOC y Swimlane para identificar cuellos de botella; en Medir, se aplicaron estudios de tiempos y movimientos, el diagrama de Pareto y el de Ishikawa para cuantificar defectos y causas raíz; en Analizar, se calculó el Takt Time para determinar la capacidad real del proceso; en Mejorar, se implementaron herramientas como 5S, Kanban y la clasificación ABC, optimizando el flujo de materiales y el orden físico del almacén; y en Controlar, se establecieron indicadores KPI y un Balanced Scorecard para garantizar la sostenibilidad de la mejora.

Como resultado, la trazabilidad del inventario aumentó del 67 % al 94 %, el nivel Sigma mejoró de 2,8 a 4,3 y los costos operativos se redujeron un 18 %, evidenciando el impacto de Lean Six Sigma en la eficiencia y rentabilidad de la empresa.

Palabras clave: Lean Six Sigma, DMAIC, gestión de inventarios, mejora continua, telecomunicaciones, optimización de procesos.

Abstract

SICET Ingeniería faces inefficiencies in its inventory management system that generate rework, delays, and cost overruns, negatively impacting operational and financial performance. This project applies the Lean Six Sigma methodology through the DMAIC cycle (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control) to design and implement an automated inventory control system aimed at enhancing the traceability of tools and materials.

In the Define phase, SIPOC and Swimlane diagrams were used to identify process bottlenecks; the Measure phase included time and motion studies and Pareto and Ishikawa analyses to quantify defects and root causes; during Analyze, the Takt Time was calculated to assess process capacity; in Improve, 5S, Kanban, and ABC classification were implemented to optimize material flow and workplace organization; and finally, in Control, KPI monitoring and a Balanced Scorecard ensured the sustainability of improvements.

As a result, inventory traceability increased from 67% to 94%, the Sigma level improved from 2.8 to 4.3, and operating costs decreased by 18%, demonstrating the effectiveness of Lean Six Sigma in improving efficiency and financial performance.

Keywords: Lean Six Sigma, DMAIC, inventory management, continuous improvement, telecommunications, process optimization.

Introducción

El sector de las telecomunicaciones ha experimentado un crecimiento sostenido en América Latina, impulsado por la transformación digital, el comercio electrónico y la expansión del acceso a internet de banda ancha. Empresas como Claro y Entel concentran la mayor participación del mercado, lo que exige altos estándares de soporte técnico y logístico. En este contexto, compañías aliadas como SICET Ingeniería, dedicada al soporte en ingeniería civil, eléctrica y de telecomunicaciones, deben mantener procesos de inventario eficientes para garantizar la continuidad operativa y la calidad del servicio.

A nivel nacional, el sector TIC representa entre el 4 % y el 5 % del PIB colombiano, siendo un pilar estratégico de desarrollo económico (Fitch Solutions Group, 2023). Sin embargo, la falta de control y trazabilidad de inventarios en empresas de soporte técnico genera pérdidas económicas y tiempos improductivos, como evidencian estudios de Asencio Muñoz (2025) y Pacheco-Ruiz et al. (2022), quienes destacan la importancia de integrar modelos de mejora continua y digitalización en la gestión operativa.

El presente proyecto surge como respuesta a esta necesidad, proponiendo la implementación de la metodología Lean Six Sigma en SICET Ingeniería, enfocada en la optimización del control de inventarios y la reducción de desperdicios operativos. Según Gutiérrez Pulido y De la Vara (2022), Lean Six Sigma combina los principios de eficiencia del sistema Lean con el rigor estadístico de Six Sigma, permitiendo eliminar variabilidad y mejorar la calidad de los procesos. En este sentido, la aplicación del ciclo DMAIC busca analizar las causas raíz de la ineficiencia, estandarizar procedimientos y automatizar el registro de insumos mediante herramientas digitales como Google Sheets, AppSheet y Looker Studio.

El propósito final es transformar el actual sistema manual en un modelo automatizado, visual y confiable que incremente la trazabilidad de los recursos, reduzca el Costo de la Mala Calidad (COPQ) y fortalezca la sostenibilidad operativa de la empresa, consolidando a SICET Ingeniería como un referente en gestión eficiente dentro del sector de telecomunicaciones.

Título del proyecto

Implementación de herramienta DMAIC mediante Lean Six Sigma para aumentar la calidad y optimización del inventario de la empresa SICET en el año 2025

Planteamiento del caso

El sector de las telecomunicaciones es considerado uno de los principales factores del crecimiento económico y la transformación digital a nivel global, impulsando de esta forma la innovación, la competitividad y la generación de conocimiento en múltiples sectores productivos. En la actualidad, este sector resulta esencial no solo por el aumento en su valor económico, sino también por su contribución a la eficiencia operativa y al desarrollo sostenible de las organizaciones. Según Martínez, Rojas, Oyarvide y Saltos (2023), la era de las telecomunicaciones ha permitido una nueva forma de gestión del conocimiento sustentada en el uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC), las cuales fortalecen la interconexión entre los sectores educativos y productivos en América Latina.

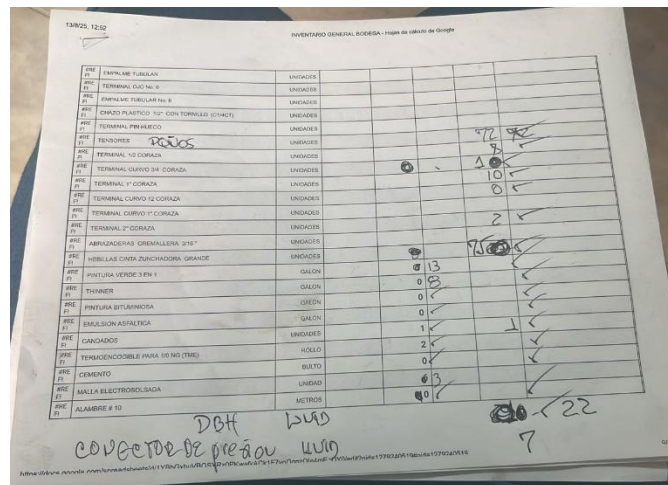
Así mismo en el contexto postpandemia, el sector TIC ha adquirido una relevancia aún mayor, siendo considerado un componente estratégico para la continuidad operativa global (Huyshyar et al., 2021). En este contexto, concuerdan con Fitch Solutions Group (2023), empresas como Claro y Entel concentran más del 70% del mercado de banda ancha fija en América Latina, evidenciando la necesidad de contar con aliados logísticos y técnicos confiables que aseguren la calidad y sostenibilidad de la infraestructura. En Colombia, el sector TIC representa entre el 4% y el 5% del PIB nacional, y su crecimiento depende, en gran medida, de la eficiencia de las empresas proveedoras de soporte técnico y operativo.

Siguiendo este hilo, SICET Ingeniería emerge como una empresa de soporte técnico con más de una década de experiencia, especializada en la prestación de servicios de ingeniería civil, eléctrica y de telecomunicaciones. No obstante, a pesar de su trayectoria y contribución al fortalecimiento del sector, la empresa enfrenta un desafío crítico asociado a la ineficiencia en el control y gestión del inventario de herramientas e insumos. Esta situación ha derivado en reprocesos, pérdidas de materiales, tiempos muertos operativos y costos adicionales asociados al desconocimiento del stock disponible rápidamente en tiempo real.

En este contexto, esta situación puede generar sesgos en la contabilidad de la empresa y arriesgarse a presentar deficiencias en el inventario de stock o desperdicios de este. Tal como lo mencionan Cota Pardini, Osuna Armenta, José Antonio y Medrano Villalobos (2025), las deficiencias en los sistemas de control de inventarios son una de las principales causas de desperdicio y pérdida de productos en las empresas industriales, especialmente cuando no se

dispone de procedimientos estandarizados ni herramientas digitales de seguimiento. Los autores destacan que la ausencia de control visual y la falta de digitalización impiden garantizar la precisión en los movimientos del inventario y provocan sobrecostos asociados al exceso o desabastecimiento de materiales.

Figura 1. Registro manual de inventario físico inicial.



ITEM	DESCRIPCION	UNIDADES	EXISTENCIA	ENTRADA	Salida	Saldo
001	EMPALME TUBULAR	UNIDADES				
002	TERMINAL CUBO No. 6	UNIDADES				
003	EMPALME TUBULAR No. 8	UNIDADES				
004	CHAZO PLASTICO 1/2\"	UNIDADES				
005	TERMINAL PIRAMIDICO	UNIDADES				
006	TERMINAL 1/2\"	UNIDADES				
007	TERMINAL CURVO 3/4\"	UNIDADES				
008	TERMINAL 1\"	UNIDADES				
009	TERMINAL CURVO 1 1/2\"	UNIDADES				
010	TERMINAL 1 1/2\"	UNIDADES				
011	ABRAZADERAS CROMADAS 3/16\"	UNIDADES				
012	VERBILAS CON ZUNCHADORA GRANDE	UNIDADES				
013	PINTURA VERDE 3 EN 1	Galón				
014	THINNER	Galón				
015	PINTURA BLANCA	Galón				
016	EMULSION ASFALTICA	Galón				
017	CANCAJOS	UNIDADES				
018	TERMOCONDUCTOR PARA 1/2\"	UNIDADES				
019	CEMENTO	UNIDAD				
020	MANEJO ELECTRODOLADA	UNIDAD				
021	ALAMBRE # 10	METROS				

Handwritten notes at the bottom: DBH, 1240, CONECTOR DE presión, 22, 7.

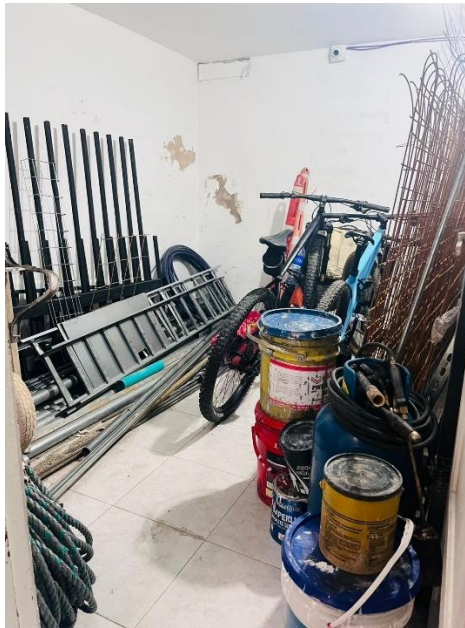
Nota. Documentación del estado inicial del inventario en SICET Ingeniería.

Figura 2. Área de almacenamiento Inicial con materiales desorganizados y sin control visual.



Nota. Evidencia fotográfica del área de bodega antes de la implementación del sistema Lean Six Sigma.

Figura 3. *Almacenamiento de herramientas del Área Civil y equipos con disposición inadecuada.*



Nota. Evidencia fotográfica del área de bodega antes de la implementación del sistema Lean Six Sigma.

Figura 4. *Condiciones físicas del inventario inicial del Área de SMU*



Nota. Evidencia fotográfica del área de bodega antes de la implementación del sistema Lean Six Sigma.

En el caso de SICET Ingeniería, se evidenció una desorganización significativa en las áreas de almacenamiento, con materiales ubicados sin un criterio definido, ausencia de registros confiables y un alto nivel de reprocesos por búsquedas prolongadas de herramientas. Esta situación refleja un entorno propenso a errores humanos y pérdida de trazabilidad, limitando la capacidad de respuesta ante las demandas operativas.

Desde un enfoque de mejora continua, esta deficiencia se enmarca en la fase Definir de la metodología Lean Six Sigma, la cual exige la caracterización cuantitativa del problema. En un diagnóstico preliminar se identificó que la empresa presenta un nivel Sigma inicial de 2,8 equivalente a un DPMO de 186.000, lo que indica una variabilidad significativa en la disponibilidad y trazabilidad de los insumos (Asencio Muñoz, 2025). Esta condición impacta directamente en la capacidad de respuesta operativa y en la calidad del servicio ofrecido al cliente final.

Por tanto, el presente proyecto propone la implementación de una herramienta de gestión del inventario basada en la metodología DMAIC, que permita analizar las causas raíz de la ineficiencia, medir el desempeño del proceso actual y establecer mejoras sostenibles en el control de materiales y herramientas. La propuesta busca optimizar los flujos de inventario mediante la automatización de registros en Google Sheets y su integración con tableros dinámicos en Looker Studio, garantizando una trazabilidad en tiempo real y reduciendo los desperdicios operativos. De esta manera, se espera incrementar la productividad de SICET Ingeniería, minimizar los errores de registro y elevar el nivel Sigma del proceso, consolidando una gestión de inventarios más eficiente, ágil y competitiva

Marco de referencia

El análisis de la gestión de inventarios en el sector de telecomunicaciones ha cobrado relevancia en los últimos años debido a la creciente digitalización de los procesos logísticos y la necesidad de optimizar recursos en entornos de alta variabilidad. Diversas investigaciones evidencian que una gestión ineficiente de inventarios incrementa los costos operativos y reduce el nivel de servicio al cliente, afectando la competitividad organizacional (Kansime, 2022; Padilla González et al., 2023). En este contexto, Lean Six Sigma (LSS) se posiciona como una metodología robusta para la reducción de desperdicios y la mejora continua, gracias a su enfoque en el análisis estadístico de procesos y la identificación de causas raíz (Gutiérrez Pulido & De la Vara, 2022).

Aparicio Hernández et al. (2024) destacan que la aplicación del enfoque DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) permite cuantificar el rendimiento del proceso e identificar oportunidades de mejora sustentadas en datos, lo cual representa una ventaja frente a otras metodologías más descriptivas como Kaizen o ISO 9001. De hecho, estudios comparativos demuestran que LSS logra niveles de precisión superiores en la identificación de causas raíz y en la sostenibilidad de las mejoras implementadas (Pyzdek & Keller, 2023).

Padilla González et al. (2023) ejemplifican la eficacia de estas herramientas en la empresa LITO S.A.S., donde la implementación de 5S, Ishikawa y ABC redujo significativamente los tiempos de búsqueda y mejoró la trazabilidad del inventario. Resultados similares reporta Abbey et al. (2024), quienes implementaron un modelo Lean basado en datos para minimizar pérdidas económicas y aumentar la eficiencia en la cadena de suministro. En ambos casos, el enfoque DMAIC permitió validar las mejoras con indicadores cuantificables de desempeño.

Por otro lado, la digitalización se presenta como un componente indispensable en la gestión moderna de inventarios. Jarašūnienė et al. (2023) demuestran que la incorporación de tecnologías IoT e Industria 4.0 transforma los sistemas tradicionales en plataformas de monitoreo en tiempo real, mejorando la trazabilidad y reduciendo errores humanos. De manera complementaria, Bhat y Bhat (2023) evidencian que el uso de Python y librerías de análisis de datos como Pandas o Plotly puede integrarse con sistemas ERP para optimizar los conteos de inventario y sincronizar la información con procesos productivos.

Asimismo, Gunawan y Setiawan (2022) muestran que el modelo EOQ (Economic Order Quantity) optimiza los costos de almacenamiento, alcanzando reducciones de hasta un 47,5% en costos operativos. Estas técnicas, combinadas con herramientas Lean como Kanban y ABC, han demostrado su efectividad en la priorización de productos críticos y en la mejora del flujo logístico (Velazco Arbieto, 2025).

Desde la perspectiva estratégica, Liker (2021) y Kaplan y Norton (2022) coinciden en que el uso de sistemas visuales y tableros de control como el Balanced Scorecard (BSC) potencia la alineación entre la operación y los objetivos organizacionales, fortaleciendo la cultura de mejora continua. Esto ha sido comprobado por García et al. (2023), quienes integraron indicadores Six Sigma dentro de un BSC para monitorear la eficiencia de procesos en entornos industriales.

En síntesis, la literatura revisada evidencia que Lean Six Sigma, frente a metodologías tradicionales de control de inventarios, ofrece un enfoque integral que combina análisis estadístico, herramientas visuales y digitalización, permitiendo obtener resultados sostenibles y medibles. Su aplicación en sectores de servicios y telecomunicaciones ha mostrado impactos positivos en reducción de desperdicios, incremento de precisión en el registro de inventarios y mejora en los tiempos de respuesta al cliente (Aydin & Taskin, 2023).

SICET Ingeniería es una empresa colombiana con más de diez años de experiencia en los sectores eléctrico, civil y de telecomunicaciones. Su compromiso con la innovación tecnológica le ha permitido desarrollar proyectos de alta complejidad, aunque enfrenta limitaciones en la gestión de inventarios de herramientas e insumos. La ausencia de un sistema automatizado, la falta de estandarización en los procesos y la desorganización física del almacén generan demoras, errores de registro y pérdidas económicas, afectando la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente.

La aplicación de Lean Six Sigma dentro de este contexto busca optimizar el control de inventarios mediante la implementación del ciclo DMAIC. Este enfoque integra la tecnología digital (AppSheet, Looker Studio y Google Workspace) con herramientas Lean (5S, Kanban y ABC), generando un modelo híbrido de mejora continua basado en evidencia estadística y control visual. La revisión sistemática de la literatura respalda la pertinencia de esta elección metodológica, ya que LSS permite no solo eliminar desperdicios y estandarizar procesos, sino también fortalecer la sostenibilidad de las mejoras en el largo plazo.

Preguntas de reflexión

¿Cuáles son las principales causas que generan ineficiencias en la gestión del inventario en SICET Ingeniería?

¿Qué indicadores permiten medir el desempeño actual del control de inventarios bajo el enfoque Lean Six Sigma?

¿Cómo pueden las herramientas Lean Six Sigma contribuir a estandarizar y optimizar el proceso de inventario?

¿Qué estrategias de control garantizarán la sostenibilidad de la mejora implementada?

¿Cómo influye la resistencia al cambio del personal operativo en la permanencia de las mejoras propuestas?

Justificación

La gestión de inventarios es estratégica para la competitividad empresarial dado que influye directamente en la rentabilidad, el flujo de efectivo y la calidad del servicio al cliente. En un entorno caracterizado por la digitalización y la presión constante por reducir costos, las empresas deben adoptar enfoques sistemáticos de mejora que les permitan minimizar pérdidas y optimizar sus recursos logísticos. De acuerdo con Pacheco-Ruiz et al. (2022), las organizaciones que integran metodologías de mejora continua en sus procesos operativos logran incrementar su eficiencia hasta en un 25 %, mejorando su capacidad de respuesta y sostenibilidad a largo plazo.

En el caso de SICET Ingeniería, los resultados del diagnóstico preliminar evidencian deficiencias en la gestión de herramientas e insumos, traducidas en sobrecostos, reprocesos y demoras operativas. Estas ineficiencias representan una manifestación directa del Costo de la Mala Calidad (COPQ), el cual incluye desperdicios, tiempos improductivos y pérdidas financieras derivadas del manejo inadecuado del inventario (Ramírez & Escobar, 2023). Bajo este contexto, la aplicación de la metodología Lean Six Sigma se convierte en una alternativa integral para identificar las causas raíz del problema, cuantificar su impacto económico y establecer estrategias de control sostenibles.

El modelo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) ofrece una estructura metodológica que permite abordar los procesos desde una perspectiva basada en datos, garantizando decisiones fundamentadas y medibles. En la fase Analizar, por ejemplo, se busca determinar las variables críticas que inciden en la falta de trazabilidad de los insumos, mientras que la fase Mejorar prioriza la implementación de soluciones que reduzcan el desperdicio y los costos asociados. Según Mendoza y Suárez (2023), esta metodología incrementa la productividad en promedio un 30 % y disminuye los defectos en los procesos hasta en un 50 %, generando un impacto económico positivo medible.

