

**DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DE TRAZABILIDAD PARA LA
GESTIÓN EFICIENTE DE SIMCARD EN MEDIDORES DE ENERGÍA**

MARIA JOSÉ PATIÑO CANO

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO
MEDELLÍN
2025**

**DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DE TRAZABILIDAD PARA LA
GESTIÓN EFICIENTE DE SIMCARD EN MEDIDORES DE ENERGÍA**

MARIA JOSÉ PATIÑO CANO

ASESORES

JIM GIRALDO BUILES

PROFESOR FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO

ADMINISTRADOR EN SALUD

MAGÍSTER EN GESTIÓN DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

JHON EDWARD AGUIRRE CUERVO

PROFESOR FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO

INGENIERO INDUSTRIAL

MAGÍSTER EN DIRECCIÓN DE OPERACIONES Y CALIDAD

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO

MEDELLÍN

2025

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	9
1. Problema.....	11
1.1 Planteamiento del problema	11
1.2 Formulación de la pregunta de investigación	13
2. justificación	16
3. objetivos.....	17
3.1 objetivo general	17
3.2 objetivos específicos	17
4. marco de referencia	18
4.1 Marco contextual	18
4.2 Internacional	18
4.2.1 Nacional	19
4.2.2 Institucional	19
4.3 Referentes Teóricos	20
4.3.1 Control de costos operativos y optimización de recursos	21
4.3.2 Prevención de fraudes y control de inventario	22
4.3.3 Indicadores clave de desempeño para la evaluación actual de inventarios	24
4.3.4 INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO (KPI) MÁS RELEVANTES EN LA GESTIÓN DE INVENTARIOS	25
4.2.5 Investigación de herramientas para la gestión de inventario	29
4.4 Método Choosing By Advantages (CBA)	37
5. DISEÑO METODOLÓGICO.....	42
5.1 Enfoque	42
5.2 Tipo de Investigación	43
5.3 Horizonte de Tiempo	44
5.4 Estrategia de muestreo	44
5.5 Variables	46
5.6 Normatividad que respalda el proyecto	49
5.7 Resultados/productos esperados y potenciales beneficiarios	50
6. RESULTADOS.....	51
6.1 Diagnostico actual de inventario	51
6.2 Análisis de herramientas para la trazabilidad de las SIMCARD por medio del método CBA	59
6.2.1 Identificación del problema y propósito de la decisión	59
6.2.2 Alternativas viables a comparar	59

6.2.3 Impacto de la decisión en la gestión de inventarios	65
6.3 Plan de viabilidad financiero	66
6.4 Propuesta de prototipo para el seguimiento y monitoreo en tiempo real de las SIMCARD Creación del prototipo	68
7. Conclusiones.....	78
8. Referencias bibliográficas	80

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Matriz de variables de trazabilidad y control.	47
Tabla 2. Metodología para la ejecución de los objetivos.	48
Tabla 3. Fases del proceso.	53
Tabla 4. Perdida monetaria en pesos.....	54
Tabla 5. Muestra de instalaciones.	57
Tabla 6. Identificación de atributos por alternativa.	60
Tabla 7. Ventajas entre alternativas.	61
Tabla 8. Asignación de 0 a 10 para calificar criterios.	62
Tabla 9. Análisis del costo como restricción para alternativas.	63
Tabla 10. Valor vs costo.	64
Tabla 11. Formulas clave para el análisis financiero (CTE ROI).....	67
Tabla 12. Formulas clave para el análisis financiero (valor neto)	67
Tabla 13 Registro automático en EXCEL.	76

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Árbol de problemas.	15
Figura 2. Criterios de inclusión, exclusión y estrategias de muestreo.	45
Figura 3. Flujograma de gestión de inventarios.	51
Figura 4. Representación gráfica de la pérdida monetaria.	55
Figura 5. Comportamiento del costo durante el año 2024.	56
Figura 6. Paso a paso de la creación del prototipo en Power Apps.	70
Figura 7. Primeras 3 pantallas a visualizar.	72
Figura 8. Pantallas 4,5,6.	74
Figura 9. Pantalla con opción de eliminación y registro de SIMCARD.	75

GLOSARIO

Cadena de suministro: Es todo el proceso que envuelve al producto, desde la compra y fabricación de las materias primas hasta la resolución final, es decir, la entrega de este artículo al cliente. (Tremolada Tovar, 2018)

Frontera comercial: una Frontera Comercial es el punto de medición asociado al punto de conexión entre agentes y usuarios conectados a las redes del Sistema de Transmisión diferentes niveles de tensión de un mismo OR (EPM, s. f.).

OR: Distribuidores de energía de determinado departamento o región.

Medidor de energía: es un dispositivo que se utiliza para medir la cantidad de energía eléctrica real que se consume en un hogar o negocio. Estos dispositivos se conectan a la red eléctrica y miden la cantidad de energía eléctrica que fluye a través del cableado eléctrico (EPM, s. f.).

MNR: En el Mercado No Regulado participan voluntariamente la industria y todos aquellos usuarios que tengan un alto consumo de energía. Actualmente un usuario no regulado es un consumidor con demandas de energía superiores o iguales a 55 MWh /mes.

MR: El mercado regulado, abarca usuarios industriales, comerciales y residenciales con demandas de energía inferiores a 55 MWh.

SIM CARD: (Módulo de Identidad del Suscriptor) es como la llave de una red celular: almacena información vital como el número de identificación único, los contactos y otros datos (EPM, s. f.).

Sector energético: conjunto de todas las actividades económicas relacionadas con el uso de recursos renovables y no renovables para la producción, entrega y consumo de energía en sus diferentes formas (electricidad, calor y combustibles) (Jiménez, A., 2015).

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado titulado “Desarrollo de una herramienta de trazabilidad para la gestión eficiente de SIM CARD en medidores de energía” surge a partir de una problemática operativa identificada en el Consorcio EJM Fronteras, conformado por las empresas ENETEL S.A.S y JIMÉNEZ Y MEJÍA S.A.S., dedicado a la gestión de instalaciones y mantenimiento de medidores de energía en Colombia. Uno de los principales desafíos detectados fue la pérdida de SIM CARD utilizadas en los medidores, debido a la ausencia de un sistema de trazabilidad que permitiera conocer su ubicación, estado y control operativo una vez eran entregadas al personal técnico. Esta falencia ocasiona pérdidas económicas significativas por planes de datos activos en tarjetas extraviadas o sin registrar, afectando la eficiencia, el control interno y la capacidad de respuesta de la organización. Frente a esta situación, se justificó la necesidad de desarrollar una herramienta digital de trazabilidad que permitiera optimizar recursos, prevenir fraudes, mejorar el control de inventario y elevar los estándares de cumplimiento frente a los requerimientos del cliente (EPM). Con este propósito, se planteó como objetivo general diseñar una solución tecnológica que permitiera el seguimiento y monitoreo en tiempo real de las SIM CARD, a través de una metodología basada en cinco etapas: diagnóstico del modelo actual de inventarios mediante indicadores clave de desempeño (KPI), análisis de herramientas tecnológicas (ERP, Kardex, Power Apps) con el método Choosing By Advantages (CBA), evaluación de viabilidad financiera del proyecto, desarrollo de un prototipo funcional en Power Apps y análisis del impacto operativo de su implementación. La metodología empleada tuvo un enfoque cuantitativo-

descriptivo, con análisis de datos reales de 980 instalaciones, evaluación de pérdidas económicas, tiempo de registro y precisión de inventario. Como resultado principal, se identificó una tasa de pérdida del 32% en SIM CARD, un promedio de tres días de retraso en el registro y una pérdida estimada de más de \$56 millones anuales. Tras aplicar el método CBA, se seleccionó Power Apps como la herramienta más ventajosa, destacando su bajo costo, facilidad de uso, integración con Excel y capacidad de automatización. El prototipo desarrollado permitió reducir los tiempos de registro, mejorar la trazabilidad y generar reportes en tiempo real, sentando las bases para una gestión más eficiente, sostenible y replicable en otras organizaciones del sector energético.

1. PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El consorcio EJM Fronteras, nace en el año 2023 de la alianza entre la compañía ENETEL S.A.S y JIMÉNEZ Y MEJÍA S.A.S, entidades dedicadas al sector energético y eléctrico a nivel nacional; cuenta actualmente con un contrato para EPM dedicado a ejecutar actividades asociadas a adecuaciones, mantenimientos y atención de fallas para el Mercado no regulado (MNR), Grandes consumidores de energía, Y MR: Mercado regulado -Pequeños consumidores de energía.

Una de las principales actividades realizadas por el consorcio es el mantenimiento e instalación de medidores de energía encargados de calcular el consumo de los usuarios y su posterior cobro.

Cada medidor de energía cuenta con una SIM CARD que permite la comunicación para ser leído, se debe asegurar que el cliente tenga su frontera comercial activa y leída de manera correcta, afirmado por el marco regulatorio de EPM.

Entre las actividades que realiza el consorcio, está que cada propietario de los equipos (medidores de energía) debe llevar un mantenimiento periódico y mantenerlos calibrados, esto, según las normas referenciadas en el código y las recomendaciones de los fabricantes de los equipos (EPM, 2017).

Dicho esto, no se cuenta con un proceso de trazabilidad para realizar el control y seguimiento a las SIM CARD después de ser entregadas al personal de la compañía, lo que está ocasionando pérdidas monetarias relevantes para la compañía, por el plan de datos que es suministrado a cada SIM CARD.

Se entiende de esto, que la cadena de suministro son todas aquellas fases que hacen parte de un proceso y que aportan al desarrollo final de una venta o un servicio. Las organizaciones viven en una ardua búsqueda de la eficiencia y la rentabilidad, por esto toman decisiones a diario que se basan en estrategias a corto, mediano y largo plazo, que les permitan trabajar en pro a sus objetivos (Tremolada Tovar, 2018) entre estas estrategias está la mejora continua de varios procesos dentro de la cadena de suministro, procesos que en muchas ocasiones no están estandarizados, y de los que se carecen de manera notoria.

Así mismo la carencia de estos procesos están ocasionando diversos inconvenientes en el seguimiento a los materiales, las SIMCARD se están viendo extraviadas, no se está garantizando su ubicación y es uno de los principales eslabones del consorcio.

A raíz de esto se desencadenan una compleja red de desafíos que van más allá de la mera gestión técnica, dificultando la detección de fraudes y la optimización de recursos, generando repercusiones directas en la eficiencia operativa, la seguridad fronteriza y la competitividad comercial; sin contar con las pérdidas monetarias que son altamente costosas por el plan de datos que tiene cada SIMCARD.

Realizar mejoras dentro de la cadena de suministro nos permitirá un cambio notorio a la problemática teniendo como consideración que la cadena de suministro son un conjunto de actividades que tienen gran valor al ser planificadas, coordinadas, controladas y mejoradas para obtener un producto o un servicio cada vez más mejorado (Tremolada Tovar, 2018).

A medida que las compañías avanzan y trabajan en mejorar sus procesos como organización se destaca la importancia de la integración de tecnologías a los diversos procesos que se estén comportando como eslabones dentro de la cadena de suministro, con base en Santiago (2006) y el contexto actual de las compañías como enfoque de integración global de procesos, nos demuestra y nos aclara la importancia de poner en base el desarrollo de una buena herramienta ofimática como solución.