Asimismo, la integración de tecnologías digitales representa un pilar clave en la transformación de los sistemas de control. La automatización mediante Google Sheets, Looker Studio y AppSheet permitirá registrar, analizar y visualizar los movimientos del inventario en tiempo real, fortaleciendo la trazabilidad y la toma de decisiones basada en evidencia. En línea con esto, Barrera (2020). Propuesta de un modelo para la gestión de inventarios mediante la logística 4.0 para pymes en Colombia. Universidad Externado de Colombia. et al. (2024) sostienen

que la digitalización de la gestión logística reduce hasta en un 40 % los errores humanos y mejora la disponibilidad de información para la planeación operativa.

Adicionalmente, el uso de herramientas Lean como las 5S y Kanban visual promoverá la organización, limpieza y estandarización del espacio físico del almacén, contribuyendo al orden, la seguridad y la eficiencia del trabajo. Velazco Arbieto, (2023) enfatizan que la disciplina operativa derivada de estas herramientas impulsa la cultura de mejora continua y reduce los tiempos improductivos.

En síntesis, este proyecto se justifica por su aporte directo al fortalecimiento estratégico, operativo y financiero de SICET Ingeniería. La implementación de Lean Six Sigma, apoyada en tecnologías de automatización y análisis de datos, permitirá a la organización mejorar el control de inventarios, disminuir el Costo de la Mala Calidad y elevar la calidad del servicio, consolidando así un modelo de gestión eficiente, sostenible y alineado con los objetivos de competitividad del sector de telecomunicaciones.

Objetivo

Objetivo General

Implementar un sistema automatizado de control de inventarios basado en la metodología Lean Six Sigma para SICET Ingeniería, que mejore la trazabilidad de insumos y herramientas, reduciendo los errores de registro en al menos un 30 % durante el año 2025.

Objetivos específicos

- Medir el desempeño actual del proceso de inventario utilizando indicadores Lean Six Sigma, identificando las causas raíz de los errores y su impacto operativo y financiero.
- Diseñar un sistema automatizado de control de inventarios en Google Sheets y Looker Studio que registre en tiempo real las entradas y salidas, aumentando la trazabilidad del 70 % al 95 %.
- Implementar las fases DMAIC, reduciendo defectos en el proceso de inventario y garantizar la estandarización y sostenibilidad del nuevo sistema.

Marco Metodológico

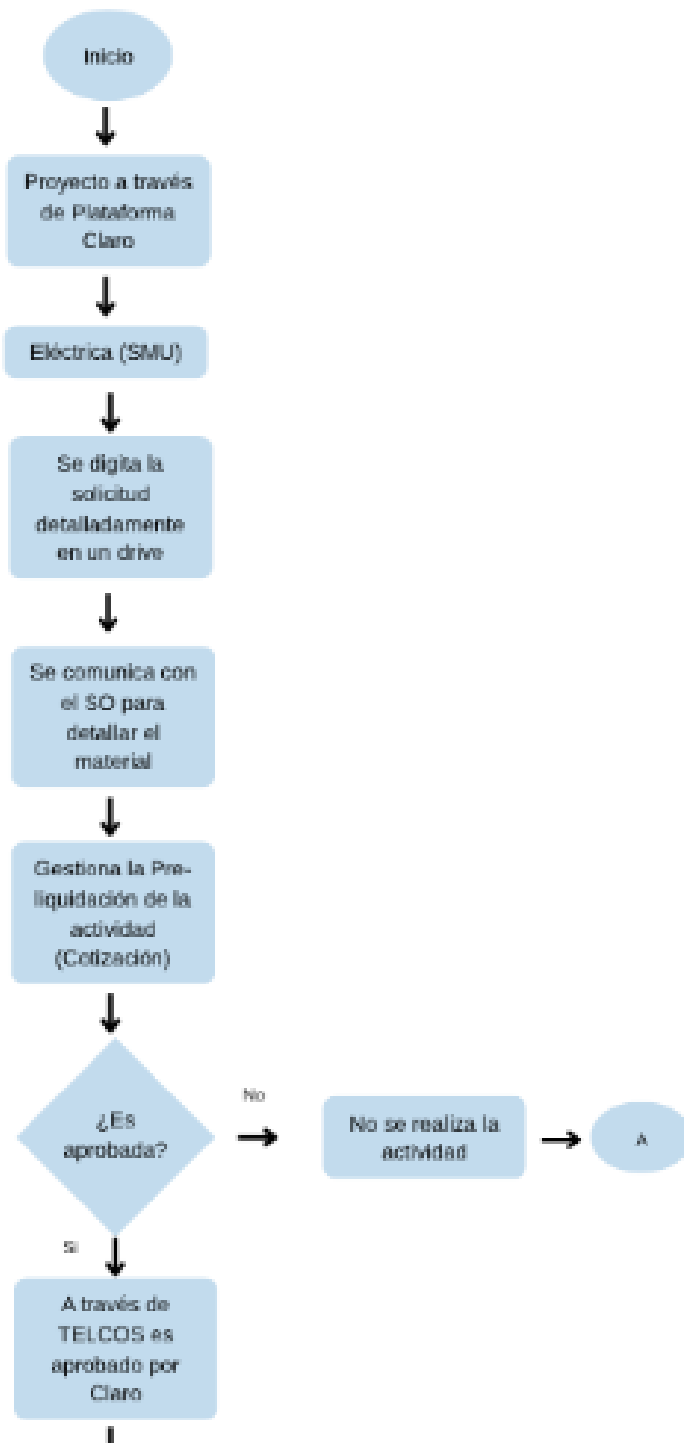
El presente proyecto se realiza bajo la metodología Lean Six Sigma en la empresa SICET en el área de inventarios con la finalidad de optimizar el control de los insumos y herramientas que maneja la empresa en tiempo real, reducción de desperdicios y conectar la comunicación con las demás áreas en la cual se vincula directamente, mejorando la comunicación. Para cumplir con este objetivo se organizó las herramientas desarrolladas durante la implementación del proyecto bajo el enfoque Lean Six Sigma, una metodología reconocida por su capacidad para mejorar la eficiencia, reducir desperdicios y optimizar procesos empresariales. Este enfoque combina los principios de Lean Manufacturing, centrados en la eliminación de actividades sin valor agregado, con los de Six Sigma, orientados al control estadístico de la variabilidad (Gutiérrez Pulido & De la Vara, 2022). Su aplicación en la empresa SICET Ingeniería permitió establecer un sistema estructurado de mejora continua, que garantiza la precisión en la gestión del inventario y tener una trazabilidad confiable de los recursos operativos.

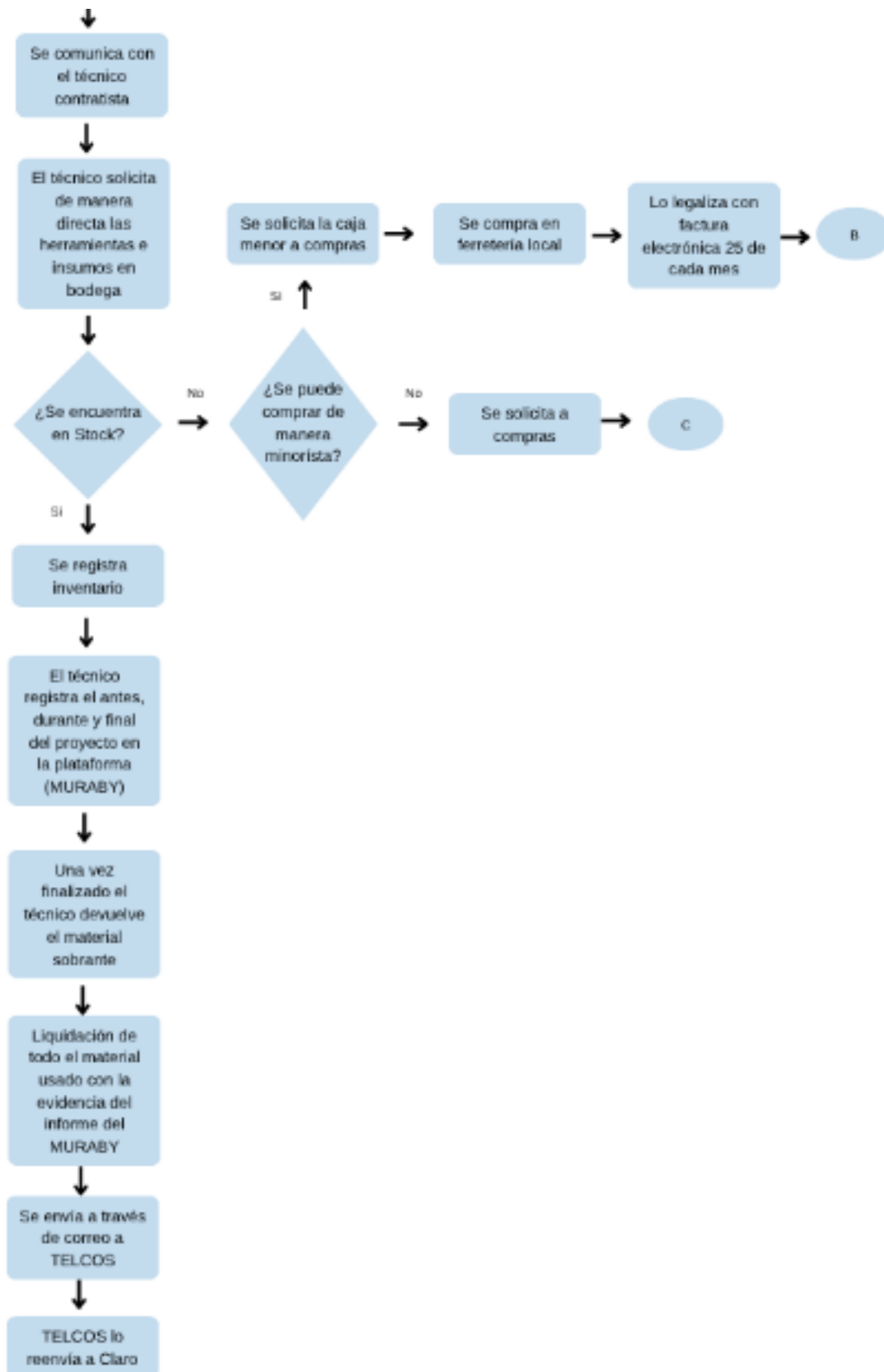
Así mismo, la metodología DMAIC garantiza un proceso estructurado, medible y replicable, asegurando la validez de los resultados y la sostenibilidad de las mejoras (Pyzdek & Keller, 2023).

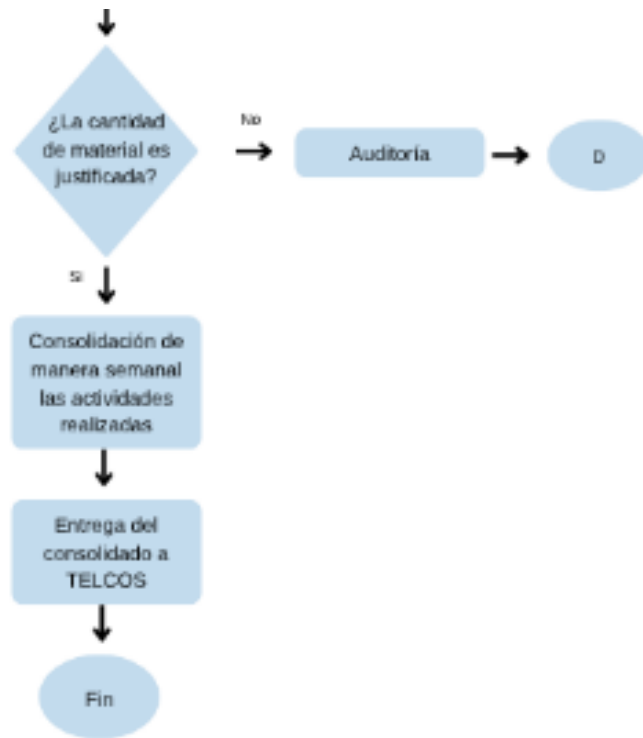
Fase Definir: Según Liker (2021), la etapa de definición es determinante para enfocar correctamente la mejora, ya que permite alinear la voz del cliente (VOC) con los resultados esperados del proceso. De esta forma, en esta fase se identificó el problema central de la empresa que es la falta de control y organización del inventario y se delimitaron los objetivos del proyecto. Se elaboraron herramientas como el SIPOC y los diagramas de flujo.

Flujograma Proceso SICET

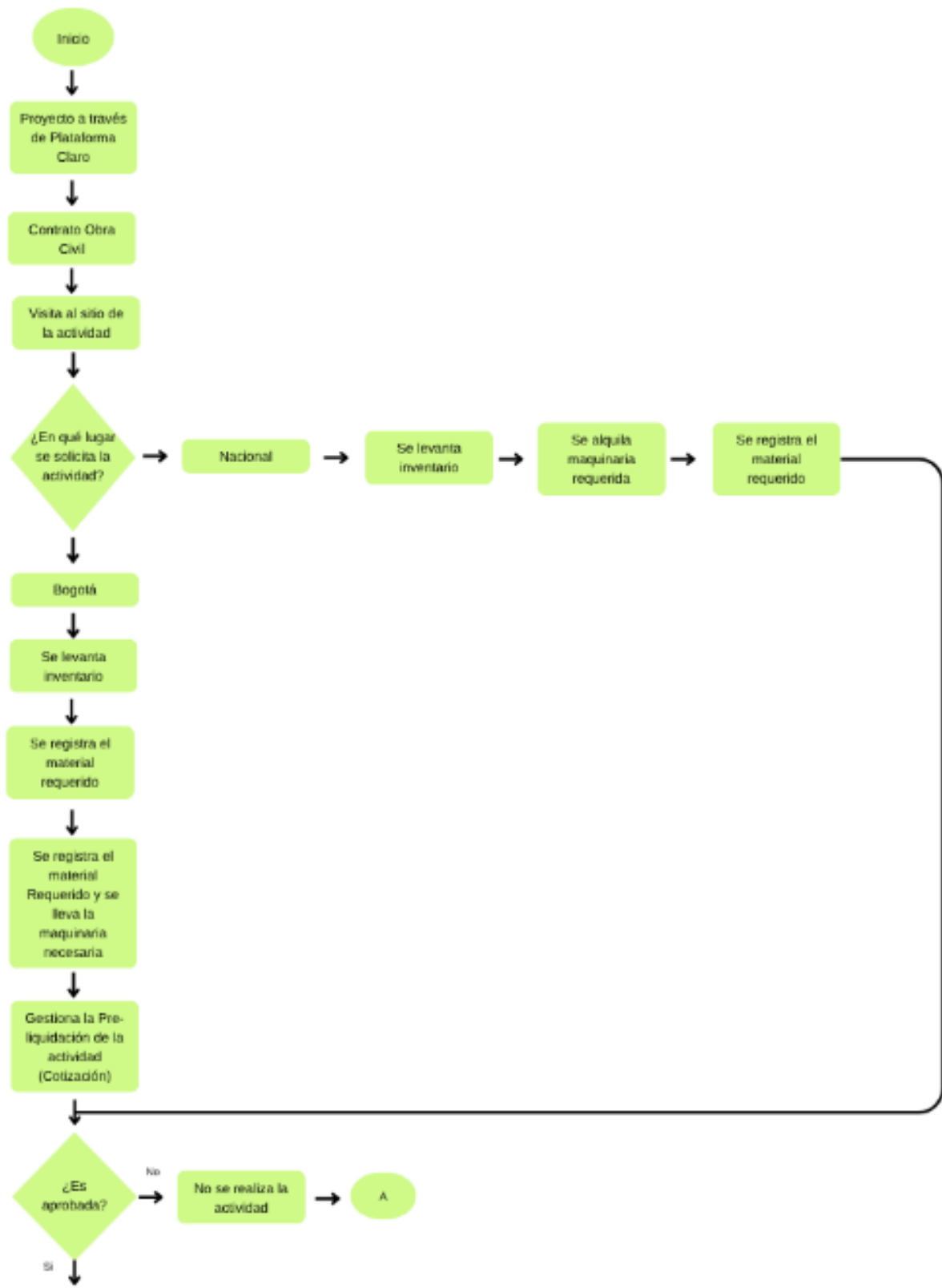
Figura 5.Diagrama de Flujo proceso Eléctrica SMU de SICET.

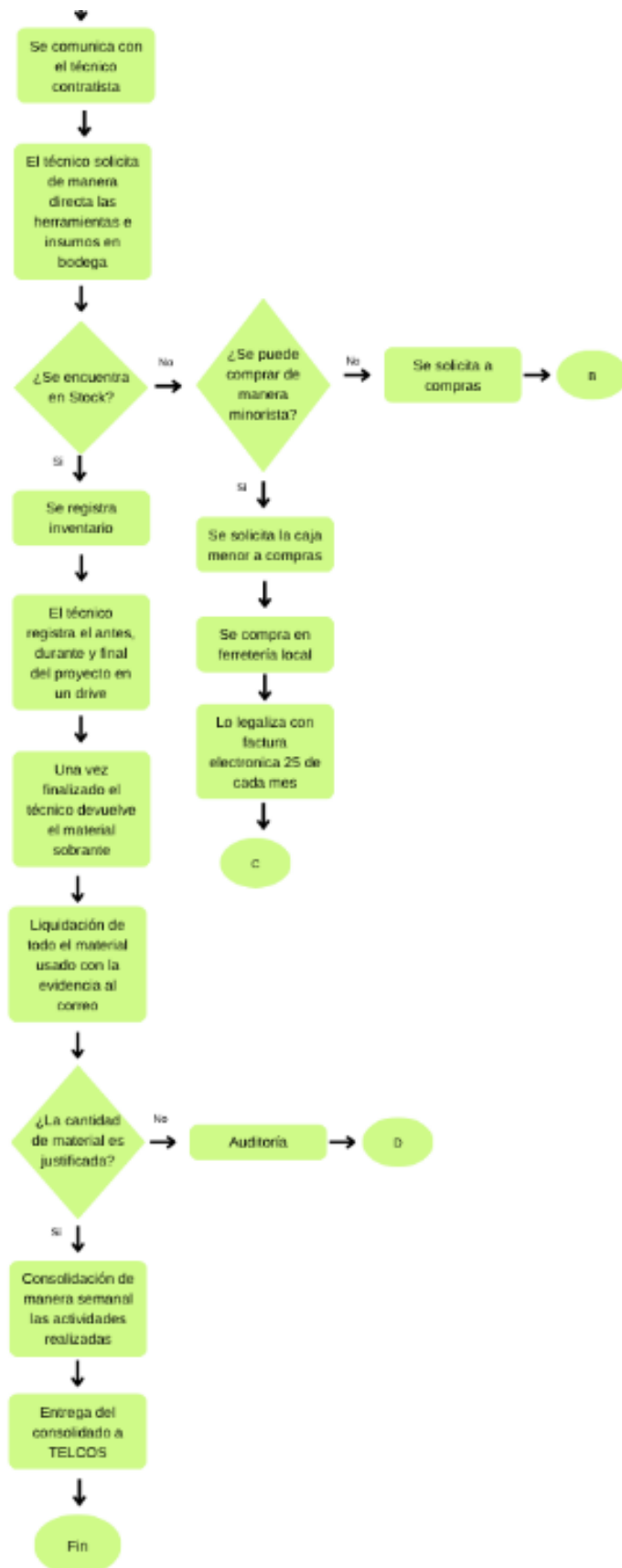






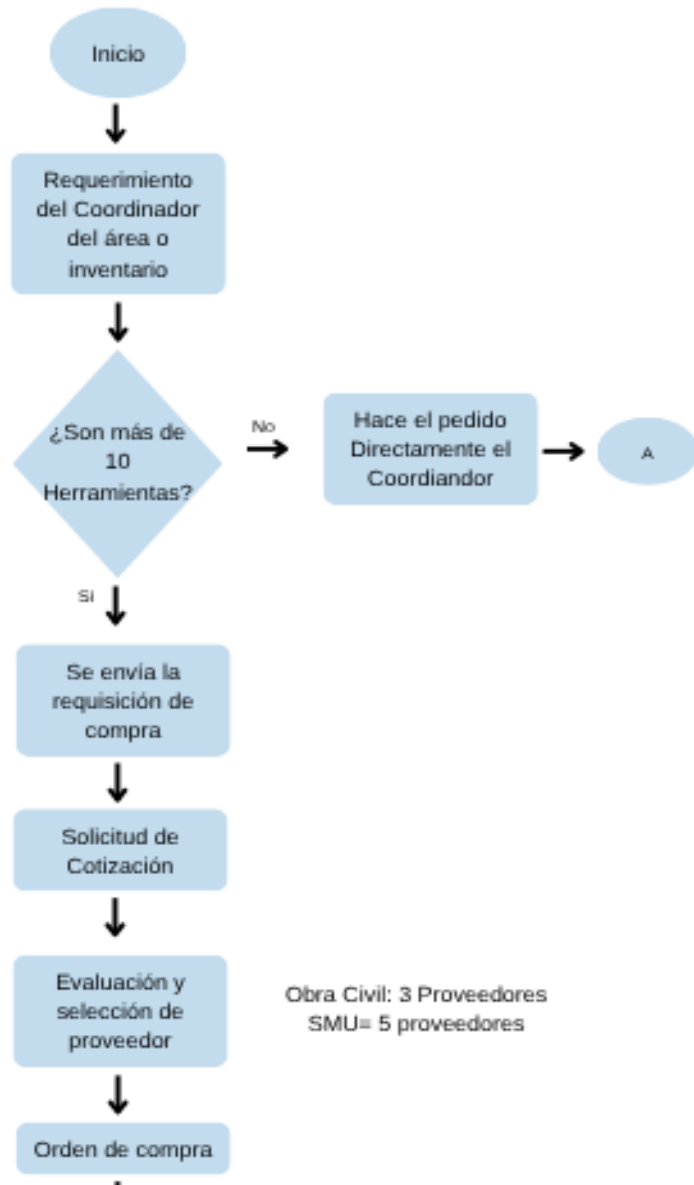
Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma.