En la secuencia de la cadena de suministro existen varias plataformas tecnológicas que cuentan con implicaciones que pueden ser favorables con respecto a una información oportuna, la fluidez de la logística, la buena administración de inventario y distribución de la materia prima (Santiago, 2006).

1.2 Formulación de la pregunta de investigación

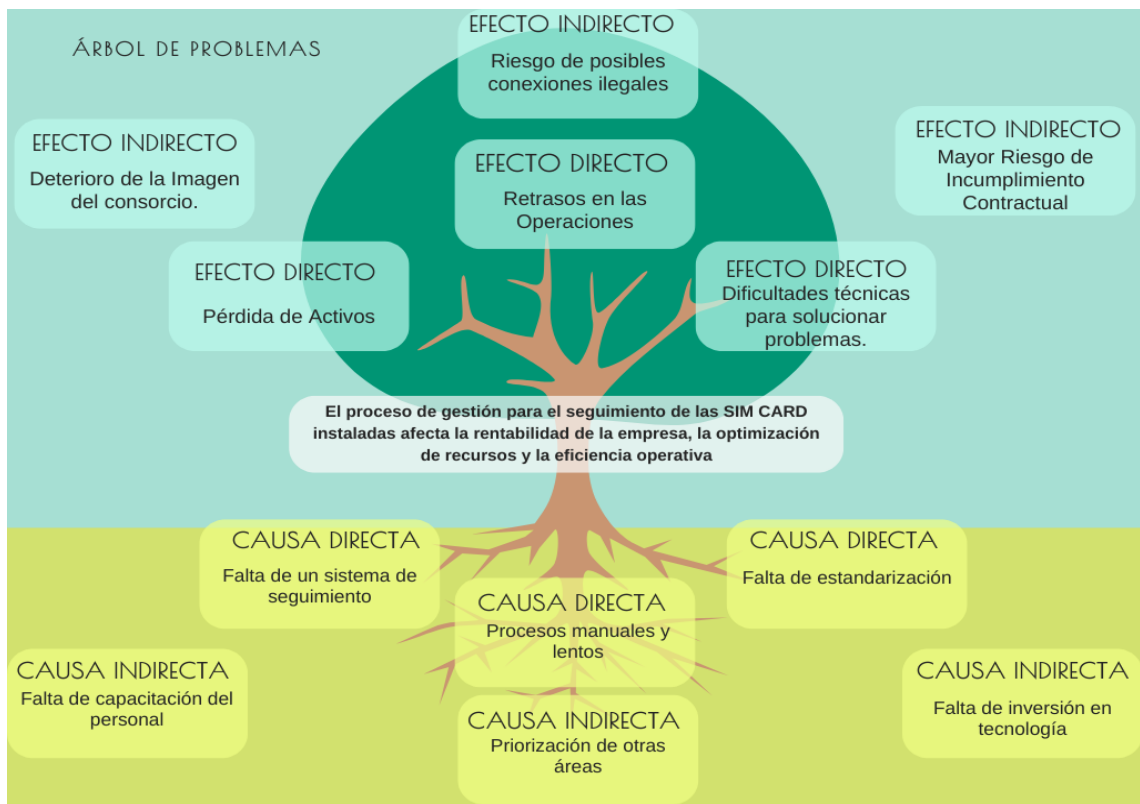
No tener trazabilidad de donde se encuentran las SIM CARD instaladas, expone a EJM Fronteras a una magnitud de riesgos económicos y logísticos, que se convierten en efectos gigantes difíciles de controlar, debido a esto se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo realizar el seguimiento de las SIM CARD instaladas, de modo que permita el fortalecimiento operativo y financiero de la empresa?

La identificación de las diferentes causas efectos, es vital para entablar correctamente la idea principal del proceso a trabajar dentro de la organización (González-Muñoz et al., 2023).

En la raíz del árbol se identifican causas directas (ver figura 1), como la falta de un sistema de seguimiento y la falta de estandarización, así como causas indirectas, como la falta de capacitación del personal y la falta de inversión en tecnología. Estas causas conducen a efectos directos, como la pérdida de activos y retrasos en las operaciones, y efectos indirectos, como el deterioro de la imagen del consorcio y el mayor riesgo de incumplimiento contractual. El objetivo del análisis es entender cómo estos factores afectan la rentabilidad, la optimización de recursos y la eficiencia operativa.

Figura 1. Árbol de problemas.



El árbol de problemas nos permite identificar todas aquellas causas y efectos que afectan directa e indirectamente nuestro problema principal, ayudándonos a atacarlo de forma efectiva y eficiente.

2. JUSTIFICACIÓN

La investigación propuesta busca por medio del diagnóstico y creación de la herramienta tecnológica realizadas a la compañía en cuestión, mejorar el proceso administrativo, de seguimiento y control buscando la optimización de recursos, mayor eficiencia de parte operativa y la mejora en la rentabilidad de la empresa.

Las tecnologías de la información llamadas también TIC'S son de vital importancia para las compañías siendo muy considerables para el progreso y el éxito de los planes de desarrollo, permiten identificar características fundamentales del mundo actual, hacen posible que la información correcta esté disponible en el lugar y momento adecuado (Pacheco & Rodríguez, 2019).

Este proyecto no solo busca resolver una problemática específica del consorcio EJM Fronteras, sino que también puede sentar las bases para un modelo de gestión que otros actores en el sector energético podrían adoptar, la investigación y el desarrollo de un sistema efectivo de trazabilidad de SIM CARD se convierte en un aporte valioso para el conocimiento y la innovación en la gestión de recursos en el sector eléctrico.

Se busca crear un entorno de trabajo más seguro y competitivo, garantizando que el consorcio pueda cumplir con los estándares de calidad y servicio que son exigidos, con esto se entiende que la implementación de las herramientas tecnológicas permitirán a la compañía explotar todo su potencial operativo y administrativo (Pacheco & Rodríguez, 2019).

3. OBJETIVOS

3.1 objetivo general

Diseñar una herramienta para el seguimiento y monitoreo en tiempo real de las SIM CARDS, que permita la optimizando recursos.

3.2 objetivos específicos

- Diagnosticar el modelo de gestión de inventarios actual en la compañía.
- Analizar opciones de herramientas para la gestión de inventario que permitan la trazabilidad de las SIM CARD.
- Elaborar un plan de viabilidad financiero para el análisis del costo/beneficio del proyecto.
- Proponer un prototipo para el seguimiento y monitoreo en tiempo real de las SIMCARD.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 Marco contextual

4.2 Internacional

En el contexto internacional, el sector energético enfrenta una transformación significativa impulsada por la digitalización, la sostenibilidad y la globalización. Las empresas energéticas buscan implementar tecnologías avanzadas para optimizar sus cadenas de suministro y mejorar la trazabilidad de sus recursos. Las tendencias en la industria global incluyen el uso de Internet de las Cosas (IoT) y Big Data, que permiten la monitorización en tiempo real de activos, como los medidores de energía y sus componentes (Lee & Stout, 2018)

La importancia de la trazabilidad se convierte en un estándar internacional, donde las empresas no solo buscan cumplir con regulaciones locales, sino también alinearse con las mejores prácticas globales (Lee & Stout, 2018) Esto es crucial para mitigar riesgos, optimizar recursos y mejorar la competitividad en un mercado energético cada vez más interconectado.

Cuando se implementas tecnologías con mejores prácticas, los beneficios en el sector industrial incluyen una menor demanda de energía, que se pueden traducir a obtener a grandes ahorros en costos, permiten mejorar la productividad y competitividad como compañía (Carvajal et al., 2024).

4.2.1 Nacional

A nivel nacional, el sector energético en Colombia ha estado en constante evolución, con un enfoque en la modernización de la infraestructura y la mejora de la calidad del servicio. Las empresas deben cumplir con regulaciones específicas que promover la eficiencia energética y la transparencia en el consumo, en Colombia se ha buscado siempre fomentar importantes medidas de tecnología en el mercado de energía, en esto se basa la transformación; con ayuda de políticas que promueven generación de energías con innovación y competitividad en el país (Caballero Cagua, 2024).

El consorcio EJM Fronteras, como parte de esta dinámica, enfrenta retos significativos en la gestión de su cadena de suministro, especialmente en el manejo y seguimiento de las SIM CARD en los medidores de energía. La falta de trazabilidad en este contexto se traduce en pérdidas económicas y operativas, que afectan no solo al consorcio, sino también a la percepción del servicio energético ante los consumidores. La mejora de los procesos internos es esencial para cumplir con las expectativas de EPM y los estándares regulatorios (EPM, 2017).

4.2.2 Institucional

Las herramientas establecidas para el manejo de la energía deben contar con objetivos claros y centrados en la inteligencia sostenible. Actualmente como perspectiva institucional, la regulación del sector eléctrico en Colombia, gestionada por entidades como la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) y EPM, establece marcos normativos que dictan la necesidad de un mantenimiento riguroso

y un monitoreo constante de los equipos. La falta de un sistema de trazabilidad para las SIM CARD en los medidores de energía contraviene estas normativas y puede resultar en sanciones y costos adicionales para el consorcio (EPM, 2017).

El consorcio EJM Fronteras se encuentra en una posición crítica, donde la implementación de un sistema de seguimiento efectivo no solo es un imperativo operativo, sino también una exigencia regulatoria. A través de la creación de una herramienta que garantice la trazabilidad y el control de las SIM CARD, el consorcio puede no solo mejorar su eficiencia operativa, sino también contribuir a un modelo de gestión que beneficie a otras entidades en el sector energético (Carvajal et al., 2024)

4.3 Referentes Teóricos

La correcta gestión de las tarjetas SIM en las empresas que operan en sectores como las telecomunicaciones, dispositivos IoT (Internet de las Cosas) y la logística es crucial para la rentabilidad de la organización.

La gestión eficiente incluye no solo la activación y desactivación de tarjetas, sino también el monitoreo continuo de su consumo, el control de costos y la prevención de fraudes. Estos procesos están directamente relacionados con la capacidad de la empresa para reducir costos operativos, optimizar el uso de recursos y, por ende, mejorar su margen de ganancia.

4.3.1 Control de costos operativos y optimización de recursos

La optimización de los costos es una práctica común en las organizaciones que buscan obtener mayores beneficios. Sin embargo, a menudo se confunde con el ajuste de los gastos. El correcto manejo de los costos en las empresas ofrece una serie de beneficios significativos que pueden tener un impacto positivo en la rentabilidad, la competitividad y la sostenibilidad de la organización (Pavón Sierra, 2019).

Teniendo como principal objetivo la correcta administración de costos directos e indirectos, se obtendría, un margen de ganancia positivo, una mayor competitividad y flexibilidad financiera; permitiendo nuevas oportunidades de crecimiento investigación y desarrollo y mejorando las condiciones laborales de los empleados.

Dentro de los beneficios se encuentra también el aumento de eficiencia operativa, permitiendo la optimización de costos que a menudo va de la mano con la mejora de los procesos y la eficiencia operativa. Esto puede reducir el tiempo y los recursos necesarios para producir bienes o servicios, los riesgos financieros serán más bajos, la empresa puede ser más resistente en tiempos económicos difíciles. Esto reduce el riesgo de pérdida financiera durante recesiones o crisis (Pavón Sierra et al., 2019).