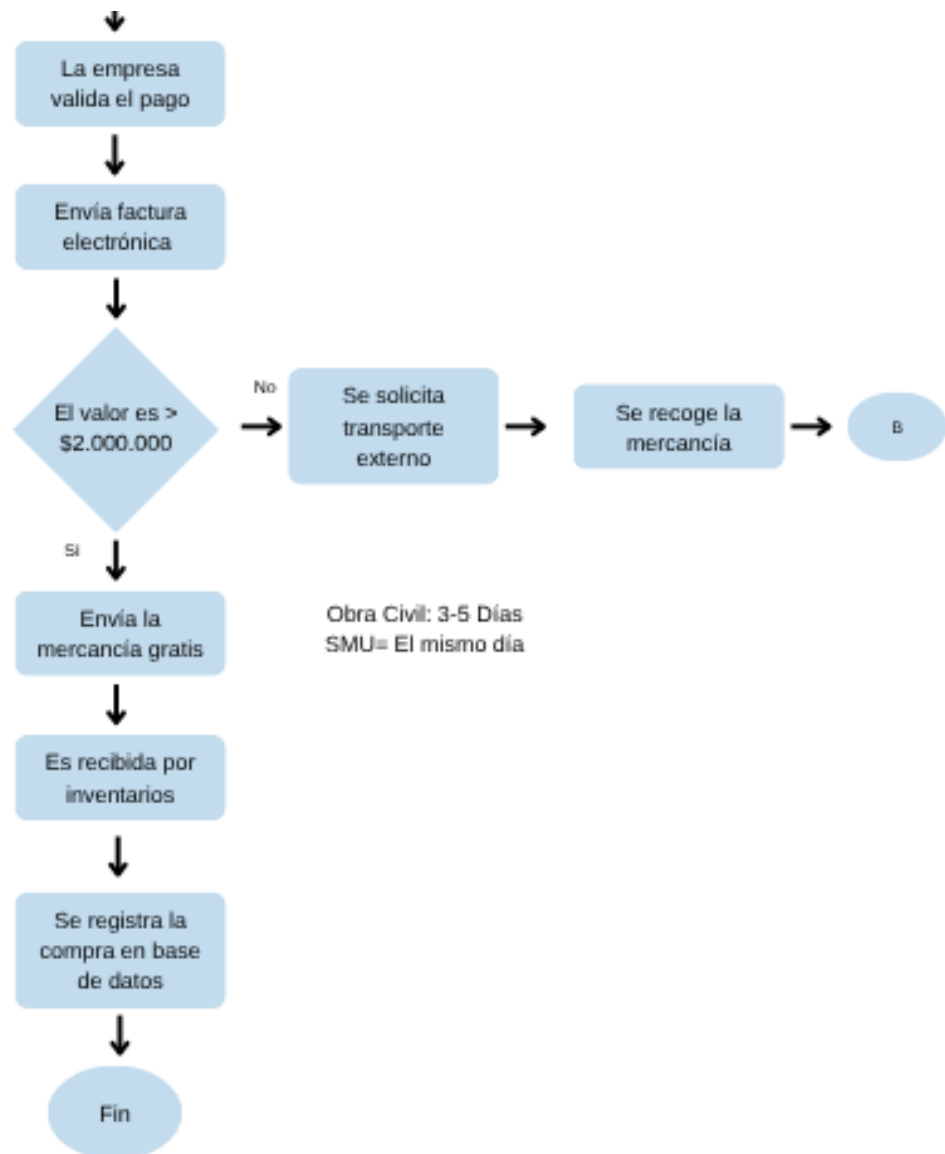
Figura 6.Diagrama de Flujo proceso Contrato obra civil de SICET.

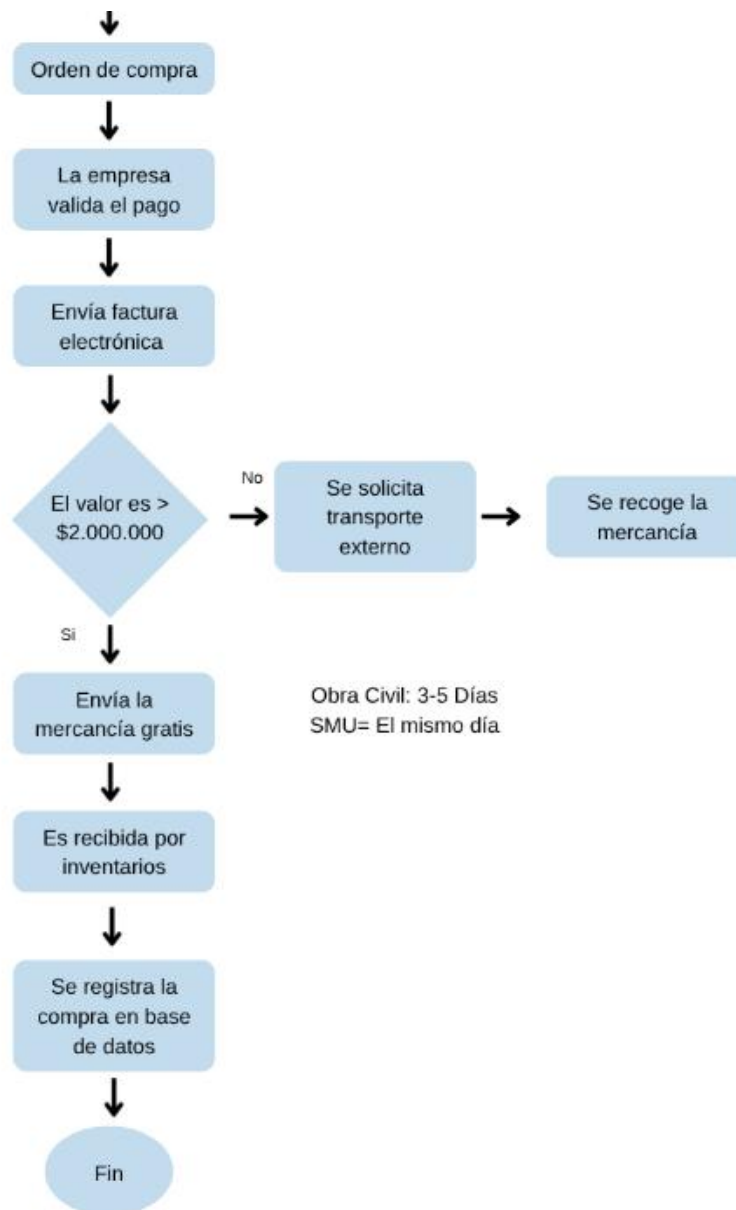


Flujograma Proceso de Compras SICET

Figura 7.Diagrama de Flujo del Proceso de Compras de la Empresa SICET Ingeniería.







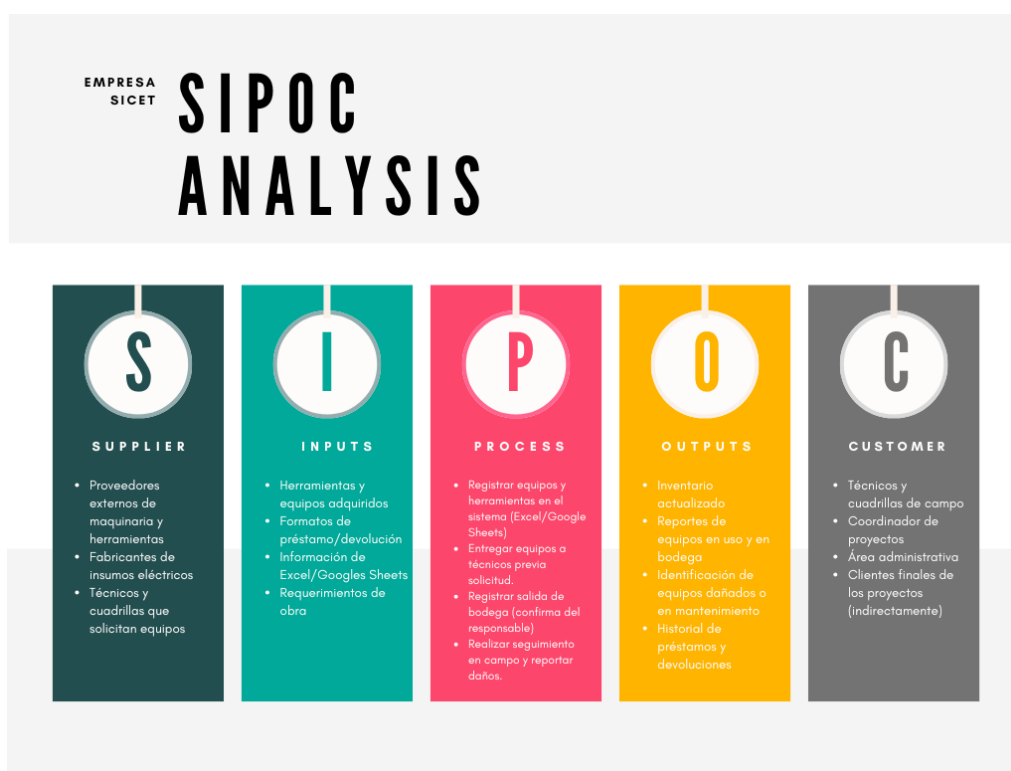
Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma.

Según Gutiérrez Pulido (2022), esta herramienta es fundamental en Lean Six Sigma porque ayuda a identificar redundancias, cuellos de botella y desperdicios que afectan el rendimiento del proceso. En el caso de SICET Ingeniería, los diagramas evidencian la secuencia completa desde la solicitud de herramientas o insumos hasta la recepción y registro, lo que permite estandarizar tareas y detectar puntos críticos de mejora, como lo es evidenciar demoras, duplicidad de registros y una alta dependencia en la gestión manual, factores que afectan la trazabilidad y eficiencia

operativa. En este contexto, de acuerdo con Gutiérrez Pulido (2022), esta herramienta es esencial en Lean Six Sigma porque en este caso, los resultados permitieron identificar oportunidades de mejora orientadas a la digitalización y estandarización del proceso, promoviendo un proceso más confiable (Hernández & López, 2023).

Diagrama SIPOC

Figura 8.Diagrama SIPOC del proceso de control de inventarios de la empresa SICET Ingeniería.

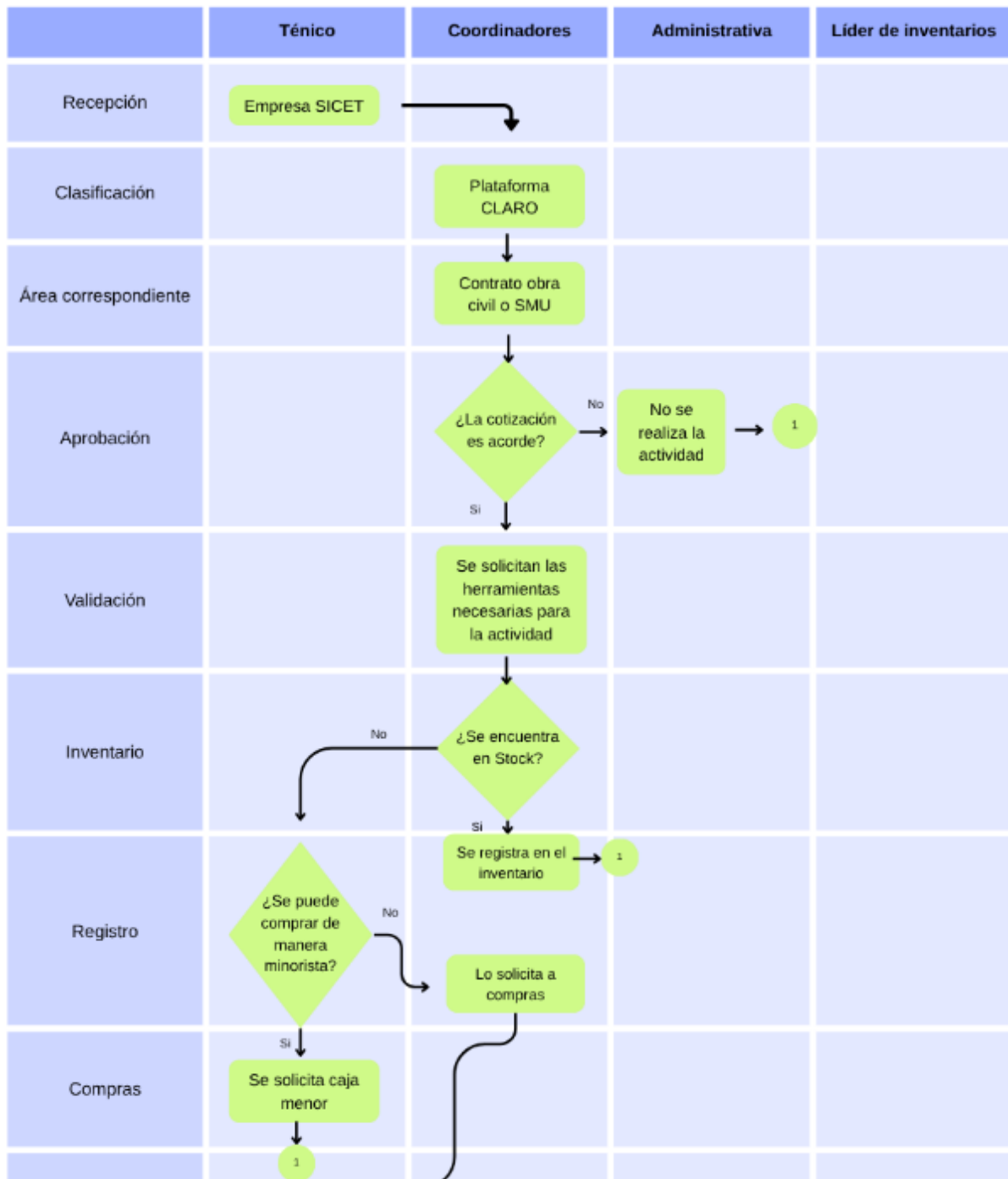


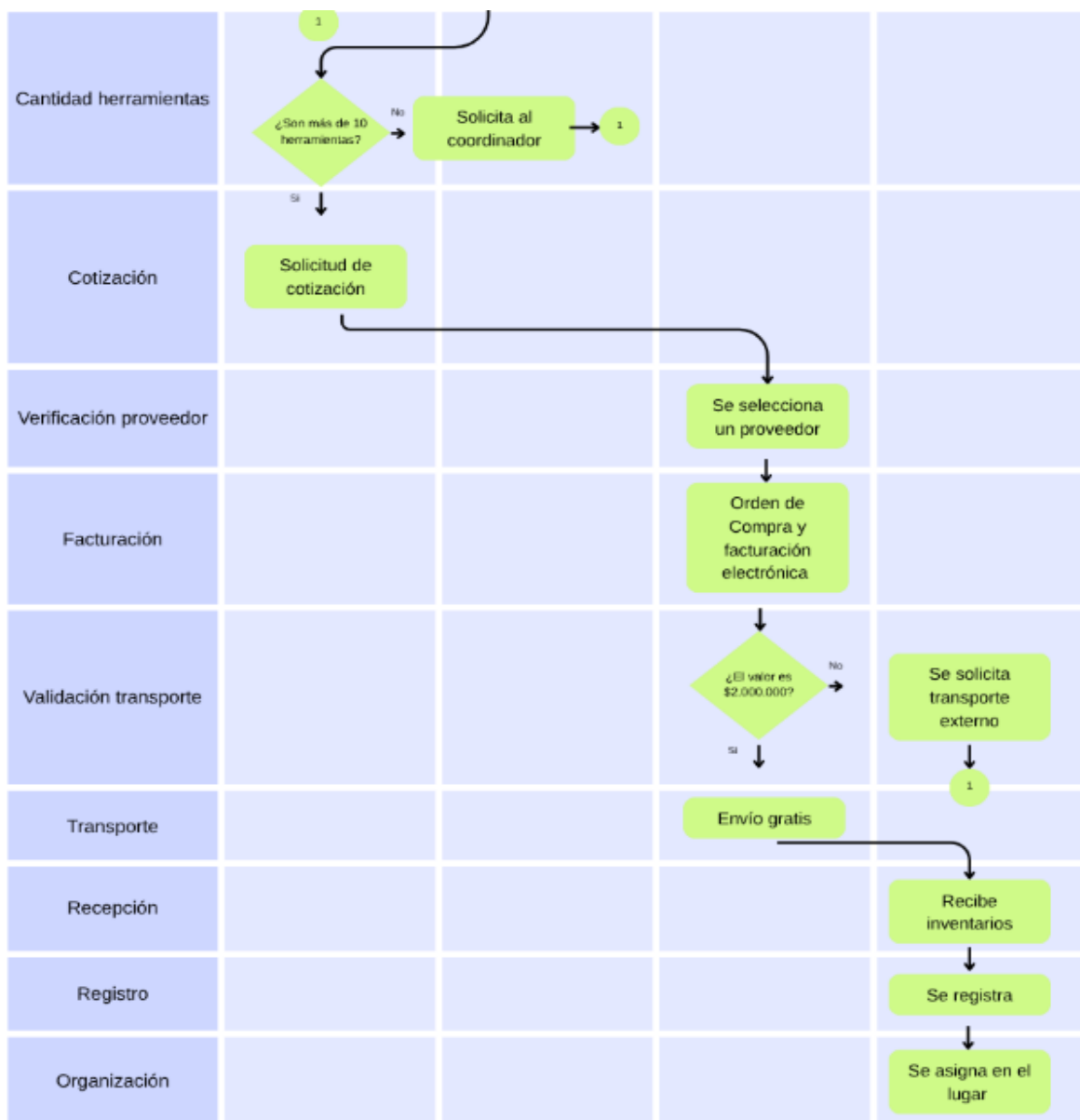
Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma.