Además de esto, los beneficios para la toma de decisiones, ayudará a la empresa a invertir y recortar gastos, la reducción de costos no necesariamente significa reducir la calidad.

La optimización de costos puede incluir la identificación de áreas en las que se pueden reducir gastos innecesarios sin afectar la calidad de los productos o servicios, con esto, la gestión efectiva de costos contribuye a la sostenibilidad financiera de la empresa a largo plazo. Esto es esencial para su supervivencia y crecimiento continuo (Perozo & Nava, 2005).

Los procesos en cualquier organización cuentan con diferentes enfoques que se desarrollan basados en los propósitos de la compañía, en la literatura se presentan diversas variantes, esquemas y herramientas para desarrollar procesos en pro de esos objetivos (Serrano Gómez & Ortiz Pimiento, 2012).

4.3.2 Prevención de fraudes y control de inventario

Para toda empresa, un punto focal en el manejo del inventario es determinar la cantidad correcta que se debe destinar para su adquisición, en las empresas que no se han definido políticas, procedimientos y control de inventarios no se permite un manejo fluido del mismo, es necesario analizar los inventarios desde el momento en que se proyecta la compra, la producción y hasta la venta (Bayas & Martínez, 2017).

Los inventarios son bienes o productos que el empresario destina para su actividad, con el fin de satisfacer las diversas necesidades de la sociedad y obtener una ganancia y para ello debemos recalcar que el inventario es la relación detallada y valorada de toda la existencia en bodega de los bienes sujetos a un fin y es un elemento de suma importancia de todo negocio, pero sobre todo significa inversión al ser adquiridos, pero que si son manejados de forma inadecuada, pueden generar

perdida por sustracciones, por deterioro o por permanencia en bodega sin generar utilidad alguna.

Existen diversas definiciones y muchas confusiones al utilizar el término de control interno, para ello es importante esclarecer que consta de cinco componentes, relacionados entre sí, funcionando como un sistema, aunque los componentes son aplicables a todas las empresas, las pequeñas y medianas pueden implantarlos de forma distinta que las grandes. Aunque sus sistemas de control pueden ser menos formales y estructurados, una pequeña empresa también puede tener un control interno eficaz; los componentes se derivan en: 1) Entorno de control; 2) Evaluación de los riesgos; 3) Actividades de control; 4) Información y comunicación y 5) Supervisión (Calzado-Mesa, 2022).

Por consiguiente, cuando se observa el control interno como sistema de recursos que una organización puede utilizar para el logro de sus objetivos, si el consorcio EJM Fronteras posee como prioridad competir en el mercado, este sistema le puede ser muy útil como apoyo.

En resumen, puede ayudar a que una entidad llegue a donde quiere ir y evite peligros y sorpresas en el camino, así el proceso o método de esta importante herramienta financiera puede a mediano y largo plazo contribuir al posicionamiento de una organización.

El inventario de insumos representar una gran partida de sus activos, la empresa objeto de investigación no cuenta con un sistema de control interno efectivo que propicie el cumplimiento de los objetivos en el área de inventarios de manera eficiente, lo cual se evidencia en la falta de control físico que repercute en el extravío

de mercancía y en desconocimiento de la existencia en un momento determinado (Vélez Vélez & Pazmiño Linares, 2022).

Considerando lo planteado, la problemática plantea la necesidad de crear mecanismos que permitan el funcionamiento idóneo en el manejo y control interno del ciclo de almacén inventario adaptada a la naturaleza organizativa del consorcio EJM Fronteras en forma general; su estructura demanda sistemas de control interno menos estructurados que los convencionales:

Respecto a la existencia de reportes de inventarios, puede ser mejorada ya que los formatos existentes son adecuados, pero carecen de los espacios para dejar evidencia de revisión y aprobación, lo cual es importante para el cumplimiento de estos procedimientos (Vélez Vélez & Pazmiño Linares, 2022).

4.3.3 Indicadores clave de desempeño para la evaluación actual de inventarios

La evaluación del desempeño empresarial es un pilar fundamental para garantizar el crecimiento y sostenibilidad de cualquier organización. Una de las formas más efectivas de medir este rendimiento es a través de los Indicadores Clave de Desempeño (KPI, por sus siglas en inglés). Estas métricas permiten cuantificar el éxito de una empresa en diversas áreas, asegurando que se cumplan los objetivos estratégicos y operativos (Barillas Blanco, 2021).

Los KPI son herramientas de medición utilizadas para evaluar el rendimiento de un proceso, departamento o la empresa en su conjunto. Su propósito es proporcionar información clara y objetiva sobre el estado actual de la organización, facilitando la

toma de decisiones basadas en datos concretos. Entre sus beneficios destacan la optimización de recursos, la mejora en la eficiencia operativa y la capacidad de identificar oportunidades de crecimiento o áreas que requieren ajustes.

Implementar KPI en una empresa permite transformar la gestión empresarial en un proceso más analítico y efectivo. A través de estos indicadores, es posible identificar cuellos de botella, medir el cumplimiento de objetivos y evaluar el impacto de las estrategias implementadas (Murillo Valverde et al., 2024). Además, los KPI permiten una mayor transparencia dentro de la organización, alineando a todos los equipos hacia metas comunes y estableciendo un sistema de mejora continua basado en datos reales.

4.3.4 INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO (KPI) MÁS RELEVANTES EN LA GESTIÓN DE INVENTARIOS

La gestión eficiente del inventario es una de las funciones logísticas más críticas dentro de cualquier organización, ya que impacta directamente en los costos operacionales, el nivel de servicio al cliente, la rotación de productos y la capacidad de respuesta ante la demanda. Para poder evaluar y mejorar continuamente esta gestión, es necesario establecer mecanismos de medición que permitan transformar los datos operacionales en información útil para la toma de decisiones. En este contexto, los Indicadores Clave de Desempeño (KPI) representan una herramienta esencial para el monitoreo y control del desempeño en la gestión de inventarios(Oyarzun, 2022).

Se describen los indicadores más relevantes para evaluar la eficiencia del sistema de inventario:

4.2.4.1 Nivel de servicio o tasa de cumplimiento de pedidos. Este KPI mide la capacidad del inventario disponible para satisfacer la demanda de los clientes sin recurrir a pedidos pendientes o retrasos. Se calcula como el porcentaje de pedidos entregados en su totalidad en el primer intento. Un nivel de servicio bajo puede ser indicativo de fallas en la planificación de la demanda o en la reposición oportuna del stock.

4.2.4.2 Rotación de inventario. Representa el número de veces que el inventario se renueva completamente en un período determinado. Una alta rotación indica eficiencia en el uso del capital invertido, mientras que una baja rotación puede señalar acumulación innecesaria de productos y riesgo de obsolescencia.

4.2.4.3 Días de inventario disponible. Este indicador complementa a la rotación de inventario y permite determinar cuántos días, en promedio, se mantiene un producto en inventario antes de ser vendido. Se utiliza para evaluar la eficiencia del ciclo de almacenamiento y se obtiene al dividir el inventario promedio por el costo de ventas diario. Un valor elevado puede implicar sobre stock o lentitud en las ventas(Oyarzun, 2022).

4.2.4.4 Precisión del inventario. Evalúa el grado de concordancia entre el inventario físico y el inventario registrado en el sistema. Una baja precisión puede originar problemas de abastecimiento, demoras en la atención de pedidos y pérdida

de confianza del cliente. Este KPI es fundamental para organizaciones que operan con sistemas automatizados de gestión.

4.2.4.5 Costo de mantenimiento de inventario. Representa los costos asociados al almacenamiento, seguros, depreciación, deterioro, obsolescencia y capital invertido. Su seguimiento permite optimizar la cantidad de stock y evitar costos innecesarios, alineando el inventario con la estrategia financiera de la empresa.

4.2.4.6 Stock de seguridad y quiebres de inventario. El monitoreo de la frecuencia y duración de quiebres de inventario, así como el nivel de stock de seguridad, permite ajustar los márgenes de protección ante variaciones imprevistas en la demanda o en los tiempos de reposición. Un exceso de stock de seguridad eleva los costos, mientras que una subestimación incrementa el riesgo de fallas en el servicio.

4.2.4.7 Valor del inventario total. El monitoreo continuo del valor monetario del inventario permite relacionarlo con los indicadores anteriores, establecer presupuestos adecuados y realizar evaluaciones contables y financieras precisas. No basta con seleccionar indicadores relevantes; es indispensable que estos estén alineados con los objetivos estratégicos de la empresa, sean comprensibles, medibles y accionables. Además, deben ser monitoreados en tiempo real o con una frecuencia adecuada al tipo de operación. En este sentido, el uso de herramientas

tecnológicas como dashboards, reportes automatizados y sistemas de inteligencia de negocios, como Power BI o Excel avanzado, permite transformar los datos en información visual y comprensible, facilitando la toma de decisiones a todo nivel organizacional (Oyarzun, 2022).

El verdadero valor de los KPI no reside únicamente en la medición, sino en la capacidad de generar aprendizajes, implementar mejoras y evolucionar hacia una gestión de inventarios más eficiente, resiliente y orientada al cliente. Un sistema de indicadores bien diseñado y sostenido en el tiempo puede convertirse en una ventaja competitiva clave para las empresas que buscan optimizar sus operaciones logísticas en entornos cambiantes y altamente competitivos.

Para la elaboración del KPI es importante tener en cuenta los siguientes pasos, basados en Rios & Jacobo, (2019):

1. Definir el objetivo del KPI

Antes de medir, es fundamental saber qué se quiere lograr. Un KPI debe estar alineado con los objetivos estratégicos de la organización, identificación de errores y proyección de mejoras.

Ejemplo: El consorcio puede tener como objetivo “mejorar la estabilidad de la conectividad en instalaciones críticas”. El KPI podría enfocarse en la frecuencia de desconexiones por sitio.

2. Impacto

Es la consecuencia que está generando el KPI evaluado.

3. Establecer una fórmula de cálculo

Aquí se define cómo se va a obtener la métrica. La fórmula debe ser replicable y objetiva, y puede involucrar sumas, promedios, porcentajes, ratios, etc.

4. Conclusión

Resultado del análisis realizado del KPI en evaluación, que se puede determinar de los datos obtenidos, esto nos permitirá fijar metas o umbrales.

5. Fijar metas o umbrales

Se deben establecer valores de referencia que permitan saber si el desempeño es aceptable o si se deben tomar acciones.

Ejemplo: “Menos del 5% de desconexiones al mes” podría ser el umbral aceptable.

Si se supera, se activa un plan de mejora.

6. Implementar herramientas para medirlo

Es vital contar con sistemas que automaticen la recolección, almacenamiento y análisis de datos. Estas herramientas permiten un seguimiento constante y fiable.

Ejemplo: Uso de dashboards, hojas de cálculo con macros, plataformas BI o incluso bases de datos con reportes automáticos que muestren los KPI por instalación.

4.2.5 Investigación de herramientas para la gestión de inventario

4.2.5.1 ERP

Los llamados sistemas de planificación de recursos empresariales (Enterprise Resource Planning, ERP, por sus siglas en inglés) se han consolidado en las industrias por su gran efectividad para el manejo y control de los diferentes recursos de la compañía. Teniendo grandes ventajas para el manejo de información, datos y estadísticas. Generando competitividad en el dominio de posibles estrategias para

las diferentes áreas de la compañía (Menezes & Ladrón De Guevara, 2010).