De acuerdo con Harrington (2021), el SIPOC ofrece una visión macro del proceso que facilita la alineación entre las metas operativas y las necesidades del cliente. En el caso del proceso de gestión de inventarios de SICET Ingeniería, el SIPOC evidenció la falta de estandarización en la comunicación entre las áreas de campo, mantenimiento y administración, lo que genera duplicidad de registros y retrasos en la trazabilidad. En este contexto, el SIPOC elaborado contribuyó a estructurar la base del sistema automatizado de inventarios, al clarificar los flujos de información y evidenciar los puntos críticos que impactan la eficiencia operativa.

Diagrama Swimlane

Figura 9.Diagrama Swimlane del proceso de control de inventarios de la empresa SICET Ingeniería





Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma.

El diagrama Swimlane muestra de forma clara las actividades, responsables y flujos del proceso de inventario en SICET, permitiendo identificar, estandarizar los procesos y delimitar funciones, el proceso de gestión de inventarios, presenta una alta dependencia de registros manuales, En Lean Six Sigma, esta herramienta es clave para visualizar el flujo de valor y eliminar desperdicios. Según Saavedra Córdova (2022), ayuda a estructurar y estandarizar procesos, mientras que Gutiérrez y De la Vara (2021) destacan su aporte a la mejora continua y la toma de decisiones.

Fase Medir: Se recopilaron datos sobre los tiempos, movimientos y errores presentes en el proceso de inventario. Se aplicó el estudio de tiempos, el diagrama de Pareto y el diagrama de Ishikawa para cuantificar las deficiencias y priorizar los factores que generaban mayor impacto negativo.

Estudio de Tiempos y Movimientos

Tabla 1. *Estudio de tiempos y movimientos del proceso de control de inventarios antes de la mejora.*

N	Elemento	Acción Base	Manual	Objeto	TO	Fecha	Cal	TN	Suplemento	TES
1	1	Solicita		Espera	1560	6/09/25		0		0
2	2	Formaliza solicitud	Manos	Herramientas o insumos	600	6/09/25	0,5	300	0,04	312,5
3	3	Busca Herramientas	Manos	Espera	900	6/09/25	0,75	675	0,05	710,526316
4	4	Entrega Herramientas	Manos	Herramientas o insumos	600	6/09/25	1	600	0,05	631,578947
5	5	Alistar Herramientas	Manos	Búsqueda	900	6/09/25	1	900	0,06	957,446809
6	6	Registro	Manos	Excel	300	6/09/25	0,75	225	0,06	239,361702

Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma

Tabla 2. *Estudio de tiempos y movimientos del proceso de control de inventarios después de la mejora.*

N	Elemento	Acción Base	Manual	Objeto	TO	Fecha	Cal	TN	Suplemento	TES
1	1	Entrega Herramientas	Manos	Registro	900	6/09/2025	1	900	0,06	957,446809
2	2	Formaliza solicitud	Manos	Herramientas o insumos	600	6/09/2025	0,75	450	0,04	468,75
3	3	Organiza Herramientas	Manos	Espera	900	6/09/2025	1	900	0,03	927,835052
4	4	Registra Herramientas	Manos	Excel	300	6/09/2025	0,75	225	0,06	239,361702
5	5	Valida Pendientes	Manos	Excel	300	6/09/2025	1	300	0,06	319,148936

Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma

El estudio de tiempos y movimientos permitió determinar los tiempos estándar (TES) de cada tarea del proceso de inventario, evaluando la eficiencia y eliminando actividades sin valor

agregado. Así mismo, se analizaron variables como tiempo observado (TO), calificación del operario (Cal), tiempo normal (TN), suplemento (%) y tiempo estándar (TES), logrando una medición precisa del desempeño.

Según Niebel y Freivalds (2020), este análisis es fundamental para establecer estándares de trabajo y equilibrar cargas laborales, mientras que García y Rojas (2022) destacan su aporte en la identificación de desperdicios y el rediseño de flujos eficientes. En SICET, el estudio permitió detectar cuellos de botella en la búsqueda y entrega de herramientas, cuantificar tiempos improductivos y justificar la automatización del proceso mediante el sistema digital Kanban. La reducción del TES y la digitalización de registros validan la eficacia cuantitativa del proyecto Lean Six Sigma.

Diagrama de Pareto

Tabla 3. *Diagrama de Pareto.*

Categoría	# Errores	% Ocurrencia	% Acumulado
Solicitud del técnico	8.800	60%	60%
Falta de control stock	2.900	20%	80%
Formalizar solicitud	1.400	10%	89%
Buscar herramientas	800	5%	95%
Alistar herramientas	450	3%	98%
Registro	250	2%	99%
Entrega	100	1%	100%
Total	14.700	100%	

Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma.

Figura 10. *Diagrama de Pareto*



Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma.

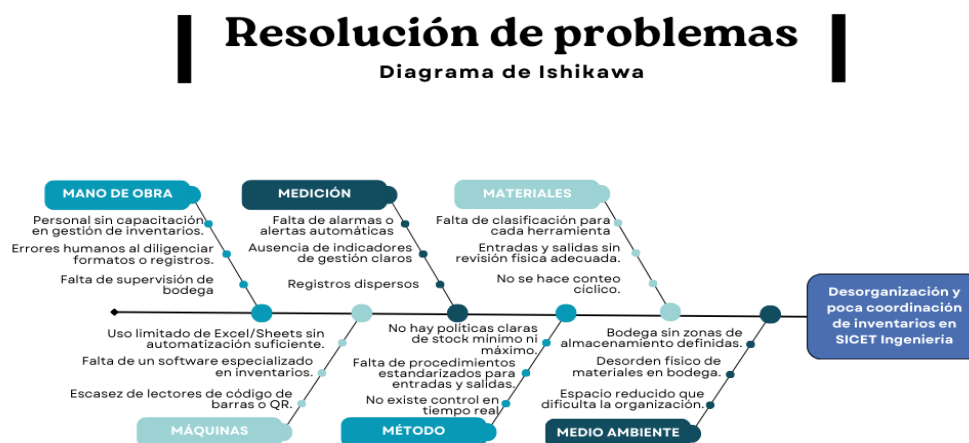
El diagrama de Pareto que se visualiza permite identificar las principales causas de errores en la gestión de inventarios de SICET Ingeniería, priorizando los problemas que generan mayor impacto en la eficiencia operativa. Además de ser una herramienta diagnóstica, también es un mecanismo de decisión estratégica que permite concentrar los esfuerzos en los factores críticos que limitan la eficiencia y calidad del sistema de inventarios. Este análisis evidencia que la solicitud del técnico (60%) y la falta de control de stock (20%) concentran el 80% de los errores, aplicando el principio de Pareto o regla 80/20, que establece que la mayoría de los efectos provienen de un número reducido de causas (Juran, 2023).

La herramienta revela la falta de control, trazabilidad en la solicitud y seguimiento de herramientas e insumos constituye la principal causa raíz de las falencias del inventario. De esta forma, según los autores Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar (2022), esta herramienta dentro de la metodología Lean Six Sigma es esencial para enfocar los recursos hacia las áreas con mayor impacto, eliminando mudas y reduciendo la variabilidad del proceso. En este contexto, la priorización obtenida orienta la fase de Mejora (Improve) hacia el rediseño de los procedimientos de solicitud y control de stock, así como hacia la automatización del registro de inventarios.

Fase Analizar: A partir de los datos obtenidos, se evaluaron los puntos críticos del proceso, identificando los cuellos de botella y las causas raíz de la ineficiencia. El análisis del Takt Time permitió determinar la capacidad real del proceso y comparar su desempeño frente a la demanda diaria esperada.

Diagrama Ishikawa

Figura 11. Diagrama Ishikawa



Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma.

El diagrama de Ishikawa permite identificar las causas raíz que generan la desorganización y falta de control en el inventario de SICET Ingeniería. A través de las categorías de mano de obra, medición, materiales, máquinas, método y medio ambiente, se visualizan problemas como la ausencia de estandarización, registros manuales, falta de herramientas tecnológicas, falta de capacitación y resistencia al cambio. Según Huaman Fernández (2023), el diagrama causa-efecto es esencial en Lean Six Sigma para analizar sistemáticamente los factores que afectan la eficiencia operativa.

Takt Time

Tabla 4 *Takt Time del proceso de control de inventarios en SICET Ingeniería.*

Información			
Tiempo disponible por día	8 horas	28.800	segundos
Demanda diaria	20	solicitudes	
Tak time	1440	segundos	(24 min)

Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma.

Tabla 5. *Comparación entre tiempos reales y Takt Time por actividad.*

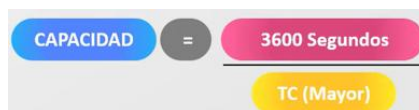
Actividad	Tiempo real (s)	Cumple takt (1440s)
Solicitud tardía	1500	No
No contar con registros actualizados	1200	Parcialmente
Formaliza solicitud	1050	Si
Busca herramientas	1050	Si
Alista herramientas	1050	Si
Aprobación compras	800	Si
Entrega herramientas	600	Si
Registro	100	Si

Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma.

Figura 12. *Fórmula para el cálculo del Takt Time.*

$$\text{Takt Time} = \frac{100\% - \% \text{ AVERÍAS} - \% \text{ CAMBIOS}}{100} \times \text{Tiempo disponible por día}$$

Nota. Adaptado de Opexlander. (s.f). *Cómo calcular el Takt Time en Lean Manufacturing*

Figura 13. *Cálculo de capacidad operativa según Takt Time*

Nota. Adaptado de Opexlander. (s.f). *Cómo calcular el Takt Time en Lean Manufacturing*

Tabla 6. *Cálculo de capacidad operativa y cuello de botella según Takt Time.*

TCP	1296	
CAPACIDAD	2,4	Solicitudes/hora
Cuello de botella	Solicitud tardía (1500s)	

Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma.

Tabla 7. *Relación entre producción diaria y meta del Takt Time.*

Concepto	Por hora (U/hr)	Por día (8h)	%Respecto a la meta (PM)
Producción (PM)	2,5	20	100%
Producción Actual (PA)	2,4	19.2	96%
Producción Faltante (PF)	0,1	0.8	4%

Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma.

Según Gutiérrez Pulido (2022), este indicador representa el ritmo de trabajo necesario para satisfacer los requerimientos del cliente sin incurrir en sobreproducción ni tiempos muertos, constituyéndose en una métrica esencial dentro del enfoque Lean Six Sigma. En este caso, la empresa debe completar una solicitud cada 1.440 segundos, pero la actividad “Falta de stock”, con 1.500 segundos, crea un cuello de botella que limita la capacidad operativa al 96 %.

En este caso, los resultados obtenidos orientan las acciones hacia la estandarización de la etapa de solicitud, la automatización del registro de inventario y la mejora del control de stock, buscando alcanzar un nivel de eficiencia del 100 % y un flujo continuo sin interrupciones.

A3

Figura 14. Reporte A3 del proceso de control de inventarios en SICET Ingeniería

REPORTA A3	
Descripción del Problema: El sistema actual de control de inventarios en SICET Ingeniería presenta errores recurrentes en registros, falta de trazabilidad con un 27% de ítems desactualizados y demoras en la entrega de herramientas. De esta forma el proceso carece de estandarización y control visual, generando reprocesos, pérdida de tiempo operativo en 1500s y retrasos en las actividades de campo	Propuesta Implementar a través del uso de herramientas de la metodología de lean six sigma un software de inventarios que permita controlar gestionar las entradas y salidas de los insumos y herramientas de la empresa SICET.
Situación Actual: Se gestiona de manera manual a través de hojas de cálculo sin un control visual, un seguimiento real y con un lead time promedio de 94,39h, donde evidencia que las demoras por solicitudes tardías, búsqueda prolongada de insumos y aprobación no estandarizada.	Plan de Acción: Dividido en las siguientes fases - Definir: Identificación de la problemática a través de herramientas lean six sigma. - Medir: Levantamiento de datos, cuantificación de errores y tiempos críticos - Analizar: Detección de cuellos de botella y variabilidad del 4 %. - Mejorar: Reducción del Lead Time a 52,26 h. a través de las metodologías lean - Controlar: A través de indicadores KPI y balanced Scorecard para asegurar la sostenibilidad
Análisis de las Causas 	Objetivo: Diseñar un sistema automatizado de control de inventarios en Google Sheets y Looker Studio que registre en tiempo real las entradas y salidas, aumentando la trazabilidad del 70 % al 95 %.
	Seguimiento y Resultados Análisis y validación de los indicadores: Reducción de defectos, disminución de desfases contables y confiabilidad en la organización

Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma.

Esta herramienta de gestión visual derivada del Sistema de Producción Toyota (TPS), utilizada para documentar, comunicar y dar seguimiento a proyectos de mejora continua en una sola hoja. Siguiendo este contexto, la empresa SICET Ingeniería, el A3 permitió visualizar de manera integral la optimización del inventario, integrando la digitalización con la mejora del flujo operativo. Durante esta fase, se implementaron soluciones enfocadas en orden, limpieza y automatización, mediante la aplicación de las 5S, la clasificación ABC, y el Kanban digital

desarrollado con Google Workspace, AppSheet y Looker Studio, logrando el registro en tiempo real de entradas y salidas y mejorando la trazabilidad operativa.

Fase Mejorar: Se implementaron soluciones enfocadas en la optimización del espacio y la reducción de desperdicios. Entre las principales herramientas aplicadas destacan las 5S que permitió optimizar el espacio físico y estandarizar las rutinas de orden y limpieza en la zona de inventarios. Los niveles de avance 33 %, 66 % y 99 % representan el grado de madurez alcanzado en cada etapa, facilitando la evaluación visual del progreso.

Metodología 5s

Tabla 8. Implementación de la metodología 5S en el proceso de inventario de SICET Ingeniería

Fase 5s	Actividad	Antes	Actual	%Antes	%Después
1. Seleccionar	Identificar herramientas e insumos en mal estado o sin uso	1	2	33%	66%
1. Seleccionar	Retirar objetos innecesarios en pasillos, mesas o estaciones	0	3	0%	99%
1. Seleccionar	Clasificar materiales en uso, fuera de uso y obsoletos	1	2	33%	66%
2. Ordenar	Definir ubicación específica para herramientas, equipos y EPP	1	3	33%	99%
2. Ordenar	Implementar señalización y rotulación (código y QR)	0	2	0%	66%
2. Ordenar	Diseñar un sistema de almacenamiento visual (shadow board / QR)	1	2	33%	66%
2. Ordenar	Actualizar registros digitales de ubicación (AppSheet / Google Sheets)	0	3	0%	99%
3. Limpiar	Establecer rutinas programadas para limpieza	1	3	33%	99%
3. Limpiar	Limpiar superficies, estantes y herramientas	0	2	0%	66%
3. Limpiar	Implementar inspección visual periódica	1	3	33%	99%
4. Estandarizar	Crear instructivo visual del orden del inventario	1	2	33%	66%
4. Estandarizar	Crear manual digital actualizado	0	2	0%	66%
4. Estandarizar	Implementar auditoría interna	1	3	33%	99%

Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma.

Tabla 9. *Comparativo de eficiencia antes y después de la aplicación de la metodología 5S en SICET Ingeniería*

Fase 5s	%Antes Promedio	% Después Promedio
1. Seleccionar (Seiri)	22%	77%
2. Ordenar (Seiton)	17%	83%
3. Limpiar (Seiso)	22%	88%
4. Estandarizar (Seiketsu)	22%	77%
GLOBAL	21%	81%

Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma.

El diagnóstico inicial arrojó una eficiencia del 21 %, incrementándose hasta el 81 % tras la implementación, lo que representa una mejora global del 60 %. Las fases con mayor impacto fueron Ordenar (Seiton) y Limpiar (Seiso), impulsadas por la señalización visual, la digitalización de registros y la programación de rutinas de limpieza.

Estas mejoras redujeron el Lead Time promedio de 94,39 a 52,26 horas, evidenciando mayor eficiencia y disciplina operativa. Según Velazco Arbieto, (2023), la metodología 5S fortalece la productividad mediante la estandarización y el orden, eliminando desperdicios y promoviendo una cultura organizacional orientada a la mejora continua.

Modelo Kanban

El modelo Kanban, inspirado en el Toyota Production System (TPS), se implementó para controlar el flujo de materiales mediante tarjetas visuales que indican cuándo reponer insumos o herramientas, sincronizando la operación con la demanda real y evitando sobreproducción (Toyota Motor Corporation, 2022).

Figura 15. *Fórmula para el Cálculo de Tarjetas Kanban*

$$\text{Piezas por Kanban} = D \times TE \times U \times (1 + \%VD)$$

Nota. Adaptado de Opexlander. (s.f). *Cómo calcular Piezas por Kanban en Lean Manufacturing*

En SICET, las tarjetas Kanban se calcularon considerando la demanda semanal (D), el tiempo de entrega (TE), el número de ubicaciones (U) y la variabilidad de la demanda (VD).

Se establecieron tres ubicaciones principales (SMU, obra civil y bodega), con tiempos de entrega entre 0,5 y 3 semanas, y contenedores de distinta capacidad según el tipo de material (50 unidades para cables, 10 para químicos y 5 para herramientas grandes).

El análisis estadístico evidenció un tiempo promedio de 919 segundos, frente a un Takt Time de 1.440 segundos, indicando un proceso eficiente, aunque con desviación estándar de 423 segundos, reflejando variabilidad en la etapa de solicitud. Este modelo permitió reducir inventarios innecesarios, mejorar el control visual y garantizar una orden que permita llevar una trazabilidad excelente. De esta forma, se crearon las siguientes tarjetas Kanban:

Figura 16. Tarjeta Kanban Clase A — Prioridad Crítica

CLASE A

☐ Disponible ☐ Pedido
☐ En reposición ☐ En curso

Código: Nombre:
 Familia: Capacidad:
 Cantidad a Mover: Destino:
 Zona/Estante/Nivel:

PRIORIDAD CRÍTICA

Indicador de Stock: Punto Crítico:
 Responsable de la Solicitud/Aprobación:
 Fecha de Emisión: Fecha de Reposición:

Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma aplicada en el sistema de inventarios de SICET Ingeniería.

Figura 17 Tarjeta Kanban Clase B — Nivel de Alerta.

CLASE B

☐ Disponible ☐ Pedido
☐ En reposición ☐ En curso

Código: Nombre:
 Familia: Capacidad:
 Cantidad a Mover: Destino:
 Zona/Estante/Nivel:

NIVEL DE ALERTA

Indicador de Stock: Punto Crítico:
 Responsable de la Solicitud/Aprobación:
 Fecha de Emisión: Fecha de Reposición:

Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma aplicada en el sistema de inventarios de SICET Ingeniería.

Figura 18. Tarjeta Kanban Clase C — Nivel Suficiente

CLASE B

☐ Disponible ☐ Pedido
☐ En reposición ☐ En curso

Código: Nombre:

Familia: Capacidad:

Cantidad a Mover: Destino:

Zona/Estante/Nivel:

SUFICIENTE

Indicador de Stock: Punto Crítico:

Responsable de la Solicitud/Aprobación:

Fecha de Emisión: Fecha de Reposición:

Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma aplicada en el sistema de inventarios de SICET Ingeniería.

Organización Inventario Físico ABC

Tabla 10. Clasificación ABC del inventario físico en SICET Ingeniería

Ítem	Cantidad	Costo unitario (COP)	Valor anual (COP)	% Acumulado	Clasificación
Taladro industrial	3	\$ 950.000	\$ 2.850.000	20%	A
Multímetro digital	4	\$ 450.000	\$ 1.800.000	34%	A
Extensiones eléctricas	12	\$ 120.000	\$ 1.440.000	44%	A
Cascos de seguridad	20	\$ 65.000	\$ 1.300.000	55%	B
Guantes dieléctricos	25	\$ 52.000	\$ 1.300.000	66%	B
Chalecos reflectivos	30	\$ 45.000	\$ 1.350.000	77%	B
Destornilladores	50	\$ 25.000	\$ 1.250.000	85%	C
Tornillos y pernos	200	\$ 5.000	\$ 1.000.000	92%	C
Cintas aislantes	100	\$ 4.000	\$ 400.000	95%	C
Brocas variadas	40	\$ 3.000	\$ 120.000	100%	C

Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma.

La clasificación ABC se utilizó para priorizar los recursos del inventario de acuerdo con su valor de consumo anual, frecuencia de uso y costo unitario. Los artículos A representaron el 80 % del valor total, siendo controlados continuamente; los B, el 15 %, con revisiones periódicas; y los C, el 5 %, con verificaciones mensuales.

Este método permitió focalizar los esfuerzos de gestión en los elementos más críticos y optimizar el capital de trabajo. De la misma forma, de acuerdo con Gutiérrez y Álvarez (2020), esta técnica facilita la toma de decisiones estratégicas al mejorar la rotación y reducir el exceso de inventario.

Fase Controlar: se incorporaron KPIs y un Balanced Scorecard (BSC) para garantizar la sostenibilidad del sistema, acompañados de auditorías Kaizen y la consolidación de resultados mediante informes A3 Lean.

Evento Kaizen

Figura 19. Etapas del evento Kaizen aplicado al proceso de inventario en SICET Ingeniería.

ANTES DE UN EVENTO KAIZEN	DURANTE EL EVENTO KAIZEN	DESPUÉS DEL EVENTO
Se propone el evento Kaizen tras identificar falencias en el proceso de inventario debido a que se desconoce el stock real y la ubicación de materiales	Se realiza una reunión general con la empresa, donde se explica el objetivo principal del proyecto: Diseñar un programa de control de inventario basado en herramientas Lean	Seguimiento del proyecto, capacitación y control por un periodo determinado para su seguimiento
Las estudiantes de ingeniería industrial se encargan de llevar el proyecto a cabo	Se presentan los objetivos, alcances y el diagrama de Gantt donde se programan los entregables a la empresa	Se promueve el sistema de sugerencias Kaizen para incorporar mejoras continuas al programa
El gerente es quien aprueba y autoriza los recursos e información necesaria para el desarrollo del proyecto	Se brinda capacitación introductoria sobre el programa de inventarios	Durante el proyecto se van aplicando las herramientas creadas en el proyecto con el fin de identificar el estado actual del inventario y el futuro
Se identifica el líder de inventarios	Se analiza la situación actual del inventario mediante registros, observación física del lugar. Identificando las fallas como falta de actualización y falta de organización	Se implementa el programa en el inventario

ANTES DE UN EVENTO KAIZEN	DURANTE EL EVENTO KAIZEN	DESPUÉS DEL EVENTO
Se prepara la documentación inicial	Se identifican las oportunidades de mejora, como registro de entradas y salidas, clasificación del inventario y automatizar alertas del stock mínimo	Se consolida los resultados del evento comparando tiempos y avances del programa
Se define el evento Kaizen estableciendo los indicadores como la reducción de errores en el inventario, cumplimiento del tak time y metodología (5s)	Se realizan pruebas con las primeras versiones del programa de inventarios, analizando el registro, trazabilidad y las alertas visuales	Se adopta la nueva organización del inventario, documentado y sostenido mediante auditorías periódicas, capacitación y seguimiento del programa, junto a sus indicadores

Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma.

El evento Kaizen implementado en SICET representó una intervención estructurada orientada a fortalecer la eficiencia del sistema de inventarios y consolidar una cultura de mejora continua. A partir del diagnóstico inicial, se identificaron problemáticas en el control del stock, registros manuales y falta de estandarización visual, lo que generaba retrasos y errores en la trazabilidad de las herramientas e insumos.

Durante el desarrollo del proyecto, se aplicaron herramientas Lean enfocadas en el análisis del flujo de trabajo, la eliminación de desperdicios y la optimización de los procesos de reposición y registro. Estas acciones permitieron simplificar las actividades repetitivas, reducir el tiempo de respuesta en la solicitud de insumos y mejorar la comunicación entre áreas operativas.

Como resultado, se logró disminuir la variabilidad en los tiempos de inventario, aumentar la precisión del conteo físico y establecer un sistema de retroalimentación continua mediante auditorías internas y seguimiento a través del software. Además, la participación del personal fortaleció la adaptación al cambio, garantizando la permanencia de las mejoras implementadas y promoviendo un entorno de trabajo más ordenado y productivo.

Así mismo, el evento Kaizen no solo optimizó el desempeño operativo del proceso, sino que también consolidó las bases para la estandarización y automatización de los registros, facilitando el control visual y la trazabilidad en tiempo real dentro del sistema Lean Six Sigma.

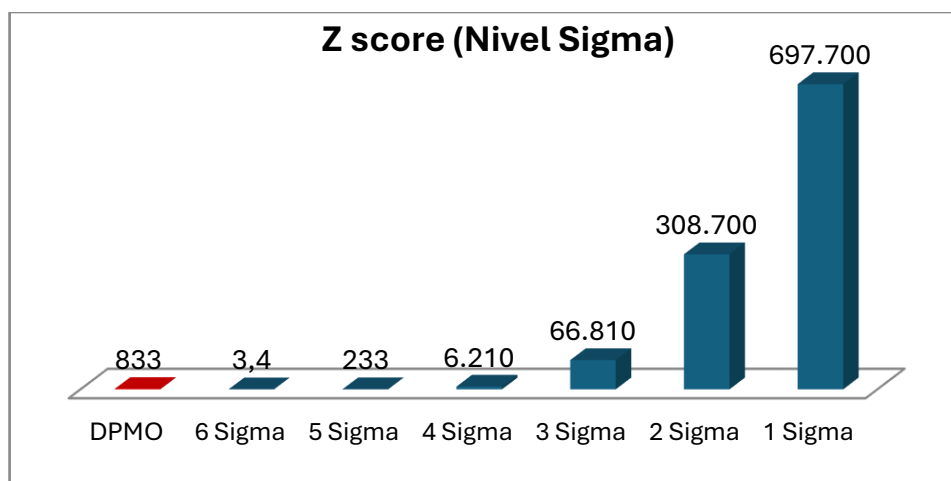
Cálculo de Defectos por Unidad

Tabla 11. *Cálculo de defectos por unidad (DPU), oportunidad (DPO) y millón de oportunidades (DPMO) en el proceso de inventarios.*

	Variables	Introduzca los valores solicitados en los espacios amarillos	
1	Número de unidades inventario	N =	3000
2	Número total de defectos	D =	300
3	Número de oportunidades para defectos	O =	120
4	Defectos Por Unidad (DPU)	DPU =	0,100
5	Defectos por oportunidad (DPO)	DPO =	0,001
4	Resultado de Defectos por Millón de Oportunidades (DPMO)	DPMO =	833
5	Z score (nivel Sigma)	ZLt=	4,64
6	Rendimiento (Yield)	%	99,9%

Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma.

Figura 20. *Nivel Sigma del proceso de inventarios (Z score).*



Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma.

El cálculo de Defectos por Unidad (DPU), Defectos por Oportunidad (DPO) y Defectos por Millón de Oportunidades (DPMO) permitió medir la capacidad del proceso. SICET alcanzó un nivel Sigma de 4,64, equivalente a un rendimiento del 99,9 % y un DPMO de 833, demostrando alta estabilidad y baja variabilidad.

Según Pyzdek y Keller (2022), un nivel superior a 4 Sigma refleja procesos controlados con escasa variación, mientras que Evans y Lindsay (2021) destacan que este tipo de medición permite identificar áreas críticas de mejora continua. Este resultado evidencia un proceso confiable

y eficiente, con potencial para alcanzar niveles Sigma superiores mediante la automatización total y la estandarización operativa.

Estadística Descriptiva

Tabla 12. *Medidas estadísticas descriptivas del proceso de inventario.*

Promedio(media):	919
Mediana:	1050
Moda:	1050
Desviación estándar:	423
Rango:	1400
Minino:	100
Máximo:	1500

Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma.

El análisis estadístico descriptivo permitió comprender la variabilidad del proceso mediante medidas de tendencia central y dispersión. El promedio fue de 919 segundos, con mediana y moda de 1.050 segundos, una desviación estándar de 423 segundos y un rango de 1.400 segundos, lo que refleja una dispersión moderada y cierta asimetría en la ejecución.

De acuerdo con Montgomery (2021) y Gutiérrez & De la Vara (2020), este análisis es esencial para diagnosticar la estabilidad de un proceso antes de aplicar mejoras, permitiendo identificar causas de variación y oportunidades de estandarización. En este contexto, los resultados sustentan la necesidad de reducir la dispersión y ajustar los tiempos al Takt Time para elevar la eficiencia global del proceso.

AS IS

Tabla 13. *Comparativo del estado actual (AS IS) y estado deseado (TO BE) del proceso de inventarios.*

Aspecto	Situación Actual (AS IS)	Situación Deseada (TO BE)
Control de inventario	Inventario desactualizado y tiempos de demora en la solicitud	Digitalizado y controlado por código QR
Organización de herramienta	Sin estandarización visual	Estructura 5s implementada
Tiempo Promedio (s)	919 s con alta dispersión	≤ 900 s con variabilidad reducida
Nivel Sigma	4,64 (DPMO 833) proceso estable, pero con oportunidades de mejora.	5 (DPMO<300) proceso controlado y con variabilidad mínima

Aspecto	Situación Actual (AS IS)	Situación Deseada (TO BE)
Rendimiento global	99,9% de efectividad, afectado por tiempos de búsqueda y esperas.	>99,98% optimizado mediante reposición Kanban y control visual.
Desperdicios Lean (muda)	Inventarios	Controlado
Comunicación y trazabilidad	Falta de visibilidad del estado de pedidos y materiales.	Tablero Kanban visible con indicadores de estado y alertas automáticas.

Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma.

El análisis comparativo AS IS–TO BE evidencia la evolución del proceso de inventarios desde un sistema manual y desorganizado hacia una gestión digitalizada, estandarizada y visualmente controlada. Estos resultados confirman la efectividad del sistema propuesto, el cual reduce errores, variabilidad y desperdicios, garantizando mejora continua y sostenibilidad operativa.

Herramienta KPI's

Tabla 14. Indicadores clave de desempeño (KPI's) para la gestión de inventarios automatizados

CLASE	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	KPI OPERATIVO CAUSA	KPI C UNIDAD	KAPI C LÍMITE (ROJO)	KPI C META (VERDE)	KPI C DEFINICIÓN	KPIC FRECUENCIA	KPI OPERATIVO EFECTO	KPI E UNIDAD 2	KPI E LÍMITE (ROJO)	KPI E META (VERDE)	KPI E DEFINICIÓN	KPI E FRECUENCIA
EFICIENCIA	Organizar el inventario y llevar un control exacto en la cantidad de insumos y herramientas	% de inventario correctamente identificado y ubicado	%	80	100	Porcentaje de materiales e insumos que se encuentran debidamente etiquetados, clasificados y registrados en el sistema.	Semanal	Exactitud del inventario	%	85	100	Relación entre el inventario físico real y el inventario registrado en el sistema.	Semanal
RAPIDEZ	Garantizar disponibilidad oportuna de materiales e insumos	Tiempo promedio de reposición Kanban	Horas	24	3	Tiempo promedio desde la solicitud de reposición hasta que el material se entrega en el punto de uso.	Semanal	Nivel de servicio interno (OTIF)	%	85	100	Porcentaje de reposiciones completadas a tiempo y en la cantidad correcta.	Semanal
EFICACIA	Reducir errores en la entrega y registro de insumos	% de tarjetas con errores de registro o entrega	%	10	2	Porcentaje de tarjetas Kanban con inconsistencias en la cantidad o ubicación del material.	Mensual	Nivel Sigma del proceso de inventario	Desviación Estándar	3.0	4.5	Medida de la estabilidad y control del proceso de registro de inventario Kanban.	Mensual
CALIDAD	Mejorar la trazabilidad y cumplimiento del personal responsable	% de tarjetas Kanban devueltas correctamente	%	80	95	Proporción de tarjetas devueltas y actualizadas correctamente por los operarios	Semanal	Satisfacción interna (áreas usuarias)		7	9	Promedio de evaluación de las áreas usuarias sobre el orden, cumplimiento y disponibilidad del inventario.	Trimestral

Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma.

Tabla 15. *Cálculo y descripción de los KPI's aplicados al sistema Kanban*

OBJETIVO	KPI	CALCULO	DESCRIPCIÓN
Optimizar el control de inventario	Exactitud del inventario	$\frac{\text{Unidades registradas}}{\text{Total de unidades físicas}} \times 100$	Mide la precisión del registro del inventario frente al conteo físico.
Reducir tiempos de entrega de insumos	Lead Time de reposición	Fecha de recepción – Fecha de solicitud	Tiempo promedio que tarda en reponerse un insumo solicitado mediante Kanban.
Incrementar la disponibilidad de herramientas	OEE (Eficiencia Global del Equipo)	$\text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$	Evalúa la efectividad general del uso de equipos y herramientas.
Evitar desabastecimientos	Nivel de servicio (OTIF)	$\frac{\text{Entregas a tiempo y completas}}{\text{Entregas totales}} \times 100$	Porcentaje de pedidos internos entregados correctamente y sin retrasos.
Reducir errores de registro	% de errores de inventario	$\frac{\text{Errores detectados}}{\text{Total de registros}} \times 100$	Cuantifica inconsistencias entre el sistema digital y el conteo real.
Mejorar la eficiencia del almacenamiento	Tasa de utilización del espacio	$\frac{\text{Espacio ocupado}}{\text{Espacio disponible}} \times 100$	Indica el porcentaje de capacidad del almacén utilizada efectivamente.
Aumentar la organización y limpieza (5S)	% de cumplimiento 5S	$\frac{\text{Actividades 5S implementadas}}{\text{Actividades 5S planificadas}} \times 100$	Evalúa el grado de implementación y sostenimiento de las prácticas 5S.
Garantizar trazabilidad de materiales	% de materiales con código QR	$\frac{\text{Materiales codificados}}{\text{Total de materiales}} \times 100$	Mide el grado de digitalización y rastreabilidad de los insumos y herramientas.

Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma.

La implementación de KPIs en el sistema Kanban permitió medir la eficiencia, precisión y rapidez del proceso. Estos indicadores facilitan la toma de decisiones basada en datos reales, alineando la operación con los objetivos estratégicos de SICET y fomentando la mejora continua.

De acuerdo con Ecommercenews (2023) y Kanban Tool (2024), los KPIs son esenciales en Lean Manufacturing para mantener la trazabilidad y optimizar recursos, incrementando la productividad y el control operativo.

Balance Score Card

Tabla 16. *Balanced Scorecard aplicado al sistema automatizado de control de inventarios*

	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	Indicadores clave de rendimiento (KPI)	OBJETIVOS			INICIATIVAS
			Actual	Intervalo	Siguiente	
FINANZAS	Reducir los costos operativos	% Margen de ganancia neta	5 %	T	10 %	Implementación del sistema automatizado de inventarios con Google Workspace, Apps Script y AppSheet, que reduce tiempos administrativos y reprocesos.
		Flujo de caja neto (COP)	\$18.000.000	L	\$23.000.000	Reportes financieros automáticos con Looker Studio y control digital de egresos.
	Reducir las pérdidas por ineficiencia del inventario	Valor de pérdidas por insumos extraviados o no registrados	\$3.200.000	T	\$1.000.000	Implementación del control digital con códigos QR y trazabilidad de herramientas.
		Costo por solicitud o reposición manual	\$15.000	L	\$5.000	Eliminación de registros manuales mediante AppSheet y automatización de aprobación.
CLIENTE	Mantener altos niveles de satisfacción	% Puntaje de excelencia en encuestas	60 %	T	85 %	Implementación de tablero de control en Looker Studio para monitorear tiempos de entrega y disponibilidad de herramientas.
		% Tasa de solicitudes no atendidas o demoradas	18 %	L	5 %	Capacitación en el uso de AppSheet para reporte y consulta de inventario en tiempo real.
	Aumentar la optimización de actividades del técnico	Costo promedio por transacción o solicitud	\$12 000	L	\$4 000	Automatización de solicitudes mediante Apps Script y alertas automáticas.
		Satisfacción promedio por servicio recibido	70 %	L	90 %	Encuestas digitales automáticas post-atención forms
	Crear y mejorar la red de usuarios del sistema	Número de usuarios activos en la plataforma	10	L	25	Integración de los técnicos
PROCESOS INTERNOS		% Nivel de uso y actualización de datos	55 %	T	95 %	Seguimiento periódico con reportes automáticos de actividad en Google Workspace.
	Aumentar la eficiencia en la gestión de inventarios y solicitudes internas	Tiempo promedio de gestión de solicitud (segundos)	919 s	L	600 s	Capacitación en uso de AppSheet y estandarización de flujo Kanban.
		% Adherencia al flujo de trabajo digital	60 %	T	90 %	Implementación de control visual en Looker Studio para seguimiento diario.
	Mejorar la prestación de servicios logísticos y de mantenimiento	% Procesos optimizados con automatización	45 %	L	80 %	Integración de Apps Script para automatizar actualizaciones y reportes.
APRENDIZAJE		% Proyectos activos que se ejecutan a tiempo	75%	L	85%	
	Fortalecer la cultura digital y el uso del software de control	Índice de dominio del software por los empleados	60 %	T	90 %	Programa de formación práctica en AppSheet, Apps Script y Looker Studio.
		Número de ideas de mejora implementadas en el sistema digital	2	L	5	Espacios de innovación para sugerencias de mejora del sistema.
	Fomentar la mejora continua del sistema digital de inventario	% de actualizaciones o mejoras implementadas en el software	50 %	T	80 %	Comité interno de revisión mensual del desempeño del sistema.
		Nivel de satisfacción del personal con la herramienta	75 %	L	90 %	Encuestas y retroalimentación de personal.