La adquisición de un ERP para algunas compañías es un tema económico que no pueden suplir, es por esto, que en búsqueda alternativas gratuitas se consideran otro tipo de herramientas que permitan realizar las mismas o parecidas funciones que los SOFTWARE.

Es claro que un sistema de inventarios permite a las empresas llevar un control detallado de las existencias, asegurando que siempre haya suficiente material disponible sin tener exceso de inventario, además de esto, sin un control adecuado, los productos pueden deteriorarse, perderse o ser obsoletos sin que nadie lo note. Esto genera pérdidas para la empresa; el sistema de inventarios previene estos problemas al monitorear continuamente los niveles y condiciones del inventario, además con un inventario bien gestionado, la empresa evita costos innecesarios como el almacenamiento de productos en exceso o la falta de productos que resultan en compras de emergencia, las cuales suelen ser más caras (Pacheco, 2019).

Al tener datos claros y actualizados sobre el inventario, los responsables pueden tomar decisiones informadas sobre pedidos, producción, promociones o ventas, mejorando la estrategia general de la empresa (Pacheco, 2019).

Dado esto es importante reconocer que la administración de inventarios es crucial para prevenir problemas financieros y potenciar la productividad en las organizaciones, ya que constituye un activo de baja liquidez que impacta directamente en la rentabilidad, es por eso que las empresas actualmente están invirtiendo en la implementación de sistemas de información (ERP) para llevar mejor

la información de la compañía, esto con el fin de saber si las empresas están siendo rentables o no, puesto que una empresa nunca es creada con el fin de generar pérdidas (Bayas & Martínez, 2017).

Ventajas

- Integración de procesos – Unifica todas las áreas de la empresa (ventas, compras, contabilidad, recursos humanos, etc.)
- Mejora en la toma de decisiones – Proporciona información en tiempo real para análisis y estrategias más precisas
- Automatización de tareas – Reduce la carga de trabajo manual y minimiza errores humanos
- Escalabilidad – Se adapta al crecimiento de la empresa, permitiendo añadir nuevos módulos o funcionalidades
- Mayor eficiencia operativa – Agiliza procesos y mejora la comunicación entre departamentos
- Cumplimiento normativo – Facilita la gestión fiscal y contable de acuerdo con regulaciones locales e internacionales
- Acceso remoto – Muchos ERP modernos son en la nube, permitiendo acceso desde cualquier lugar (Haro et al., 2023).

Desventajas

- Costo elevado – Implementación, licencias y mantenimiento pueden ser costosos, especialmente para pymes

- Implementación compleja y larga – Puede tardar meses o incluso años en integrarse completamente en la empresa
- Resistencia al cambio – Los empleados pueden tener dificultades para adaptarse al nuevo sistema
- Dependencia del proveedor – Algunas soluciones ERP requieren soporte y actualizaciones constantes del proveedor
- Personalización limitada – Algunas plataformas tienen restricciones en la adaptación a necesidades específicas
- Riesgo de fallas técnicas – Si el sistema presenta problemas o cae, puede afectar la operatividad de la empresa
- Curva de aprendizaje – Requiere capacitación para que los empleados puedan aprovechar al máximo sus funcionalidades (Haro et al., 2023).

Algunas de las herramientas o métodos gratuitos usados para manejo de inventarios se encuentra el método Kardex, y como una nueva metodología la creación de aplicaciones por medio de Powers Apps, conectadas directamente a bases de datos.

Conocer un poco más sobre estas herramientas es muy importante para tomar la decisión de cual suple de manera más efectiva el objetivo.

4.2.5.2 Kardex

Kardex es una técnica tradicional de registro manual o digital para llevar el control detallado de inventarios, que documenta cada movimiento de entrada y salida de los artículos. En su forma tradicional, el Kardex puede llevarse en papel o en hojas

de cálculo (López & López, 2011).

El Kardex es fácil de entender y usar, especialmente en operaciones pequeñas o medianas con un volumen de inventario manejable. Generalmente, es de bajo costo, ya que puede implementarse sin necesidad de software especializado, usando simplemente hojas de cálculo o plantillas, además permite registrar cada movimiento de inventario, ofreciendo visibilidad sobre entradas, salidas y saldos de manera organizada.

Kardex puede adaptarse fácilmente a las necesidades específicas de la empresa, como agregar columnas para observaciones o datos adicionales (Ugando Peñate et al., 2022). Además, permite registrar cada movimiento de inventario, ofreciendo visibilidad sobre entradas, salidas y saldos de manera organizada.

Sin embargo, como todas las herramientas también cuenta con desventajas, es fácil cometer errores de registro, lo que puede afectar la precisión de los datos, la actualización de inventarios es manual, lo que puede ser ineficiente para empresas con altos volúmenes de movimiento, la generación de reportes puede ser limitada y no permite análisis avanzados o en tiempo real, lo que dificulta tomar decisiones rápidas y no es ideal para empresas grandes o en crecimiento rápido, ya que no soporta la gestión de inventarios a gran escala de manera eficiente.

Ventajas

- Control preciso del inventario – Permite conocer en tiempo real las existencias y movimientos de productos
- Reducción de pérdidas y robos – Al llevar un registro detallado, se minimizan

errores y pérdidas por descuidos o robos

- Facilita la toma de decisiones – Permite a la empresa conocer qué productos rotan más y cuáles menos, ayudando en la planificación de compras.
- Evita sobre stock o desabasto – Ayuda a mantener niveles óptimos de inventario, reduciendo costos innecesarios
- Mejor organización – Ordena los productos según criterios como fecha de entrada, lote, proveedor, etc.
- Cumplimiento fiscal y contable – Facilita la auditoría y permite cumplir con regulaciones financieras y tributarias

Desventajas

- Requiere tiempo y esfuerzo – Si se usa de forma manual, puede ser un proceso lento y tedioso
- Riesgo de errores humanos – La entrada incorrecta de datos puede afectar la precisión del inventario
- Costos de implementación (digital) – Si se usa un software, puede haber costos de adquisición, mantenimiento y capacitación
- Dependencia del personal – Si no se capacita bien a los encargados, el sistema puede no ser eficiente
- Actualización constante – Para que sea útil, el Kardex debe actualizarse en cada movimiento de inventario, lo que puede ser demandante

4.2.5.3 Power Apps

Power Apps es una plataforma de Microsoft que permite crear aplicaciones

personalizadas sin necesidad de conocimientos avanzados de programación. Con Power Apps, se puede desarrollar una aplicación para gestionar inventarios adaptada a las necesidades específicas de la empresa, integrando datos en tiempo real y automatizando procesos (Microsoft, 2024).

Aportan ventajas como que permite diseñar la aplicación completamente adaptada a los flujos y necesidades del inventario de la empresa, incluyendo características como alertas de inventario bajo, informes automáticos, y filtros personalizados; La aplicación puede actualizar los datos automáticamente y en tiempo real, minimizando errores humanos y optimizando la eficiencia operativa, además Power Apps puede integrarse con otros servicios de Microsoft (como Power BI, Excel, Dynamics 365) y con bases de datos externas, lo cual facilita el acceso a datos consolidados para análisis y reportes; La aplicación es accesible desde dispositivos móviles y computadoras, permitiendo a los empleados consultar y actualizar inventarios en tiempo real desde cualquier ubicación, y también puede adaptarse fácilmente a una cantidad mayor de productos y usuarios, siendo ideal para empresas en crecimiento (Microsoft, 2024).

Cuenta también con algunas desventajas cómo, requiere una suscripción a Power Apps, y el costo puede aumentar según la cantidad de usuarios y funcionalidades avanzadas, aunque no es necesario programar, sí se necesita capacitación para diseñar y usar la aplicación, especialmente si el usuario no está familiarizado con Power Apps y dado que Power Apps es una plataforma en la nube, su uso depende de una conexión a Internet confiable.

A pesar de sus múltiples beneficios, Power Apps también presenta algunas

limitaciones. Para su uso, es necesario contar con una suscripción, cuyo costo puede aumentar según la cantidad de usuarios y las funcionalidades requeridas. Además, aunque no es necesario programar, se requiere capacitación para diseñar y administrar las aplicaciones de manera eficiente, lo que puede representar una curva de aprendizaje para los usuarios sin experiencia previa. Asimismo, al ser una plataforma basada en la nube, su desempeño depende de una conexión a Internet estable, lo que podría afectar su disponibilidad en algunos entornos.

Power Apps es una solución innovadora que permite a las empresas crear aplicaciones personalizadas de manera rápida y eficiente. Su capacidad de integración con diversas fuentes de datos, automatización de procesos y accesibilidad en distintos dispositivos la convierten en una herramienta clave para la transformación digital de los negocios. No obstante, es fundamental evaluar los costos, la capacitación necesaria y la dependencia de una conexión a Internet antes de implementarla en una organización.

En términos de escalabilidad, Power Apps es una herramienta flexible que puede adaptarse a empresas en crecimiento, permitiendo agregar más usuarios y productos sin necesidad de rediseñar la aplicación por completo. Su accesibilidad desde dispositivos móviles y computadoras facilita la consulta y actualización de datos en tiempo real desde cualquier ubicación, lo que resulta beneficioso para empresas con operaciones distribuidas.

En búsqueda de la mejor herramienta a implementar en el consorcio EJM Fronteras para el uso de las SIMCARD, se tiene como objetivo analizar las alternativas dichas anteriormente para escoger la más favorable para la compañía.

4.4 Método Choosing By Advantages (CBA)

El método CBA fue desarrollado por Jim Suhr en 1999, es un sistema de toma de decisiones que se basa en la comparación objetiva de las ventajas que ofrecen las alternativas consideradas, dejando de lado la asignación subjetiva de puntajes y pesos a factores o criterios. A diferencia de los métodos convencionales de evaluación, que comúnmente integran el costo como factor de decisión más y tienden a confundir los conceptos de costo y valor, CBA establece una clara separación entre valor y costo, considerando este último únicamente como una restricción al final del proceso (Mossman, 2013).

Su estructura promueve la transparencia y la objetividad al centrar el análisis en hechos concretos y atributos diferenciadores, lo cual lo convierte en una herramienta ideal para procesos complejos y de alto impacto, como la contratación en la industria de la construcción. Entre sus principales ventajas se encuentran su enfoque en la claridad de información, la reducción de subjetividad, y la capacidad para identificar la alternativa que más valor agregado aporta a un proyecto. Sin embargo, este método también presenta desafíos, como una curva de aprendizaje más elevada y una mayor necesidad de preparación en la definición de atributos y ventajas. Su aplicación en estudios de caso ha demostrado que, en comparación con métodos tradicionales guiados por criterios económicos, CBA permite tomar decisiones más alineadas con los objetivos del cliente y la calidad esperada del producto final. Por estas razones, CBA representa una contribución significativa dentro del marco del pensamiento Lean y la gestión integral de proyectos, al facilitar

decisiones más conscientes, inclusivas y sustentadas (Delgado & Ponz, 2017).

En el caso específico del proceso de gestión de inventario de SIM CARD, se deben considerar los siguientes elementos clave:

1. Identificación del problema y propósito de la decisión

Es necesario definir con claridad cuál es el objetivo de la decisión. En este caso, se trata de seleccionar la alternativa más conveniente para administrar el inventario de SIMCARD considerando eficiencia operativa, seguridad, integración tecnológica y trazabilidad.

2. Alternativas viables a comparar

Se debe establecer un conjunto de opciones posibles que cumplan con los requerimientos funcionales mínimos. Para este análisis se contemplan tres alternativas principales:

- Kardex (sistema tradicional/manual o digital simple),
- ERP (sistema empresarial integrado),
- Power Apps (plataforma personalizada de bajo código).

3. Definición de factores de evaluación

Se deben establecer los factores o criterios mediante los cuales se evaluarán las ventajas de cada alternativa. En este caso, los factores seleccionados son:

- Nivel de automatización del proceso: Grado en que el sistema reduce la intervención manual mediante funciones automáticas

- Costo de implementación del sistema: Inversión económica requerida para adquirir, instalar y poner en marcha la solución
- Tiempo de implementación requerido para su puesta en marcha: Duración estimada para tener el sistema completamente funcional desde su inicio
- Facilidad de uso para los usuarios: Nivel de simplicidad y comprensión que ofrece la interfaz del sistema al usuario final
- Accesibilidad y movilidad (uso en campo, desde dispositivos móviles, etc.): Capacidad del sistema para operar desde diferentes ubicaciones y dispositivos móviles
- Integración con otros sistemas tecnológicos utilizados por el consorcio: Facilidad con la que el sistema puede conectarse y compartir datos con plataformas ya existentes
- Capacidad de trazabilidad y generación de reportes en tiempo real: Habilidad del sistema para rastrear operaciones y generar informes instantáneos
- Seguridad y respaldo de datos, frente a errores, pérdida o manipulación: Protección de la información contra fallos, accesos no autorizados o modificaciones indebidas

4. Definición de criterios obligatorios y deseables (must/want)

- Los criterios must son condiciones mínimas que cada alternativa debe cumplir para ser considerada viable (por ejemplo, seguridad mínima y trazabilidad básica)
- Los criterios want son condiciones deseables que añaden valor, pero

cuya ausencia no descarta automáticamente una alternativa (por ejemplo, integración con dispositivos móviles o personalización de reportes)

5. Identificación de atributos por alternativa

Para cada alternativa, se deben recopilar y registrar de forma objetiva los atributos que posee respecto a cada factor. Esto permite la comparación precisa entre las opciones.

6. Determinación de ventajas entre alternativas

Con base en los atributos identificados, se procede a establecer las ventajas comparativas entre las alternativas para cada factor. Una ventaja representa una mejora específica que una opción tiene sobre otra.

7. Evaluación de la importancia de las ventajas (IofA)

Se asigna un valor relativo a cada ventaja según su relevancia para el proyecto. Estas puntuaciones no se asignan a factores, sino a las ventajas específicas entre alternativas, evitando así subjetividades comunes en otros métodos.

8. Análisis del costo como restricción final

A diferencia de otros métodos, CBA no considera el costo como un criterio de ponderación directa. En su lugar, el costo se evalúa al final, contrastando el valor (medido en ventajas) con el presupuesto disponible, lo que permite decidir si el costo adicional justifica las ventajas obtenidas.

9. Toma de decisión final basada en el valor aportado

Se selecciona la alternativa que ofrece el mayor valor en ventajas

importantes, siempre que se mantenga dentro de los límites presupuestarios. Esto permite una elección más consciente, fundamentada y alineada con los objetivos estratégicos del proyecto(Delgado & Ponz, 2017).

5. DISEÑO METODOLÓGICO

La metodología de este proyecto tiene como objetivo establecer el enfoque y los métodos necesarios para recopilar y analizar datos, asegurando que los hallazgos sean precisos y respondan a los objetivos planteados en la investigación.

5.1 Enfoque

El enfoque de esta investigación es cuantitativo ya que se basa en la recopilación y análisis de datos numéricos que permiten medir de manera objetiva las variables relacionadas con la trazabilidad de las SIM CARD'S en los medidores de energía, para contextualizar la elección del enfoque, entre las razones clave que fundamentan el carácter cuantitativo, está, las variables que se pueden medir en unidades numéricas, como cantidad de SIMCARD extraviadas, el costo unitario, costo total por pérdida y valor porcentual en el proceso de manejo de las SIMCARD en general(Fernández, 2016).

Estas mediciones ofrecen datos objetivos y concretos que permiten una evaluación precisa de la problemática, con base en esto, la investigación cuantitativa aplica métodos estadísticos para analizar los datos recolectados, como la estadística descriptiva para visualizar la frecuencia de los incidentes y la regresión lineal para identificar relaciones entre trazabilidad y costos. Estas herramientas estadísticas son típicas de un enfoque cuantitativo, ya que facilitan identificar patrones y hacer inferencias a partir de los datos. Se aplican métodos inferenciales (pruebas de

correlación y regresión) para determinar la relación entre variables, como el impacto económico frente a la eficiencia en la gestión (Fernández, 2016).

En consiguiente, con los datos cuantitativos se podrá generalizar hallazgos hacia situaciones similares, proporcionando conclusiones que pueden ser útiles para otras empresas en el sector energético que enfrentan problemas de trazabilidad de recursos. La capacidad de replicar y generalizar es característica de los estudios cuantitativos, al emplear un enfoque cuantitativo, se minimiza la subjetividad en la interpretación de los datos, ya que los resultados se basan en números y estadísticas, evitando influencias interpretativas o personales del investigador. Esto permite una visión clara y comprobable de la realidad del problema (Del Canto & Silva Silva, 2013).

5.2 Tipo de Investigación

El tipo de investigación que se puede enfocar en este proyecto es una investigación descriptiva con enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo). Ya que permite analizar y observar el comportamiento de las tarjetas SIM en el sistema actual, identificando patrones, fallas y oportunidades de mejora en la trazabilidad (Sánchez Flores, 2019). Recolecta datos numéricos sobre inventarios, tiempos de respuesta, pérdidas, y errores en la gestión de las tarjetas SIM. Esto facilita el análisis estadístico para evaluar la eficiencia operativa y la rentabilidad (Fernández, 2016).

Permite identificar percepciones y experiencias del personal involucrado en el manejo del inventario, así como analizar procesos y flujos de trabajo actuales.

5.3 Horizonte de Tiempo

El estudio será transversal dado que se enfocará en evaluar el estado de trazabilidad de las SIMCARD en un momento específico, identificando problemas y proponiendo una posible solución, sin observar cambios a lo largo del tiempo

5.4 Estrategia de muestreo

El muestreo es una técnica utilizada en investigación para seleccionar una parte representativa de una población y así obtener conclusiones aplicables al conjunto total (Otzen & Manterola, 2017).

Para el proyecto la estrategia de muestreo a trabajar es no probabilístico por conveniencia, ya que se seleccionan las SIM CARD activas y operativas dentro del consorcio. Esto significa que la elección de las unidades de análisis no es aleatoria, sino que depende de la disponibilidad y características específicas de las SIM en funcionamiento.

Figura 2. Criterios de inclusión, exclusión y estrategias de muestreo.



Nota: La población de estudio está conformada por todas las SIM CARD utilizadas en los medidores de energía del consorcio EJM Fronteras, asegurando así un enfoque específico en el sistema de monitoreo.

Los criterios de inclusión (ver figura 2) solo se considerarán las SIM en operación activa dentro de los medidores, garantizando que los datos recolectados sean relevantes para el estudio. A su vez, los criterios de exclusión eliminan aquellas SIM inactivas o no vinculadas al sistema de monitoreo, evitando información irrelevante o poco útil para el análisis. Finalmente, el tipo de muestreo utilizado es no probabilístico por conveniencia, lo que permite seleccionar únicamente aquellas SIM que se encuentran operativas y funcionales. Esto es clave para el éxito del proyecto, ya que optimiza la recolección de datos y garantiza que el análisis se base en información actualizada y pertinente para el funcionamiento del sistema de medición energética (Otzen & Manterola, 2017).

5.5 Variables

Para conocer el estado actual y los diferentes puntos de mejora a trabajar es importante tener presente los conceptos y las variables de esos conceptos dentro del proceso general de la SIMCARD actualmente. Contar con un buen sistema de sistema de variables facilita el proceso para diseñar, desarrollar y analizar la investigación o proyecto a realizar (Moreno, 2005).

Con el objetivo de mejorar la trazabilidad y control de las SIM CARD.

Se presenta en la tabla 1, la matriz propuesta basado en un enfoque cuantitativo, con variables clave para el control y gestión de las SIM CARD dentro del proyecto, organizadas en cuatro conceptos fundamentales: trazabilidad, eficiencia operativa, optimización de recursos y prevención de fraudes.(Moreno, 2005) La trazabilidad se garantiza mediante el control de las SIM CARD, registrando su ubicación y estado. La eficiencia operativa se mide a través del tiempo de gestión dedicado al seguimiento de estas tarjetas, optimizando su control. La optimización de recursos se enfoca en los costos operativos asociados a su manejo y posible pérdida. Finalmente, la prevención de fraudes analiza el número de incidentes y su impacto, identificando la frecuencia de pérdidas y fraudes para minimizar riesgos y reducir costos.

Tabla 1. Matriz de variables de trazabilidad y control.

Concepto	Variable	Descripción
Trazabilidad	Control de SIMCARD	Registro de ubicación y estado de cada SIMCARD
Eficiencia Operativa	Tiempo de Gestión	Tiempo dedicado al seguimiento y control de SIMCARD
Optimización de Recursos	Costos Operativos	Costos asociados al manejo y pérdida de SIMCARD
Prevención de Fraudes	Número de Incidentes	Frecuencia de pérdidas y fraude en el uso de las SIMCARD
Rentabilidad	Impacto Económico	Pérdidas o ahorros por el control eficiente de las SIMCARD

Nota: Estas variables son esenciales para mejorar la administración de los recursos, optimizar tiempos y reducir riesgos financieros dentro del proyecto.

En la tabla 2 se presentan el desarrollo de cada uno de los objetivos específicos, lo cual incluye las actividades relacionadas, así como sus fuentes de información y métodos de análisis de los datos.

Tabla 2. Metodología para la ejecución de los objetivos.