Nota. Basada en la metodología Lean Six Sigma.

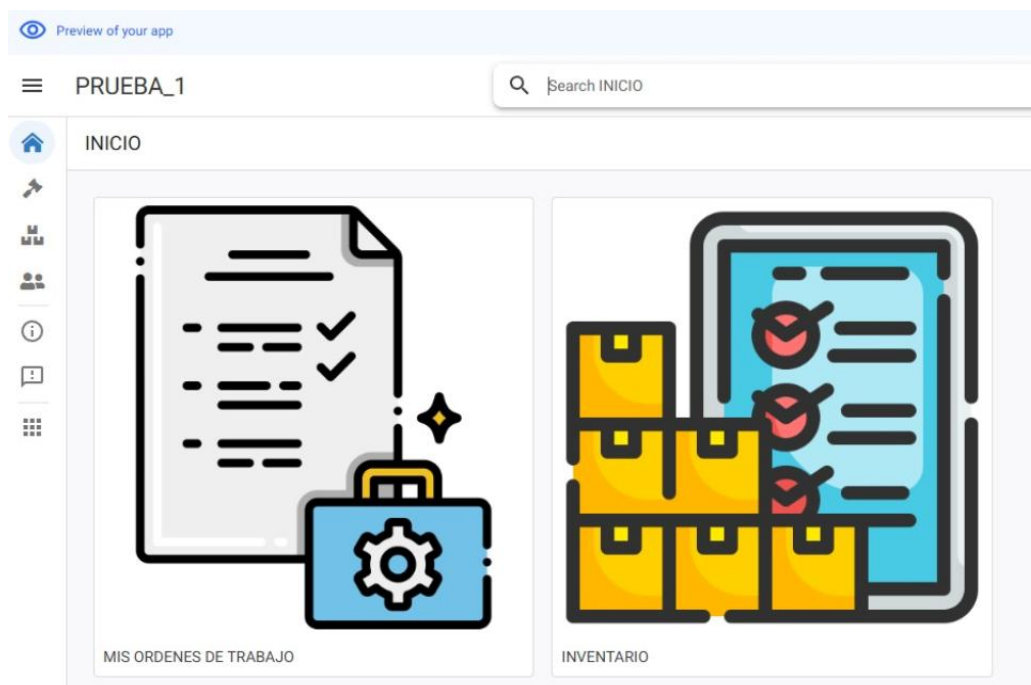
El Balanced Scorecard (BSC) permitió consolidar los resultados del sistema automatizado con las cuatro perspectivas estratégicas: financiera, cliente, procesos internos y aprendizaje. Este enfoque facilitó el seguimiento del impacto del proyecto sobre los objetivos organizacionales y la toma de decisiones estratégicas.

Según Vergara (2020), el BSC permite visualizar el cumplimiento de metas y activar alertas tempranas, optimizando los recursos y promoviendo la mejora continua. En SICET, su aplicación permitió visualizar de manera integral el cumplimiento de metas, activar alertas y garantizó la alineación entre la digitalización del inventario, la eficiencia operativa junto a los indicadores de desempeño, consolidando la sostenibilidad del sistema Lean Six Sigma.

Para mayor visualización detallada de los indicadores y resultados del Balanced Scorecard implementado, se puede consultar el Anexo 3, donde se presenta la matriz completa utilizada para el seguimiento y evaluación del desempeño del proceso.

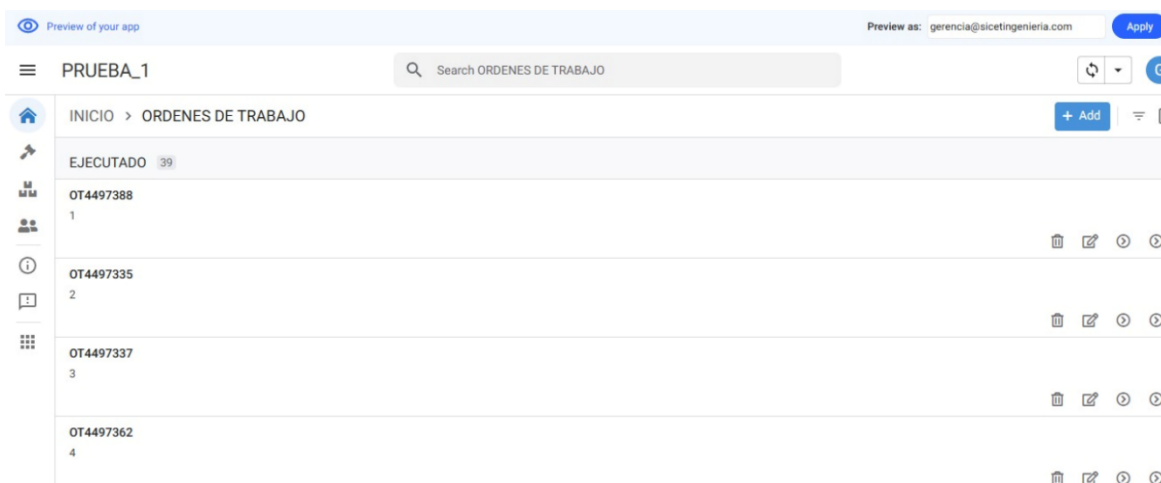
Software desarrollado para Inventarios

Figura 21. Interfaz del software automatizado para la gestión de inventarios.



Nota. Desarrollada mediante Google Workspace y AppSheet.

Figura 22. Panel de control del sistema de órdenes de trabajo e inventario digital.



Nota. Desarrollada mediante Looker Studio.

En la implementación y creación de una herramienta programada de gestión de inventarios que tenga el control de entradas y salidas en tiempo real, se hace uso de Google Workspace, aplicación Script que automatiza las tareas y actualiza la base de datos, otra aplicación es

AppSheet que cuenta con la función de crear aplicaciones que ayudan con el registro y búsqueda de información desde celulares o computadores. Además de contar con la capacidad para desarrollar aplicaciones de manera rápida, convirtiéndose de esta forma en una herramienta de alto valor para las empresas en proceso de digitalizar y automatizar sus procesos (Poozhiyil 2024). También, se hace uso de la aplicación Looker Studio, para la visualización de tableros que contribuyen en la toma de decisiones a través de un análisis de lo reportado.

Narración del caso

El proyecto desarrollado en SICET Ingeniería tuvo como propósito implementar un software de control de inventarios bajo la metodología Lean Six Sigma, orientado a optimizar la trazabilidad de insumos y herramientas, reducir los errores de registro y elevar la eficiencia operativa. La empresa, dedicada a servicios eléctricos, civiles y de telecomunicaciones, presentaba deficiencias estructurales en la gestión de inventarios, caracterizadas por la deficiencia de procedimientos estandarizados, registros inconsistentes, errores en el conteo físico y falta de control visual del stock. Esta situación generaba sobre costos, tiempos improductivos y retrasos en la ejecución de proyectos, afectando la productividad y la capacidad de respuesta frente al cliente interno.

Figura 23. Registro manual de inventario físico Antes.

ITEM	DESCRIPCION	UNIDADES	EXISTENCIA	ENTRADA	SALIDA	OTROS
001	BARNIZ TUBULAR	UNIDADES				
002	TERMINAL CURVO 8	UNIDADES				
003	EMPALME TUBULAR 8	UNIDADES				
004	CORDO PLASTICO 1/2\"	UNIDADES				
005	TERMINAL PUNTERO	UNIDADES				
006	TENSORES	UNIDADES				
007	TERMINAL 1/2\"	UNIDADES				
008	TERMINAL CURVO 3/4\"	UNIDADES				
009	TERMINAL 1\"	UNIDADES				
010	TERMINAL CURVO 1 1/2\"	UNIDADES				
011	TERMINAL CURVO 2\"	UNIDADES				
012	TERMINAL 2\"	UNIDADES				
013	ABRAZADERAS CROMADAS 3/4\"	UNIDADES				
014	ABRILLAS CHITA ZUNCHADORA GRANDE	UNIDADES				
015	PINTURA VERDE 3 EN 1	GALON				
016	THINNER	GALON				
017	PINTURA BITUMINOSA	GALON				
018	EMULSION ASFALTICA	GALON				
019	CANCHADOS	UNIDADES				
020	TERMOCONDUCTOR PARA 10 NO (TMS)	HOLLO				
021	CEMENTO	BULTO				
022	MALLA ELECTROREOLADA	UNIDAD				
023	ALAMBRE # 10	METROS				

Handwritten notes at the bottom: DBH, 1240, CONCRETO DE PRECÓN, 7.

Nota. Documentación del estado inicial del inventario en SICET Ingeniería.

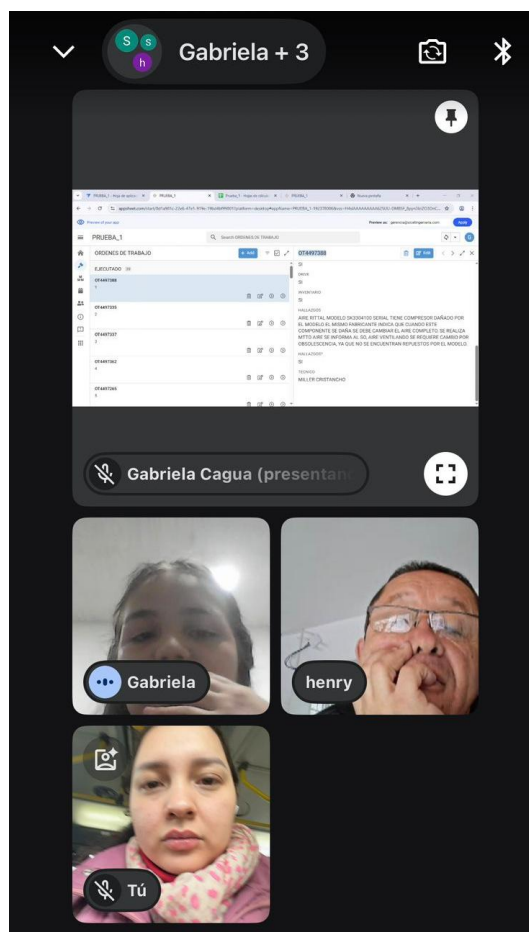
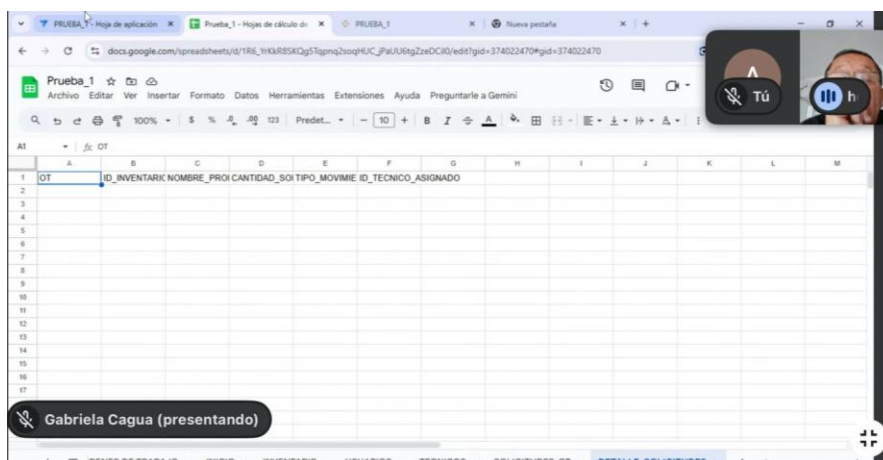
Siguiendo el enfoque DMAIC, en la fase Definir se aplicaron herramientas como el mapa de procesos, el diagrama SIPOC y el diagrama Swimlane, los cuales permitieron delimitar las responsabilidades entre áreas, identificar los puntos críticos del flujo de materiales y comprender las causas raíz asociadas a la variabilidad del proceso. En la fase Medir, se recopiló información histórica sobre entradas, salidas y frecuencia de solicitudes, estableciendo una línea base con un nivel Sigma inicial de 2,8, equivalente a un DPMO de 186.000, reflejando un control deficiente y una alta variabilidad en los registros. Adicionalmente, se identificó un tiempo promedio de

reposición de 1.500 segundos, frente a un Takt Time de 1.440 segundos, lo que evidenciaba cuellos de botella y desequilibrio en el flujo operativo.

Durante la fase Analizar, mediante herramientas como el diagrama de Ishikawa y el diagrama de Pareto, se determinó que el 80 % de las fallas provenían de dos causas principales: la falta de control del stock y los errores derivados del registro manual. Se estimó además el Costo de la Mala Calidad (COPQ), calculando un impacto mensual de aproximadamente \$2.400.000 COP en pérdidas por reprocesos, demoras y material extraviado. Estos resultados demostraron que el problema afectaba no solo la productividad, sino también la rentabilidad y la satisfacción del cliente interno.

En la fase Mejorar, se implementaron estrategias de orden, estandarización y digitalización. La aplicación de la metodología 5S permitió incrementar los niveles de organización y limpieza del 21 % al 81 %, optimizando el espacio físico y mejorando las condiciones de seguridad y accesibilidad. Asimismo, la implementación del sistema Kanban tanto físico como digital facilitó la reposición visual de materiales, reduciendo los tiempos de búsqueda y los errores por falta de disponibilidad. A su vez, la clasificación ABC segmentó los insumos según su valor de consumo y rotación, priorizando los artículos tipo A para control continuo, y estableciendo revisiones periódicas para los tipos B y C.

De forma complementaria, se desarrolló una herramienta digital integrada con Google Sheets, AppSheet y Looker Studio, que permitió registrar movimientos de inventario en tiempo real, generar alertas automáticas de reposición y visualizar indicadores de desempeño (KPI) a través de tableros dinámicos. Esta digitalización transformó el proceso en un modelo visual, trazable y accesible para todo el equipo técnico.

Figura 24. *Presentación del aplicativo digital en Google Sheets, AppSheet y Looker Studio.***Figura 25.** *Sesión virtual de capacitación del personal en el uso del sistema automatizado.*

Como parte del proceso de implementación, se desarrollaron capacitaciones virtuales dirigidas al encargado del área, orientadas al manejo del sistema digital de control de inventarios.

Durante estas sesiones se explicaron las funcionalidades del aplicativo, los flujos de registro y los mecanismos de trazabilidad de datos, garantizando la correcta apropiación de la herramienta por parte del equipo de trabajo.

Posteriormente, en la fase Controlar, se diseñó un tablero de control basado en el Balanced Scorecard (BSC), el cual permitió integrar los indicadores de desempeño en cuatro perspectivas estratégicas: financiera, procesos internos, cliente interno y aprendizaje organizacional. Este tablero facilitó el seguimiento continuo del nivel Sigma, el DPMO, los tiempos de reposición y el cumplimiento de metas de eficiencia, contribuyendo a la sostenibilidad de las mejoras alcanzadas.

En términos globales, la implementación del sistema Lean Six Sigma permitió transformar un proceso manual y reactivo en un modelo digital, estandarizado y orientado a datos. Los resultados reflejaron una reducción significativa de errores, tiempos de respuesta más ágiles y una mejora sustancial en la trazabilidad de insumos y herramientas. En consecuencia, SICET Ingeniería optimizó sus recursos y consolidó una cultura de mejora continua como base de su sostenibilidad organizacional.

Lecciones y recomendaciones

Durante el desarrollo del proyecto se comprobó la relevancia estratégica de contar con un sistema automatizado de gestión de inventarios que permita un control confiable y en tiempo real de las herramientas e insumos utilizados en las operaciones de SICET Ingeniería. Una de las principales lecciones aprendidas fue que la automatización y la estandarización no solo reducen los errores humanos, sino que también generan un entorno operativo más ordenado, seguro y productivo.

La aplicación de la metodología Lean Six Sigma permitió entender que la mejora continua va más allá de la incorporación de tecnologías: requiere cambios culturales y disciplina operativa. La implementación de herramientas como 5S, Kanban y la clasificación ABC demostró que el orden, la limpieza y la trazabilidad son elementos esenciales para la sostenibilidad de un sistema de inventarios eficiente. Asimismo, la integración de Google Sheets, AppSheet y Looker Studio facilitó el seguimiento de indicadores clave (KPI), fortaleciendo la transparencia y la toma de decisiones basadas en datos.

En cuanto a los resultados cuantitativos, el proyecto logró incrementar el nivel Sigma de 2,8 a 4,3, reduciendo el DPMO de 186.000 a 32.000, lo que representa una mejora del 82,8 % en la precisión del proceso. Se obtuvo una reducción del 18 % en los costos operativos mensuales, equivalente a \$1.950.000 COP, y se aumentó el nivel de exactitud del inventario del 67 % al 94 %. Estos resultados evidencian el cumplimiento efectivo de los objetivos propuestos, tanto en eficiencia operativa como en impacto financiero.

Desde el punto de vista cualitativo, se fortaleció la cultura organizacional hacia la mejora continua, logrando mayor compromiso del personal con el uso del nuevo sistema digital y la adopción de prácticas estandarizadas. La visualización de los indicadores en tableros de control incrementó la comunicación entre áreas y promovió la responsabilidad compartida en la gestión del inventario.

Bibliografía

- Aparicio Hernández, J. A., Mora Castañeda, E., & López Cruz, G. (2024). Herramientas estadísticas para reducir la variabilidad en los procesos con Six Sigma. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(6), 1764-1781. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.14940
- Asencio Muñoz, C. A. (2025). Modelo de gestión de inventarios para la eficiencia operativa en la empresa Ecuafed SA, parroquia Colonche, Santa Elena-Ecuador. [Trabajo de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/14071>
- Barrera, A. (2020). Propuesta de un modelo para la gestión de inventarios mediante la logística 4.0 para pymes en Colombia. Universidad Externado de Colombia. [Trabajo de grado, Universidad Externado de Colombia]. Repositorio Institucional. <https://doi.org/10.57998/bdigital.handle.001.3539>
- Cervantes Martínez, L. ., Farías Rojas, G. A. ., Villota Oyarvide, W. ., & Del Campo Salto, G. . (2023). Knowledge generation in the telecommunications era and its impact on education and economic development in Latin American. *Salud, Ciencia Y Tecnología*, 3, 363. <https://doi.org/10.56294/saludcyt2023363>
- Gutiérrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2022). *Control estadístico de calidad y Seis Sigma*. McGraw-Hill
- Huaman Fernandez, A. F. (2023). Aplicación de Lean Supply en la mejora de gestión de compras para el incremento de la productividad en una pyme de menajes plásticos. [Trabajo de grado, Escuela de Administración de Negocios para Graduados (ESAN)]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12640/3566>
- Juran, J. M. (2023). *Juran's Quality Handbook: The Complete Guide to Performance Excellence*. McGraw-Hill
- Liker, J. K. (2021). *El Toyota Way: 14 principios de gestión del mayor fabricante del mundo* (2ª ed.). McGraw-Hill
- Montgomery, D. C. (2021). *Introducción al control estadístico de la calidad* (8ª ed.). Wiley.
- Pacheco-Ruiz, C., Rojas-Martínez, C., Niebles-Nuñez, W., & Hernández-Palma, H. G. (2022). Gestión gerencial creativa de las micro, pequeñas y medianas empresas manufactureras

- (MIPYMES) para el desarrollo de mejoramiento constante. Información tecnológica, 33(3), 67-80. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642022000300067>
- Pyzdek, T., & Keller, P. A. (2023). *The Six Sigma Handbook* (6th ed.). McGraw-Hill
- Quintanilla Salinas, R. A. (2024). La industria 4.0 para la gestión del inventario del sector químico. [Trabajo de grado, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Institucional. <https://ru.dgb.unam.mx/server/api/core/bitstreams/51b1fdf0-2ff1-42dd-a404-9bc5cdf37155/content>
- Saavedra Córdova, A. M. (2019). Modelo de proceso de negocio utilizando la suite Business Process Modeler para mejorar la eficiencia en las actividades del estudio de producción musical CESTO TRACK. Chiclayo-2018. [Trabajo de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/5015>
- Sánchez, J. G., Méndez, J. V., & Salazar, R. A. (2024). Gestión de almacenes y productividad en el área de despacho de empresas manufactureras: una breve revisión. Signos: Investigación en sistemas de gestión, 16(1), 8. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/10226725.pdf>
- Tibanquiza, M. (2020). Diseño de un sistema de gestión de inventarios en la empresa Frigorífico Marujita. [Trabajo de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/32189>
- Velazco Arbieto, M. (2025). Implementación de herramientas Lean Logistics para incrementar la productividad en el área de producción de una empresa de servicios. [Trabajo de grado, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/11533>

Anexos

Anexo 1 Certificado de implementación por parte de la empresa.