Objetivos Específicos	Actividades	Fuentes		Técnicas y/o instrumentos/métodos
		Primarias	Secundarias	
Diagnosticar el modelo de gestión de inventarios actual en la compañía.	Investigar diferentes métodos para la evaluación de gestión de inventarios		Trabajos de maestrías, revistas web UNMSM	
	Elaborar un diagnóstico de inventario por medio de los KPI para identificar la situación actual en la compañía	Información interna de la compañía, como bases de datos, registros e históricos.	Base de datos EBSCO (Documentos de análisis de inventario) Trabajos de maestría de la web	Análisis Competitivo mediante el Índice Benchmarking (comparativa de KPIs)
Analizar opciones de herramientas para la gestión de inventario que permitan la trazabilidad de las SIM CARD.	Investigar diferentes herramientas para la gestión de los inventarios		Revistas web, base de datos eLibro	
	Crear una matriz multicriterio para evaluar las herramientas expuestas y analizar la mejor alternativa.	Observación directa del uso de las herramientas propuestas	Trabajos de maestría relacionados con las herramientas , Revistas Web uptc	Elaboración de matriz multicriterio para la elección de herramienta
Elaborar un plan de viabilidad financiera para el análisis del costo/beneficio del proyecto	Analizar variables financieras como CTE-ROI Y VAN para la identificación de la viabilidad del proyecto.	Bases de datos con información monetaria del costo por pérdida de SIMCARD, conocimientos propios previos sobre el estudio de viabilidad financiera.	Trabajos de maestría, revistas y elaboración de análisis financieros	Recolección de datos y documentación de la empresa para la posterior elaboración de fórmulas clave para el análisis de la viabilidad financiera del proyecto.
	Diseñar un esquema funcional del prototipo	Observación directa de otras App creadas en	Información en la web sobre la elaboración	Creación manual

Proponer un prototipo para el seguimiento y monitoreo en tiempo real de las SIMCARD.		Power Apps	de Apps en Powers App.	
	Desarrollar una versión inicial para pruebas	Información interna de la compañía, nombres del personal y correos empresariales.	Información en la web sobre la elaboración de Apps en Powers Apps, trabajos de maestría, Documentos web de Scopus.	Aplicativo elaborado en Power Apps de Microsoft para la creación del prototipo inicial.

Nota: Tabla con análisis de metodología de realización de los objetivos específicos del proyecto.

5.6 Normatividad que respalda el proyecto

Desde el ámbito normativo, la regulación colombiana, encabezada por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) y entidades como Empresas Públicas de Medellín (EPM), establece la obligación de asegurar el buen funcionamiento y mantenimiento de los equipos de medición energética, incluyendo sistemas de comunicación integrados, como las SIM CARD. La Ley 1715 de 2014 promueve la sostenibilidad y el uso eficiente de recursos en el sector energético, y alinea el proyecto con estos objetivos nacionales de eficiencia y competitividad. Además, la normatividad en seguridad operativa (*Ley 1715 de 2014, 2014*).

Como las normas ISO 9001 e ISO 27001, respaldan el uso de herramientas tecnológicas de trazabilidad para asegurar la gestión de datos y control de recursos, contribuyendo al desarrollo sostenible y la seguridad operativa en la industria. A nivel social, este proyecto promueve una gestión energética transparente y eficiente

que beneficia tanto al consorcio como a los consumidores finales al reducir pérdidas y mejorar la transparencia en la facturación. Desde una perspectiva ética y religiosa, el uso responsable de los recursos contribuye al bienestar general y a la sostenibilidad, valores fundamentales en la mayoría de las creencias religiosas y principios sociales que promueven el cuidado de los recursos naturales y el respeto por las generaciones futuras (*ICONTEC, 2021*).

5.7 Resultados/productos esperados y potenciales beneficiarios

Con la planeación de la implementación de la herramienta de trazabilidad, se espera una reducción significativa en las pérdidas económicas derivadas de la falta de control sobre las SIM CARD. La mejora en la gestión de inventarios permitirá optimizar los recursos operativos del consorcio, haciendo posible un seguimiento detallado y una detección temprana de posibles fraudes o fallas. La herramienta contribuirá a una mayor eficiencia en la cadena de suministro del consorcio, elevando los estándares de calidad y competitividad en el mercado energético colombiano. En conclusión, el desarrollo de esta herramienta no solo aportará beneficios tangibles en términos económicos y operativos, sino que también establecerá un modelo de gestión que puede ser replicado por otros actores del sector, generando un impacto positivo en la industria energética del país y asegurando la sostenibilidad y eficiencia en la gestión de recursos.

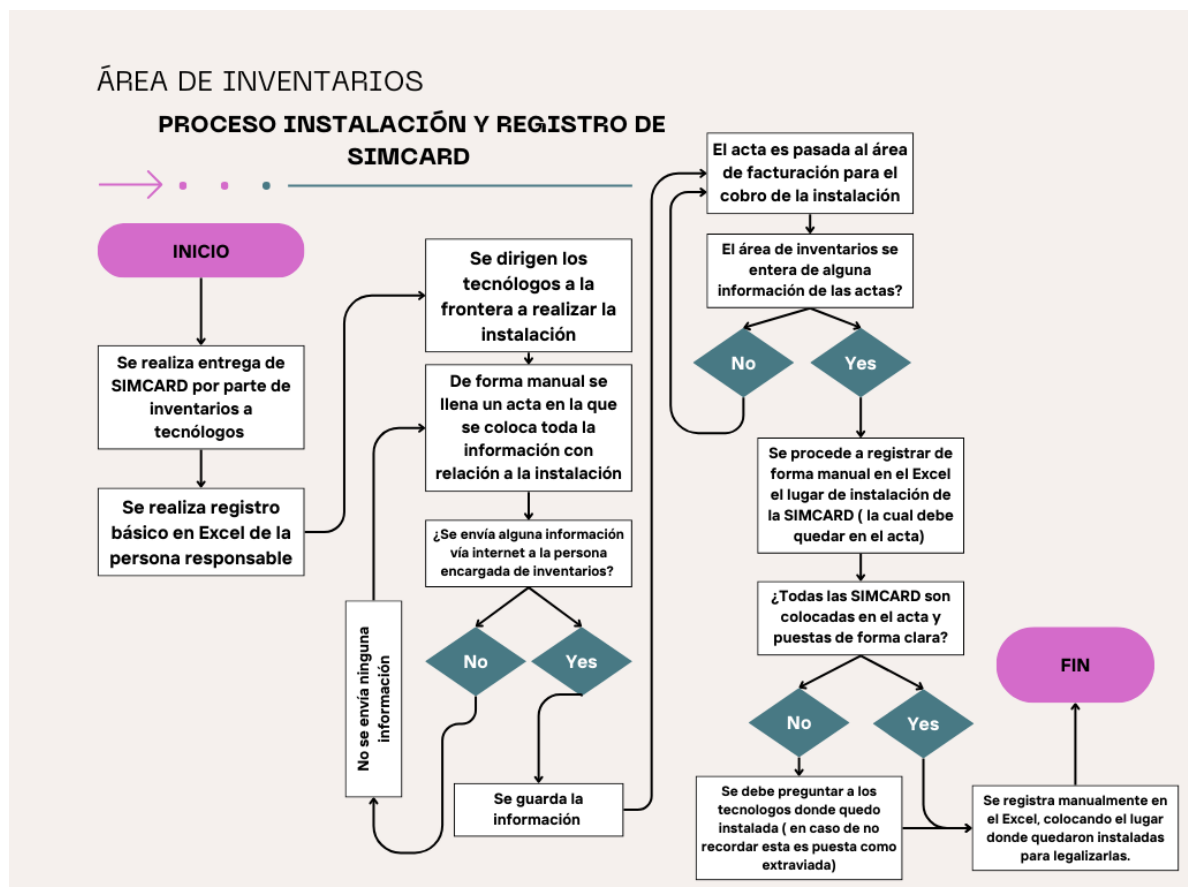
6. RESULTADOS

6.1 Diagnostico actual de inventario

En el consorcio EJM FRONTERAS para el control y registro de las SIMCARD se llevan unos pasos muy básicos y sencillos que hasta el momento han presentado problemas, puesto a que no es un proceso riguroso y no garantiza que el insumo no se pierda.

El paso a paso desde la entrega hasta el registro de la SIMCARD en el control que se lleva actualmente (Ver figura 3),

Figura 3. Flujograma de gestión de inventarios.



Nota: En el flujograma se describe el paso a paso desde que se realiza la entrega a los tecnólogos de las SIMCARD hasta que estas son instaladas y posteriormente registradas en el inventario.

El consorcio EJM Fronteras ha proporcionado información valiosa y estratégica correspondiente al año 2024, específicamente relacionada con las SIM CARD utilizadas en sus operaciones e instalaciones. Esta información ha sido recolectada y organizada en una base de datos confidencial, que contiene un total de 980 observaciones correspondientes a diferentes instalaciones y puntos de uso.

Este conjunto de datos es clave porque permite realizar un análisis detallado y estructurado, con el objetivo de generar indicadores clave de desempeño (KPI) los cuales son fundamentales para diagnosticar la situación actual de inventario de las SIMCARD.

La implementación de KPI representa una oportunidad significativa para modernizar sus procesos, los cuales actualmente se gestionan de manera manual. Este enfoque tradicional limita la visibilidad de los resultados y dificulta la identificación de áreas de mejora. Con la adopción de KPI en el área de inventarios, la empresa podrá analizar en detalle cada etapa del proceso, obteniendo información precisa sobre el rendimiento de sus operaciones (Barillas Blanco, 2021).

Facilitará la automatización y monitoreo del seguimiento a las SIMCARD, permitiendo identificar ineficiencias y optimizar cada fase de la cadena. Al medir el desempeño paso a paso, la empresa podrá tomar decisiones informadas y estratégicas que contribuyan al crecimiento sostenible y a la mejora en la calidad de sus servicios. Además, el análisis continuo de los indicadores posibilitará ajustes en

tiempo real, asegurando una gestión más ágil y efectiva.

Para la elaboración de los KPI, se despliegan principales objetivos a trabajar para la correcta medición del diagnóstico de inventario. De esta manera, en la tabla 3 se presentan los KPI evaluados, así como la fase del proceso de inventarios a la cual pertenecen.

Tabla 3. Fases del proceso.

Fase del proceso	KPI evaluado
Fase 2	Tasa de pérdida de SIMCARD
Fase 3	Tiempo de Registro de SIMCARD en Inventario
Fase 3	Precisión en el Registro de SIMCARD

Nota: Fases del proceso en las que interfieren los KPI que están siendo evaluados.

- **KPI: TASA DE PÉRDIDA DE SIM CARDS (AÑO 2024)**

1) Objetivo: Evaluar cuántas SIMCARD han sido extraviadas en un período de un año

2) Impacto: Si la tasa de pérdida es alta, significa que hay fallos en el control del inventario y en la trazabilidad de las SIM CARD

3) Fórmula:

$$\text{Tasa de Pérdida} = \left(\frac{\text{SIM cards extraviadas}}{\text{Total de SIM cards entregadas}} \right) \times 100$$

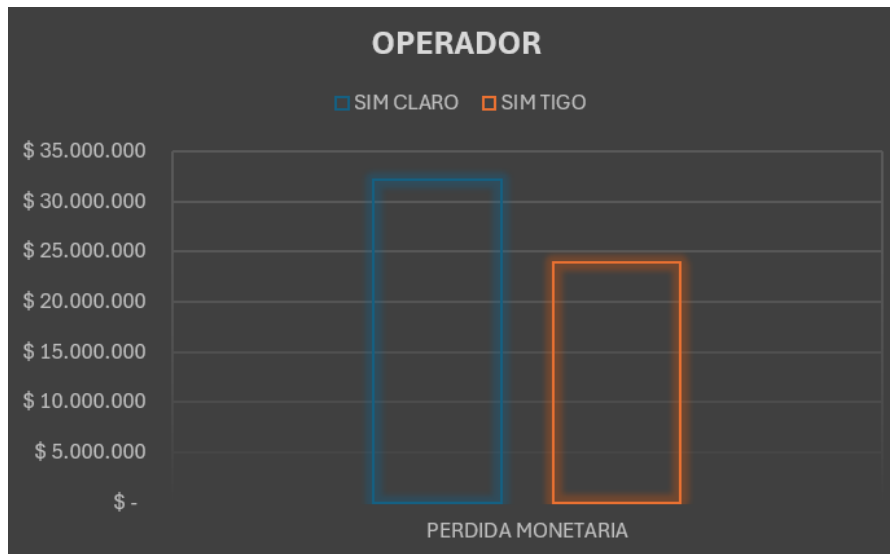
Tasa de pérdida: $(312/980) * 100 = 32\%$

Tabla 4. Perdida monetaria en pesos.

PÉRDIDA MONETARIA	
OPERADOR	Suma de Costo total
	\$
SIM CLARO	32.220.000
	\$
SIM TIGO	23.940.000
Total, general	\$ 56.160.000

Nota: Tabla con el total en pesos de la pérdida de las SIMCARD extraviadas (312) teniendo un total de pérdida de \$ 56.160.000 millones, divida en los operadores, representada en la tasa del 32 % con base en el operador.

Figura 4. Representación gráfica de la pérdida monetaria.



Nota: La pérdida de las SIMCARD es mayor con el operador CLARO, generando un costo total de \$ 32.220.000.

Figura 5. Comportamiento del costo durante el año 2024.



Nota: El gráfico representa una pérdida monetaria en aumento, en los últimos meses se ve un incremento mayor de pérdidas.

El resultado obtenido en el cálculo de la Tasa de Pérdida de SIM CARD (32%) lo cual evidencia un problema grave dentro del proceso de gestión de inventarios y trazabilidad de las SIMCARD.

Este porcentaje elevado indica deficiencias significativas en los controles internos, desde la entrega hasta el registro final de las SIM, lo que genera impactos negativos en diferentes áreas, Para corregir esta situación y alcanzar la meta establecida de reducir la tasa de pérdida a menos del 20% anual, es fundamental implementar diversas estrategias. En primer lugar, se recomienda la digitalización del registro mediante una aplicación que automatice la trazabilidad de las SIM desde su entrega

hasta su facturación, minimizando errores manuales.

5) Meta: Mantener la pérdida por debajo del 20% anual

6) Herramientas: Registro digital en la APP creada en Power Apps, que permita el cumplimiento de la meta establecida.

- **KIP: TIEMPO DE REGISTRO DE SIM CARDS EN INVENTARIO (MUESTRA DE 668 INSTALACIONES)**

1) Objetivo: Medir cuánto tiempo ha tomado, en promedio, registrar las SIM CARD en el inventario desde su instalación, con una muestra de 668 instalaciones

2) Impacto: Si el registro es lento, afecta la facturación y la disponibilidad del inventario

3) Fórmula:

$$\text{Tiempo de Registro} = \frac{\sum (\text{Fecha de registro} - \text{Fecha de instalación})}{\text{Total de SIM cards registradas}}$$

En la tabla 5, se presentan las instalaciones realizadas por operador y el promedio en días de diferencia.

Tabla 5. Muestra de instalaciones.

OPERADOR	Suma de Cantidad	Promedio de Diferencia días
SIM CLARO	321	2,4
SIM TIGO	347	2,3
Total, general	668	2,332335329

Nota: Calculo de instalaciones para hallar el promedio de días por operador, en una

muestra de 668 instalaciones el promedio de días de registro es:

$$\text{TIEMPO DE REGISTRO:}$$
$$\text{SUMA (DÍAS ENTRE INSTALACIÓN Y REGISTRO) / 668 = 3}$$

El resultado obtenido en el cálculo del Tiempo de Registro de SIM CARD en Inventario, con un promedio de **tres días (3)**, refleja un retraso significativo en el proceso de actualización de inventario, dado que, el tiempo establecido por el cliente para realizar el registro es de un día (1). Es fundamental optimizar el proceso de registro mediante la automatización del sistema, implementación de herramientas digitales y capacitación del personal encargado, con el fin de reducir los tiempos y mejorar la trazabilidad de las SIMCARD en el inventario.

5) Meta: Mantener el registro en menos de 24 horas después de la instalación

6) Herramientas: Registro digital en la APP creada en Power Apps

- **KIP: PRECISIÓN EN EL REGISTRO DE SIM CARDS (AÑO 2024)**

1) Objetivo: Identificar cuánto dinero se ha perdido debido a SIM CARDS que fueron instaladas, pero no cobradas correctamente

2) Impacto: Una baja precisión significa que los errores pueden estar afectando la facturación y la trazabilidad del inventario.

3) Fórmula:

$$\text{Precisión} = 100 - \left(\frac{\text{Errores en acta}}{\text{Total de SIM cards registradas}} \right) \times 100$$

$$\text{Precisión: } 100 - (200/980) * 100 = 99\%$$

El resultado obtenido en la precisión en el Registro de SIM CARD, con un 99% de exactitud, indica que el número de errores en el acta de registro es bajo y se encuentra dentro de un rango aceptable. Este nivel de precisión sugiere que el proceso de registro ha sido realizado de manera eficiente, minimizando los errores que podrían afectar la facturación y la trazabilidad del inventario. Sin embargo, aunque el porcentaje de precisión es alto, es importante no descuidar la calidad del registro, ya que incluso un pequeño porcentaje de errores puede generar pérdidas económicas y dificultades en la gestión del inventario

5)Meta: Mantener el porcentaje de precisión

6)Herramientas: Registro digital en la APP creada en Power Apps, que permita el cumplimiento de la meta establecida (Barillas Blanco, 2021).

6.2 Análisis de herramientas para la trazabilidad de las SIMCARD por medio del método CBA

6.2.1 Identificación del problema y propósito de la decisión

Encontrar la mejor alternativa de herramienta para la administración del inventario que permita la eficiencia, seguridad y trazabilidad oportuna de las SIMCARD.

6.2.2 Alternativas viables a comparar

Se contemplan tres alternativas principales:

- Kardex (sistema tradicional/manual o digital simple)
- ERP (sistema empresarial integrado)
- Power Apps (plataforma personalizada)

3. Definición de factores de evaluación

- Nivel de automatización del proceso
- Costo de implementación del sistema
- Tiempo de implementación requerido para su puesta en marcha
- Facilidad de uso para los usuarios
- Accesibilidad y movilidad (uso en campo, desde dispositivos móviles, etc.)
- Integración con otros sistemas tecnológicos utilizados por el consorcio
- Capacidad de trazabilidad y generación de reportes en tiempo real
- Seguridad y respaldo de datos, frente a errores, pérdida o manipulación

4. Definición de criterios obligatorios y deseables (must/want)

MUST: Seguridad y trazabilidad básica

WANT: Personalización de reportes

Tabla 6. Identificación de atributos por alternativa.

Criterio	ERP	Kardex	Power Apps
Automatización	Automatización nativa en todos los módulos	Registro semi-manual con intervención humana	Automatización por flujos personalizados sin código
Costo de Implementación	Alto, incluye licencias y soporte	Bajo, solución tradicional ya disponible	Medio, pago por uso y escalabilidad por usuario
Tiempo de Implementación	Largo, por complejidad técnica	Rápido, instalación inmediata	Medio, desarrollo inicial de plantillas

Facilidad de Uso	Interfaz técnica, requiere capacitación	Interfaz básica y simple	Intuitiva y adaptable al usuario final
Accesibilidad y Movilidad	Limitada a equipos autorizados	Local, sin acceso remoto fácil	Acceso total desde cualquier dispositivo con conexión
Integración con otros sistemas	Integración robusta con sistemas empresariales	Difícil integración	Alta compatibilidad con servicios de Microsoft y APIs externos
Trazabilidad y Reportes	Generación automática de informes y trazas completas	Manual, requiere revisión	Reportes en tiempo real y paneles interactivos
Seguridad y Respaldo de Datos	Certificaciones ISO y respaldo automatizado	Copias locales no automatizadas	Respaldo en la nube con cifrado Microsoft

Nota: Atributos de cada alternativa basada en los factores de evaluación

Tabla 7. Ventajas entre alternativas.

Criterio	Alternativa Base	Ventaja ERP	Ventaja Power Apps
Automatización	Kardex	+ Automatización completa	+ Automatización flexible sin código
Costo de Implementación	ERP	-	+ Costo medio adaptable
Tiempo de Implementación	ERP	-	+ Implementación más rápida que ERP
Facilidad de Uso	ERP	-	+ Interfaz intuitiva para no técnicos
Accesibilidad y Movilidad	Kardex	+ Mejor que Kardex, pero limitada	+ Acceso total en la nube
Integración con otros sistemas	Kardex	+ Alta integración empresarial	+ Amplia compatibilidad con API y Microsoft

Trazabilidad y Reportes	Kardex	+ Generación automática de informes	+ Paneles dinámicos en tiempo real
Seguridad y Respaldo de Datos	Kardex	+ Seguridad empresarial con respaldo ISO	+ Respaldo seguro en nube cifrada

Nota: Ventajas positivas y negativas entre las alternativas de herramientas

5. Asignación de Importancia de las Ventajas (IofA - Importance of Advantages)

Se asignan valores a las ventajas según su relevancia para el consorcio. Se establece una escala de 0 a 10

Tabla 8. Asignación de 0 a 10 para calificar criterios.

Criterio	IofA ERP	IofA Power Apps
Automatización	10	8
Costo de Implementación	0	7
Tiempo de Implementación	0	6
Facilidad de Uso	0	8
Accesibilidad y Movilidad	5	9
Integración con otros sistemas	9	8
Trazabilidad y Reportes	10	9

Seguridad y Respaldo de Datos	9	9
Total IofA	43	64

Nota: Asignación a alternativas, siendo la más favorable la aplicación en Power Apps.

Tabla 9. Análisis del costo como restricción para alternativas.

Alternativa	Costo Mensual (COP)	Observaciones
ERP	\$ 1.000.000	Licencia mensual
Kardex	\$ 0	Ya incluido en el paquete Microsoft
Power Apps	\$ 0	Incluido en el ecosistema Microsoft 365

Nota: Valores para tener en cuenta para la toma de decisión con respecto a las alternativas

- **Análisis valor vs costo**

$$\text{Valor por peso} = \frac{\text{Total IofA}}{\text{Costo Mensual en COP}}$$

Dado que Kardex y Power Apps tienen costo \$0, su relación valor/costo su análisis se centra en la cantidad de ventajas útiles que ofrecen sin necesidad de inversión adicional.

Tabla 10. Valor vs costo.

Alternativa	Ventajas (IofA)	Costo Mensual (COP)	Valor/Costo (aprox)	Comentario Final
ERP	43	\$ 1.000.000	0.000043	Alto costo mensual para un valor relativo inferior
Kardex	0	\$ 0	-	Sin ventajas reales, poco valor funcional agregado
Power Apps	64	\$ 0	∞ (altamente rentable)	Mayor cantidad de ventajas, sin costo adicional

Nota: Análisis de valor vs costo, para toma de la mejor decisión de alternativa para manejo de inventario de las SIMCARD.