Soporte En Ingeniería Civil, Eléctrica
y Telecomunicaciones S.A.S
NIT 900674961-1

CERTIFICACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTA PARA LA GESTION DE INVENTARIOS ANAGAB SICET 1.0 PARA EMPRESA SICET INGENIERIA

El Ingeniero **JHON ALEXANDER GONZÁLEZ GARZÓN** como director de Opción de grado II desde la **Facultad de Ingeniería Industrial** realizo el acompañamiento a **SARA GABRIELA CAGUA MEDINA** C.C. 1.123.800.619 y **ANA MARILYN NIÑO WINTACO** C.C. 1.006.777.687 para el desarrollo de la herramienta ANAGAB SICET 1.0 que le permitió a la Empresa SICET Ingeniería optimizar y controlar de manera adecuada el inventario de herramientas equipos e insumos, que a continuación se describe:

DATOS GENERALES	
Fecha inicio:	15/09/2025
Fecha finalización:	09/10/2025
DATOS DE LA CONSULTORIA	
Nombre de la consultoría:	Implementación de herramienta DMAIC mediante Lean Six Sigma para aumentar la calidad y optimización de las herramientas e insumos de la empresa SICET en el año 2025
Fecha de creación:	Septiembre - 2025
Descripción del panorama:	Identificación de los puntos críticos de retraso en el abastecimiento de inventario a técnicos, a través de un diagnóstico en campo basado en el estudio de tiempos y movimientos y visitas in situ.
Productos generados:	Como resultado del proyecto, se implementó la aplicación ANAGAB 1.0 (SICET) , una solución integral diseñada para optimizar el proceso de inventario. La plataforma permite una trazabilidad total de los materiales, a la vez que emite alertas automáticas sobre los niveles de stock para asegurar una reposición eficiente. Adicionalmente, facilita las operaciones en campo al incluir un módulo dedicado a la gestión y control de las órdenes de trabajo solicitadas por los técnicos.
Nombre tutor empresa:	Wilmar Leónidas González Garzón
Cargo tutor empresa:	Gerente de Operaciones

En consecuencia de lo presentado, la compañía autoriza compartir la información en el marco del proceso de certificación a partir de los lineamientos del Ministerio de Ciencia y Tecnología en Colombia sobre esta consultoría en la Universidad Santo Tomás Seccional Villavicencio.



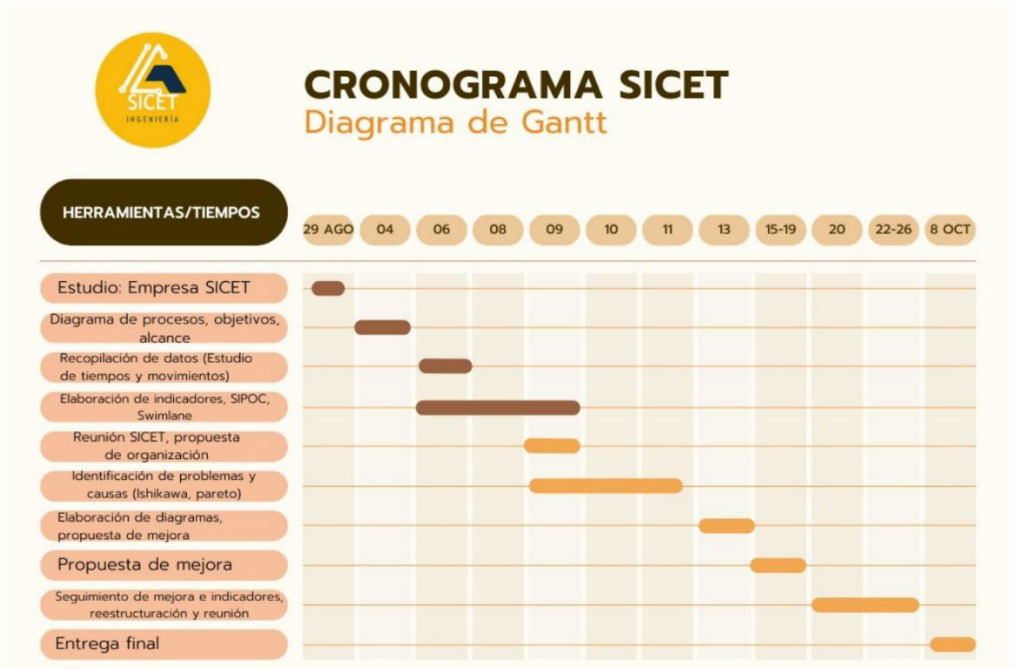
**Soporte En Ingeniería Civil, Eléctrica
y Telecomunicaciones S.A.S**
NIT 900674961-1

Esta certificación se expide a solicitud de los interesados el día 10 de octubre del 2025 y es válida en todo el territorio colombiano.

Cordialmente,

CARLOS ARTURO GARZÓN ÁLVAREZ
Representante legal

Anexo 2 Cronograma



Anexo 3 Tiempos y Movimientos

ESCALA	Descripción del desempeño del individuo
0	Actividad nula
50	Muy lento, movimientos torpes e inseguros, operador
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado
100	Trabajador activo y capaz; operario calificado promedio
125	Muy rapido; el operario actua con gran seguridad
150	Excepcionalmente rápido concentración y esfuerzo

Confianza	▼	Área	▼	Acomulado	▼	Z	▼
90,00%		5,00%		95,00%		1,64	
91,00%		4,50%		95,50%		1,7	
92,00%		4,00%		96,00%		1,75	
93,00%		3,50%		96,50%		1,81	
94,00%		3,00%		97,00%		1,88	
95,00%		2,50%		97,50%		1,96	
96,00%		2,00%		98,00%		2,05	
97,00%		1,50%		98,50%		2,17	
98,00%		1,00%		99,00%		2,33	
99,00%		0,50%		99,50%		2,58	

N	Elemento de trabajo				Observaciones registradas (S)															Clasificación	Promedio					
	Acción Base	Herramienta			Objeto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	Manual		Paralelo		Espero
		Manual	Semiautomática	Automática																						
1	Solicita				Espera																					
2	Formaliza solicitud	Manos			Herramientas o insumos	600	1800															1200	20			
3	Busca Herramientas	Manos			Espera	900	1200															1050	17,5			
4	Entrega Herramientas	Manos			Herramientas o insumos	600	600															600	10			
5	Alistar Herramientas	Manos			Busqueda	900	1200															1050	17,5			
6	Registro	Manos			Excel	300	900															600	10			
7																										
8																						75				

N	Elemento de trabajo				Observaciones registradas (S)															Clasificación	Promedio					
	Acción Base	Herramienta			Objeto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	Manual		Paralelo		Espero
		Manual	Semiautomática	Automática																						
1	Entrega Herramientas				Registro	900	1200															1050	17,5			
2	Formaliza solicitud	Manos			Herramientas o insumos	600	300															450	7,5			
3	Organiza Herramientas	Manos			Espera	900	1800															1350	22,5			
4	Registra Herramientas	Manos			Excel	300	900															600	10			
5	Valida Pendientes	Manos			Excel	300	1800															1050	17,5			
6																						75				

Anexo 4 Software Inventarios

Prueba_1

Archivo Editar Ver Insertar Formato Datos Herramientas Extensiones Ayuda Preguntarle a Gemini

100% 123 Predet... 10 B I A

A1 ID_INVENTARIO

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	ID_INVENTARIO	NOMBRE_PRODUCTO	DESCRIPCION	STOCK ACTUAL	STOCK MINIMO	TIPO	COSTO INDIVIDUAL	COSTO TOTAL	PRO
2	100001	TELUROMETRO	ohmios u ohmios-metro (Ω m)	3		1 EQUIPOS	904,400		
3	100002	CORTOCIRCUITOS				1 EQUIPOS			
4	100003	REFLECTORES	150 W	10		1 EQUIPOS			
5	100004	FILTRO COMBUS FC	FC-1242	6		1 EQUIPOS			J
6	100005	FILTRO ACEITE OLP-008	OLP-008/0-2017/2654403	4		1 EQUIPOS			J
7	100006	FILTRO ACEITE OLP-092	OLP-092/P-558616	1		1 EQUIPOS			J
8	100007	FILTRO COMBUS	26560163/4816635	2		1 EQUIPOS			J
9	100008	FILTRO COMBUS FLP-338	FLP-338/26561117	2		1 EQUIPOS			J
10	100009	FILTRO COMBUS F-1052	F-1052/P-553004/FE-4200	1		1 EQUIPOS			J
11	100010	FILTRO COMBUS FLP-442	FLP-442/FS-1280	1		1 EQUIPOS			J
12	100011	FIL	26510337/SFA-3542/DA2666 N	2		1 EQUIPOS			J
13	100012	FILTRO AIRE SFA-2873K	SFA-2873K/KA-3500	1		1 EQUIPOS			J
14	100013	PRECALENTADOR	Tipo Botella 1000w-120V	2		1 EQUIPOS	487,900		Ir
15	100014	MOTOBOMBA IHM	Sumergible aguas negras 120V	1		1 EQUIPOS	1,340,000		
16	100015	BOMBA BARNES	Aguas claras monofasica 3600 RPM	1		1 EQUIPOS	735,000		
17	100016	ACSR 1/0	1/0	3000		1 EQUIPOS	13,566,000		Fer
18	100017	BREAKER	industrial 100W	6		1 EQUIPOS			
19	100018	CABLE 4X10	4x10 encauchado cobre	185		1 EQUIPOS			

ORDENES DE TRABAJO INICIO INVENTARIO USUARIOS TECNICOS SOLICITUDES_OT DETALLE_SOLICITUDE

Prueba_1

Archivo Editar Ver Insertar Formato Datos Herramientas Extensiones Ayuda Preguntarle a Gemini

100% 123 Calibri 11 B I A

A1 #

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	#	OT	EB	SO	ID	ACTIVIDAD	ESTADO	FECHA DE ASIGNACION	FECHA DE EJECUCION	CANT	CONSOLIDADO	WFM	DRIVE
2	1	OT4497388	BOG.COLON	Vega Parra	2969043	MP_AA	EJECUTADO	1/9/2025	4/9/2025	1	SI	SI	SI
3	2	OT4497335	BOG.BOSA JIME	Eddy Alejandro	2969041	MP_AA	EJECUTADO	1/9/2025	5/9/2025	1	SI	SI	SI
4	3	OT4497337	BOG.EL RECREO	Eddy Alejandro	2969041	MP_AA	EJECUTADO	1/9/2025	5/9/2025	1	SI	SI	SI
5	4	OT4497362	BOG.EL RECREO	Eddy Alejandro	2969041	MP_PE_STANBY	EJECUTADO	1/9/2025	5/9/2025	1	SI	SI	SI
6	5	OT4497265	BOG.BATALLON	Rodriguez	2969041	MP_AA	EJECUTADO	1/9/2025	6/9/2025	1	SI	SI	SI
7	6	OT4497339	BOG.CARIMAGU	Rodriguez	2969041	MP_AA	EJECUTADO	1/9/2025	6/9/2025	1	SI	SI	SI
8	7	OT4497409	BOG.YOMASA	Gaitan	2969046	MP_PE_STANBY	EJECUTADO	1/9/2025	6/9/2025	1	SI	SI	SI
9	8	OT4497286	BOG.MUZU	Vega Parra Johann	2964907	MP_PE_STANBY	EJECUTADO	1/9/2025	6/9/2025	1	SI	SI	SI
10	9	OT4497364	SOA.COMPARTIR	Giraldo Correa	2969046	MP_PE_STANBY	EJECUTADO	1/9/2025	9/9/2025	1	SI	SI	SI
11	10	OT4497263	SOA.CENTRO	Giraldo Correa	8789 Soacha Cen	MP_AA	EJECUTADO	1/9/2025	9/9/2025	1	SI	SI	SI
12	11	OT4497390	CUN.USME	Gaitan	2969043	MP_AA	EJECUTADO	1/9/2025	9/9/2025	1	SI	SI	SI
13	12	OT4497389	BOG.LA ACACIA	Gaitan	533 La Casona	MP_AA	EJECUTADO	1/9/2025	10/9/2025	1	SI	SI	SI
14	13	OT4497282	CUN.SANTA ROS	Dueñas Piraban	2969043	MP_PE_7X24	EJECUTADO	1/9/2025	10/9/2025	1	SI	SI	SI
15	14	OT4497266	BOG.LA CONCEP	Gaitan	159735 - Nutibar	MP_AA	EJECUTADO	1/9/2025	10/9/2025	1	SI	SI	SI
16	15	OT4497338	BOG.LOS OLIVOS	Eddy Alejandro	8605-ATC ISLAND	MP_AA	EJECUTADO	1/9/2025	13/9/2025	1	SI	SI	SI
17	16	OT4497264	SOA.ICOLLANTA	Giraldo Correa	140 Soacha Com	MP_AA	EJECUTADO	1/9/2025	13/9/2025	1	SI	SI	SI
18	17	OT4497287	BOG.TUNJUELIT	Gaitan	2969043	MP_PE_STANBY	EJECUTADO	1/9/2025	15/9/2025	1	SI	SI	SI
19	18	OT4497385	BOG.GALAN	Vega Parra	2969041	MP_AA	EJECUTADO	1/9/2025	15/9/2025	2	SI		

ORDENES DE TRABAJO INICIO INVENTARIO USUARIOS TECNICOS SOLICITUDES_OT DETALLE_SOLICITUDE

El Inicio de la Aplicación: El Diseño de la Base de Datos

Se determinó que la aplicación necesitaba dos pilares de información que funcionarían como la "base" de todo el sistema. Estas son las tablas que la empresa gestiona y mantiene activamente:

The screenshot displays a data management interface. On the left, a sidebar lists various data sources: DETALLE_SOLICITUDES, INICIO, INVENTARIO, ORDENES DE TRABAJO, SOLICITUDES_OT, TECNICOS, and USUARIOS. The main area shows the configuration for the 'DETALLE_SOLICITUDES' table, with columns: NAME, TYPE, KEY?, and LABI. The table structure is as follows:

NAME	TYPE	KEY?	LABI
_RowNumber	Number	☐	☐
OT	Text	☒	☒
ID_INVENTARIO	Ref	☐	☐
NOMBRE_PRODUCTO	Ref	☐	☐
CANTIDAD_SOLICITADA	Number	☐	☐
TIPO_MOVIMIENTO	Text	☐	☐
ID_TECNICO_ASIGNADO	Ref	☐	☐

On the right, a mobile app dashboard is shown with icons for MIS ORDENES DE T..., INVENTARIO, and a bottom navigation bar with INICIO, ORDENES DE TRABAJO, INVENTARIO, and ORDENES DE TRABAJO calendar.

- **Ordenes_Trabajo:** Esta tabla actúa como el motor de la operación. Es la fuente de la verdad que responde "qué hay que hacer, quién lo hace y para quién".

Prueba_1

Archivo Editar Ver Insertar Formato Datos Herramientas Extensiones Ayuda Preguntarle a Gemini

100% 123 Calibri 11 B I A

#	OT	EB	SO	ID	ACTIVIDAD	ESTADO	FECHA DE ASIGNACION	FECHA DE EJECUCION	CANT	CONSOLIDADO	WFM	DRIVE
1	OT4497388	BOG.COLON	Vega Parra	2969043	MP_AA	EJECUTADO	1/9/2025	4/9/2025	1	SI	SI	SI
2	OT4497335	BOG.BOSA JIME	Eddy Alejandro	2969041	MP_AA	EJECUTADO	1/9/2025	5/9/2025	1	SI	SI	SI
3	OT4497337	BOG.EL RECREO	Eddy Alejandro	2969041	MP_AA	EJECUTADO	1/9/2025	5/9/2025	1	SI	SI	SI
4	OT4497362	BOG.EL RECREO	Eddy Alejandro	2969041	MP_PE_STANBY	EJECUTADO	1/9/2025	5/9/2025	1	SI	SI	SI
5	OT4497265	BOG.BATALLON	Rodriguez	2969041	MP_AA	EJECUTADO	1/9/2025	6/9/2025	1	SI	SI	SI
6	OT4497339	BOG.CARIMAGU	Rodriguez	2969041	MP_AA	EJECUTADO	1/9/2025	6/9/2025	1	SI	SI	SI
7	OT4497409	BOG.YOMASA	Gaitan	2969046	MP_PE_STANBY	EJECUTADO	1/9/2025	6/9/2025	1	SI	SI	SI
8	OT4497286	BOG.MUZU	Vega Parra Johann	2964907	MP_PE_STANBY	EJECUTADO	1/9/2025	6/9/2025	1	SI	SI	SI
9	OT4497364	SOA.COMPARTIR	Giraldo Correa	2969046	MP_PE_STANBY	EJECUTADO	1/9/2025	9/9/2025	1	SI	SI	SI
10	OT4497263	SOA.CENTRO	Giraldo Correa	2969046	MP_AA	EJECUTADO	1/9/2025	9/9/2025	1	SI	SI	SI
11	OT4497390	CUN.USME	Gaitan	2969043	MP_AA	EJECUTADO	1/9/2025	9/9/2025	1	SI	SI	SI
12	OT4497389	BOG.LA ACACIA	Gaitan	533 La Casona	MP_AA	EJECUTADO	1/9/2025	10/9/2025	1	SI	SI	SI
13	OT4497282	CUN.SANTA ROS	Dueñas Piraban	2969043	MP_PE_7X24	EJECUTADO	1/9/2025	10/9/2025	1	SI	SI	SI
14	OT4497266	BOG.LA CONCEP	Gaitan	59735 - Nutibar	MP_AA	EJECUTADO	1/9/2025	10/9/2025	1	SI	SI	SI
15	OT4497338	BOG.LOS OLIVOS	Eddy Alejandro	8605-ATC ISLANC	MP_AA	EJECUTADO	1/9/2025	13/9/2025	1	SI	SI	SI
16	OT4497264	SOA.ICOLLANTA	Giraldo Correa	40 Soacha Comp	MP_AA	EJECUTADO	1/9/2025	13/9/2025	1	SI	SI	SI
17	OT4497287	BOG.TUNJUELIT	Gaitan	2969043	MP_PE_STANBY	EJECUTADO	1/9/2025	15/9/2025	1	SI	SI	SI
18	OT4497385	BOG.GALAN	Vega Parra	2969041	MP_AA	EJECUTADO	1/9/2025	15/9/2025	2	SI	SI	SI

Convertir datos en una tabla

ORDENES DE TRABAJO INICIO INVENTARIO USUARIOS TECNICOS SOLICITUDES_OT DETALLE_SOLICITUDE

- **Inventario:** Este es el segundo pilar. Es el catálogo central que responde "qué tenemos, cuánto tenemos y dónde está".

Prueba_1

Archivo Editar Ver Insertar Formato Datos Herramientas Extensiones Ayuda Preguntarle a Gemini

100% 123 Predet... 10 B I A

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	ID_INVENTARIO	NOMBRE_PRODUCTO	DESCRIPCION	STOCK ACTUAL	STOCK MINIMO	TIPO	COSTO INDIVIDUAL	COSTO TOTAL	PRO
2	100001	TELUROMETRO	ohmios u ohmios-metro (Ω·m)	3		1 EQUIPOS	904,400		
3	100002	CORTOCIRCUITOS				1 EQUIPOS			
4	100003	REFLECTORES	150 W	10		1 EQUIPOS			
5	100004	FILTRO COMBUS FC	FC-1242	6		1 EQUIPOS			J
6	100005	FILTRO ACEITE OLP-008	OLP-008/O-2017/2654403	4		1 EQUIPOS			J
7	100006	FILTRO ACEITE OLP-092	OLP-092/P-558616	1		1 EQUIPOS			J
8	100007	FILTRO COMBUS	26560163/4816635	2		1 EQUIPOS			J
9	100008	FILTRO COMBUS FLP-338	FLP-338/26561117	2		1 EQUIPOS			J
10	100009	FILTRO COMBUS F-1052	F-1052/P-553004/FE-4200	1		1 EQUIPOS			J
11	100010	FILTRO COMBUS FLP-442	FLP-442/FS-1280	1		1 EQUIPOS			J
12	100011	FIL	26510337/SFA-3542/DA2666 N	2		1 EQUIPOS			J
13	100012	FILTRO AIRE SFA-2873K	SFA-2873K/KA-3500	1		1 EQUIPOS			J
14	100013	PRECALENTADOR	Tipo Botella 1000w-120V	2		1 EQUIPOS	487,900		Ir
15	100014	MOTOBOMBA IHM	Sumergible aguas negras 120V	1		1 EQUIPOS	1,340,000		
16	100015	BOMBA BARNES	Aguas claras monofasica 3600 RPM	1		1 EQUIPOS	735,000		
17	100016	ACSR 1/0	1/0	3000		1 EQUIPOS	13,566,000		Fer
18	100017	BREAKER	industrial 100W	6		1 EQUIPOS			
19	100018	CABLE 4X10	4x10 encauchado cobre	185		1 EQUIPOS			

ORDENES DE TRABAJO INICIO INVENTARIO USUARIOS TECNICOS SOLICITUDES_OT DETALLE_SOLICITUDE

Convertir datos en una tabla

Estas dos tablas son el punto de partida y alimentan las interfaces de los coordinadores (para asignar OTs) y los técnicos (para ver el catálogo).

Aquí es donde el diseño se vuelve inteligente. En lugar de solo tener la información inicial, se crearon tablas vacías diseñadas específicamente para que la aplicación misma las vaya documentando a medida que se usa.

- Solicitudes:** Esta tabla se diseñó para estar vacía al principio. Cada vez que un técnico presiona "Enviar Solicitud" en la app, AppSheet crea una nueva fila aquí, registrando el "quién, cuándo y para qué OT".

Prueba_1

Archivo Editar Ver Insertar Formato Datos Herramientas Extensiones Ayuda Preguntarle a Gemini

100% 123 Predet... 10 B I A

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	OT	EMPRESA	ID_TECNICO	NOMBRE_TEC	TIPO_MANTENI	FECHA_DE_SO	ESTADO_DE_SOLICITUD						
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

ORDENES DE TRABAJO INICIO INVENTARIO USUARIOS TECNICOS SOLICITUDES_OT DETALLE_SOLICITUDE

- **Detalle_Solicitudes:** Esta tabla también está diseñada para ser llenada por la app. Almacena cada ítem individual (SKU y cantidad) vinculado a esa solicitud.

Prueba_1 ☆ 📁

Archivo Editar Ver Insertar Formato Datos Herramientas Extensiones Ayuda Preguntarle a Gemini

🔍 ↶ ↷ 🖨️ 100% \$ % .0_ .00 123 Predet... - 10 + B I 🔗 A 🎯 🏠 📄 ⌵

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	OT	ID_INVENTARIC	NOMBRE_PROI	CANTIDAD_SOI	TIPO_MOVIMIE	ID_TECNICO	ASIGNADO						
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

+ ≡ DENES DE TRABAJO INICIO INVENTARIO USUARIOS TECNICOS SOLICITUDES_OT DETALLE_SOLICITUDES < >

- **Movimientos_Inventario:** Una tabla similar que registra cada ajuste, entrada o salida, creando un historial financiero y de stock.

[illegible]

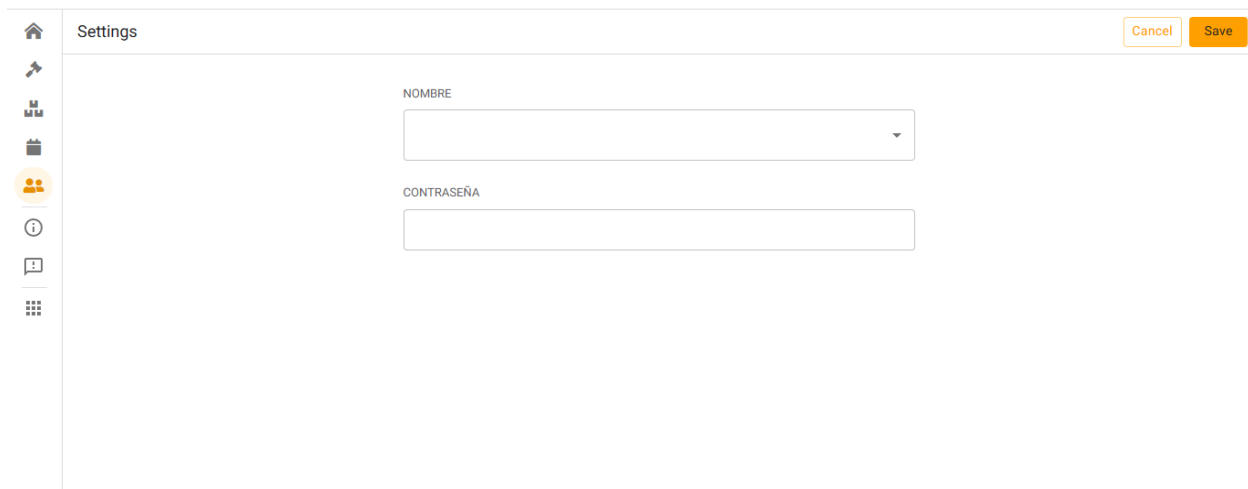
Al construir la base de datos de esta manera, logramos dos cosas:

1. **Soporte de Interfaces:** Las tablas Ordenes_Trabajo e Inventario proveen la información que ven el coordinador y el técnico.

2. **Registro Automático:** Las tablas Solicitudes y Detalle_Solicitudes se convierten en el registro histórico de cada movimiento, que luego es leído por el dashboard para mostrar los análisis.

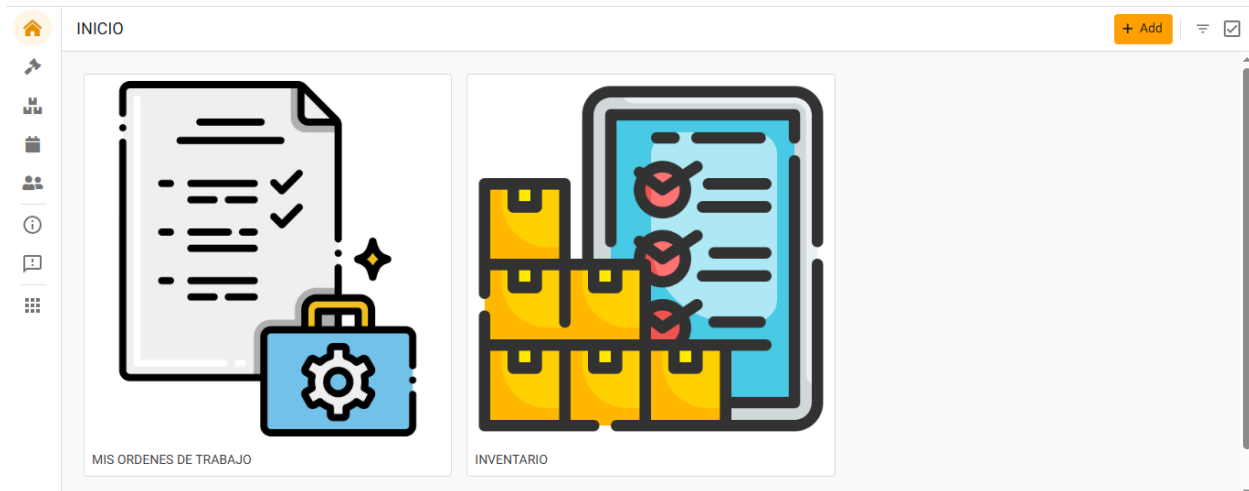
Lo primero que se configura es el inicio de sesión. La aplicación requerirá que cada usuario ingrese con su correo (generalmente de Google Workspace).

El punto clave es que, según el usuario, la app le asigna un rol (Técnico, Coordinador o Inventarios). Esto es lo que controla todo lo que viene después.



Para el Técnico: 🧑‍🔧

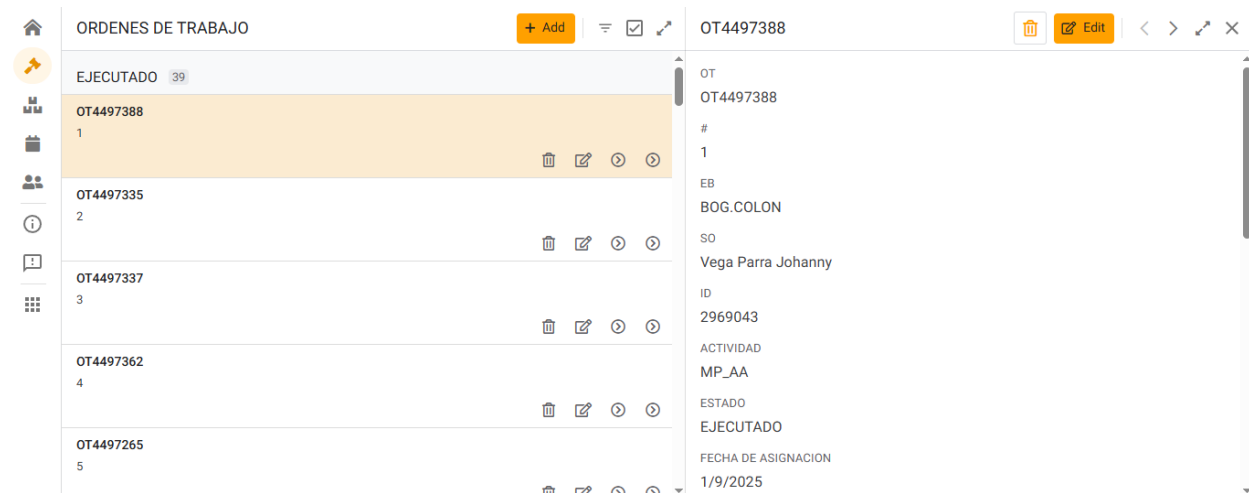
- 🔧 Su menú es simple. Verá una vista principal de **"Mis Órdenes de Trabajo"**.
- 🔧 Esto se logra filtrando la tabla Ordenes_Trabajo para que solo muestre las filas donde la columna [ID_Tecnico_Asignado] coincida con el correo del técnico que inició sesión.
- 🔧 Tendrá una vista de "Inventario" pero solo en modo lectura, para poder ver qué hay disponible.



- **Para el Coordinador:** supervisory

- Su menú es completo. Verá **"Todas las Órdenes de Trabajo"** (sin filtro) para poder asignar y supervisar.

- Tendrá **visibilidad total** del inventario, las solicitudes y el estado de todos los técnicos.



ORDENES DE TRABAJO calendar + Add

Day Week Month Today

< septiembre 2025 >

lu	ma	mi	ju	vi	sá	do
01	02	03	04	05	06	07
OT4497404	+19 mos	+19 mos	+19 mos	+19 mos	+19 mos	+19 mos
08	09	10	11	12	13	14
OT4497404	+12 mos	+12 mos	+12 mos	+12 mos	+12 mos	+12 mos
15	16	17	18	19	20	21
OT4497404	+15 mos	+15 mos	+15 mos			
22	23	24	25	26	27	28
OT4530731	+2 mos	+1 mos	+1 mos			
29	30					
OT4530731	+4 mos	+4 mos	+4 mos			

- **Para Inventarios:**

- Su menú se enfoca en las tablas Inventario y Solicitudes.
- Verá un panel principal de **"Solicitudes Pendientes"** y botones para gestionar el stock.

INVENTARIO	TELURIMETRO
      	      
TELURIMETRO 100001	NOMBRE_PRODUCTO TELURIMETRO
CORTOCIRCUITOS 100002	ID_INVENTARIO 100001
REFLECTORES 100003	DESCRIPCION ohmios u ohmios-metro (Q-m)
FILTRO COMBUS FC 100004	STOCK ACTUAL 3
FILTRO ACEITE OLP-008 100005	STOCK MINIMO 1
FILTRO ACEITE OLP-092	TIPO Equipos
	COSTO INDIVIDUAL \$904.400,00
	PROVEEDOR Electriled

Finalmente, la aplicación cobra vida con las "Acciones", que son los botones que permiten a cada rol hacer su trabajo:

- **Acción del Técnico (Solicitar):**

-  El técnico entra a una OT que tiene asignada.
-  Allí tiene un botón de "Solicitar Material"
-  Esto le abre un formulario para crear una nueva fila en la tabla Solicitudes y añadir los productos que necesita (creando filas en Detalle_Solicitudes).

- **Acción de Inventarios (Entradas y Salidas):**

- ✚ Este rol tiene los botones visibles para "Registrar Entrada" (cuando llega material de compras) o "Entregar Paquete / Registrar Salida" (cuando le entrega el paquete al técnico).
- ✚ Estas acciones son las que editan la columna Stock_Actual en la tabla Inventario y crean un registro en la tabla Movimientos_Inventario para la trazabilidad.

Anexo 5 Manual de Usuario

Manual de Usuario: Aplicación de Gestión de Inventarios SICET

1. Introducción y Acceso

Bienvenido a la aplicación de gestión de inventarios y operaciones de SICET. Esta herramienta está diseñada para digitalizar y conectar el flujo de trabajo completo, desde la asignación de Órdenes de Trabajo (OT) hasta la entrega de materiales en bodega.

La aplicación funciona sobre AppSheet y utiliza una base de datos en Google Sheets, asegurando que toda la información esté centralizada y actualizada en tiempo real.

Inicio de Sesión: Simplemente ingresa con tu cuenta de correo corporativa (Google Workspace). La aplicación te reconocerá automáticamente y te mostrará la interfaz diseñada para tu rol.

2. Vistas por Rol

La funcionalidad más importante de la aplicación es que lo que ves depende de tu rol. Un técnico no ve los mismos menús que un coordinador o el director de inventarios.

A continuación, se detalla el flujo de trabajo para cada rol:

3. Guía para el Coordinador

- Tu rol es el punto de inicio de toda la operación de campo.
- Flujo de Trabajo Principal:
- Revisar y Asignar OTs:
- En tu menú principal, verás la vista de "Órdenes de Trabajo".
- Aquí recibirás las nuevas OTs (pueden aparecer como "Pendientes" o "No Asignadas").
- Abre la OT que deseas asignar.
- En el campo [ID_Tecnico_Asignado], selecciona al técnico de la lista.

- Cambia el [Estado] de la OT a "Asignada" y guarda.
- Seguimiento: El técnico recibirá una notificación automática en su aplicación. Desde tu panel, podrás monitorear el estado de todas las OTs (Asignada, En Proceso, Finalizada).

4. Guía para el Técnico

- Tu interfaz está diseñada para ser rápida y enfocada en la operación de campo.
- Flujo de Trabajo Principal:
- Revisar OTs Asignadas:
- Al ingresar, tu pantalla principal será "Mis Órdenes de Trabajo".
- Aquí solo verás las OTs que el coordinador te ha asignado a ti.
- Armar Paquete (Solicitar Material):
- Abre la OT en la que vas a trabajar.
- Busca el botón "Solicitar Material" o "Armar Paquete de Inventario".
- Se abrirá un formulario de "Solicitud" (vinculado automáticamente a esa OT).
- Presiona "Añadir Producto". Podrás ver el catálogo de Inventario (en modo lectura) para saber qué hay disponible.
- Selecciona los insumos (ej. cables, conectores) y herramientas (ej. taladro, ponchadora) que necesitas, especificando las cantidades.
- Al terminar, presiona "Enviar Solicitud".

Retiro y Devolución:

El Director de Inventario recibirá tu solicitud al instante.

- Podrás ver el estado de tu solicitud (ej. "Enviada", "En Preparación", "Lista para Retirar").
- Dirígete a bodega para retirar tu paquete.
- Al finalizar tu OT, debes devolver las herramientas (los insumos se marcan como consumidos).

5. Guía para el Director de Inventario

Tu rol es el centro de control de todos los bienes físicos de la empresa. Tu interfaz te permite gestionar el stock y responder a las solicitudes.

- Flujo de Trabajo Principal:

- Gestionar Solicitudes (Preparar Paquetes):
- Tu vista principal será un panel de "Solicitudes Pendientes" enviadas por los técnicos.
- Abre una solicitud para ver el detalle de los ítems.
- Prepara físicamente el paquete en bodega.
- Una vez listo, presiona el botón "Entregar Paquete" (o "Confirmar Salida").
- Registro de Salidas (Acción Automática):
- Al presionar "Entregar Paquete", la aplicación registrará el movimiento automáticamente:

Para Insumos: Restará la cantidad del [Stock_Actual] en la tabla Inventario.

Para Herramientas: NO restará el stock, sino que cambiará el estado del ítem a "En Préstamo" (asignado al técnico).

Todo esto quedará registrado en la tabla Movimientos_Inventario.

Registrar Entradas (Compras):

Cuando recibas material del departamento de Compras, ve al menú "Inventario".

Usa la acción (botón) "Registrar Entrada".

Selecciona el producto, la cantidad y la referencia de compra.

Esto sumará al [Stock_Actual] y creará un registro en Movimientos_Inventario.

Recibir Devoluciones:

Cuando un técnico devuelva una herramienta, usa la acción "Recibir Herramienta".

Escanea o selecciona el ítem para marcarlo nuevamente como "Disponible" en el inventario.

6. Módulos de Reporte (Coordinadores y Gerencia)

- La aplicación también incluye vistas para el análisis y la planeación:
- Calendario de Trazabilidad de OTs: Una vista de calendario que muestra todas las OTs por fecha, permitiendo ver la carga de trabajo y el historial.
- Dashboard de Inventario: Un panel visual (dashboard) que lee la tabla Movimientos_Inventario para mostrarte gráficas sobre:
- Valor total del stock.
- Rotación de inventario.
- Consumo de material por técnico o por OT.
- Alertas de stock mínimo.