El análisis CBA realizado para el Consorcio EJM Fronteras permitió identificar de manera objetiva y estructurada que la herramienta Power Apps es la opción más adecuada para ser implementada en los procesos internos, ya que ofrece el mayor número de ventajas significativas (64 puntos IofA) en comparación con el software ERP (43 puntos) y Kardex (0 puntos). Aunque Kardex y Power Apps no implican un costo adicional por estar incluidos en la suite Microsoft 365, Power Apps destaca ampliamente por su capacidad de automatización sin código, facilidad de uso, movilidad, integración con otros sistemas y seguridad en la nube, lo que representa un mayor valor agregado sin generar gastos extra. Por su parte, el ERP, a pesar de ser funcionalmente robusto, presenta un costo mensual considerable sin superar a Power Apps en ventajas clave, y Kardex, aunque gratuito, no aporta valor relevante en los criterios evaluados. Por tanto, la decisión más eficiente y alineada con la generación de valor para el consorcio es adoptar Power Apps como herramienta

principal, garantizando mayor eficiencia operativa sin comprometer los recursos financieros.

6.2.3 Impacto de la decisión en la gestión de inventarios

La implementación de la App en Power Apps impactará de manera positiva en la gestión de inventarios, generando mejoras en distintos aspectos operativos:

Permitirá la reducción de errores en el registro de inventarios al eliminando el registro manual y minimizando el riesgo de errores en la captura de datos, brindará una mayor eficiencia en el seguimiento de productos con la posibilidad de actualizar en tiempo real y adjuntar imágenes de las SIMCARD que son instaladas.

Se tendrá optimización del tiempo del personal al automatizar el registro, el personal podrá dedicar menos tiempo a tareas administrativas y enfocarse en actividades estratégicas.

Además de la facilidad para la toma de decisiones basada en datos, con la integración con EXCEL permitirá generar reportes en tiempo real, facilitando el análisis y toma de decisiones informadas.

En definitiva, la Matriz Multicriterio ha permitido realizar una elección fundamentada y estratégica, asegurando que la empresa cuente con una herramienta de gestión de inventarios eficiente, moderna y alineada con sus objetivos organizacionales.

6.3 Plan de viabilidad financiero

Para el enfoque cuantitativo del proyecto conocer la viabilidad financiera es muy importante, pues en la actualidad la compañía está expuesta a una magnitud de riesgos económicos y logísticos, que se pueden cuantificar.

La viabilidad financiera de un proyecto sirve para evaluar si una iniciativa o inversión propuesta es financieramente rentable y sostenible. Este análisis ayuda a la empresa a determinar si el proyecto generará beneficios suficientes para cubrir los costos y proporcionar un retorno adecuado sobre la inversión. La viabilidad financiera permite anticipar riesgos, optimizar recursos, y tomar decisiones informadas que maximicen los resultados financieros, ayudando a la empresa a priorizar proyectos que sean viables y alineados con sus objetivos de rentabilidad y crecimiento (Díaz, 2009).

Un plan de viabilidad financiera permite evaluar la rentabilidad y sostenibilidad de un proyecto, asegurando que la inversión realizada genere beneficios económicos y operativos a lo largo del tiempo. En este contexto, la aplicación de métricas como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Retorno sobre la Inversión (ROI) y el análisis del costo total de extravíos se vuelve fundamental para cuantificar el impacto económico de las decisiones y minimizar riesgos financieros.

Actualmente se cuenta con una base de datos en la que se muestran los datos de las SIMCARD instaladas y las SIMCARD extraviadas con el costo que le genera al consorcio la reposición de estas, las siguientes formulas son clave para el análisis financiero

El análisis financiero del proyecto basado en el costo total de Extravíos (CTE), el retorno sobre la inversión (ROI) y el valor actual neto (VAN) permite evaluar su viabilidad y rentabilidad. El CTE cuantifica el impacto económico de las pérdidas actuales, proporcionando un punto de referencia sobre el problema a solucionar. El ROI indica la eficiencia del proyecto al comparar los beneficios netos obtenidos con la inversión realizada, evidenciando qué tan rentable es la iniciativa. Finalmente, el VAN permite determinar si el proyecto genera valor en el tiempo, considerando el costo del dinero y la rentabilidad esperada.

Tabla 11. Formulas clave para el análisis financiero (CTE ROI)

COSTO TOTAL DE EXTRAVÍO (CTE)	ROI (RETORNO SOBRE LA INVERSIÓN)
Cantidad de SIM extraviadas X costo por extravío	Mide la eficiencia de la inversión en la reducción de pérdidas de SIMCARDS
$CTE = 312 \times 180,000 = 56,160,000$	$ROI = \frac{\text{Beneficio Neto}}{\text{Costo Total de Extravíos}} \times 100$
	$ROI = \frac{40,000,000}{56,160,000} \times 100 = 71.2\%$

Tabla 12. Formulas clave para el análisis financiero (valor neto)

VALOR ACTUAL NETO
<ul style="list-style-type: none"> Sirve para valorar la rentabilidad de una inversión en unidades monetarias. El proyecto evitará pérdidas de \$ 40.000.000 por año durante 3 años, la tasa de inversión inicial es de \$56.160.000. La tasa de descuento es del 10% (0.1).

$VAN = \frac{40,000,000}{(1.1)^1} + \frac{40,000,000}{(1.1)^2} + \frac{40,000,000}{(1.1)^3} - 56,160,000$
$VAN = \frac{40,000,000}{1.1} + \frac{40,000,000}{1.21} + \frac{40,000,000}{1.331} - 56,160,000$
$VAN = 36,363,636 + 33,057,851 + 30,063,118 - 56,160,000$
$VAN = 99,484,605 - 56,160,000$
$VAN = 43,324,605$

Nota: Con el resultado de las fórmulas, el ROI es alto y el VAN es positivo, por lo cual se justifica la implementación del proyecto, ya que generará ahorros y optimizará los recursos de la empresa.

6.4 Propuesta de prototipo para el seguimiento y monitoreo en tiempo real de las SIMCARD Creación del prototipo

Con el objetivo de la transformación digital de los procesos internos del Consorcio EJM Fronteras, se identificó la necesidad de mejorar el control y registro de las SIMCARD utilizadas en los módulos de comunicación instalados en las fronteras comerciales.

Debido a la falta de un sistema digital eficiente, surgieron problemas como pérdidas de tarjetas, errores administrativos y dificultades en la trazabilidad de los dispositivos.

Con el objetivo de solucionar esta problemática, se desarrolló un prototipo de aplicación móvil utilizando Power Apps, que permite a los tecnólogos registrar en tiempo real la información de cada instalación de SIM, conectándose a una base de datos en la nube para su posterior control y análisis.

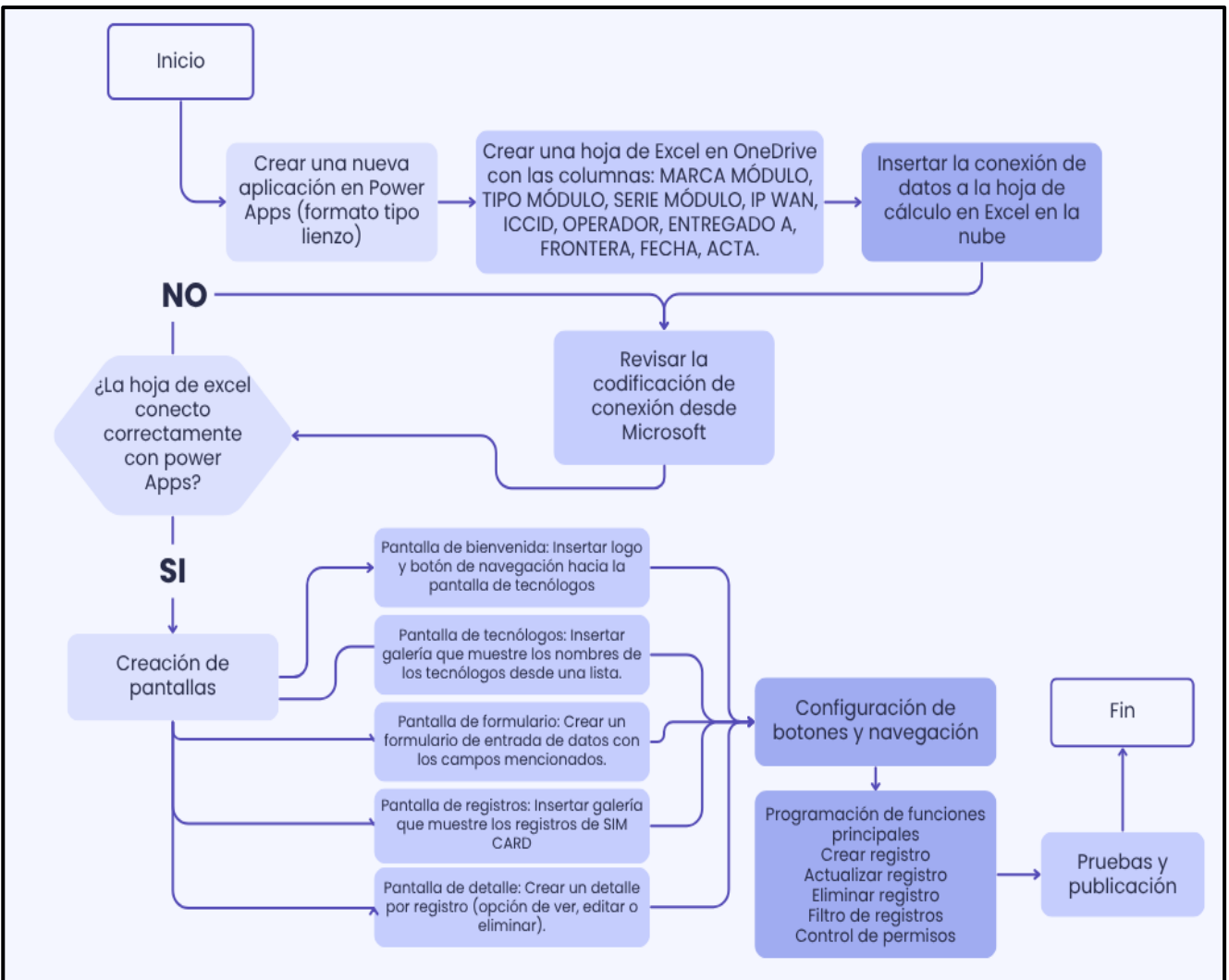
1. Objetivos de la aplicación y beneficios para la empresa

- Digitalizar el proceso de control y registro de SIM CARDS
- Garantizar la trazabilidad en tiempo real de cada SIM CARDS instalada
- Minimizar la pérdida de SIM CARDS y mejorar el control del inventario
- Agilizar los procesos administrativos, eliminando la necesidad de controles físicos
- Facilitar la supervisión de los registros de SIM CARDS por parte del analista de inventarios

2. Beneficios para la empresa

La implementación de esta aplicación permitirá a la empresa tener un control centralizado, seguro y actualizado en tiempo real del inventario de SIM CARD. La creación de la aplicación en Power Apps no es compleja, basta con conocer los códigos para la programación de cada uno de los botones, y hacer adaptable la aplicación a las necesidades de la operación, el paso a paso del prototipo realizado se presenta en la Figura 6.

Figura 6. Paso a paso de la creación del prototipo en Power Apps.



Nota: La figura muestra el proceso paso a paso para la creación de una aplicación en Power Apps, desde la conexión con una base de datos en Excel hasta la programación de funciones, diseño de pantallas y publicación final. Este enfoque facilita la digitalización de procesos operativos sin necesidad de conocimientos avanzados en desarrollo de software.

Figura 7. Primeras 3 pantallas a visualizar.

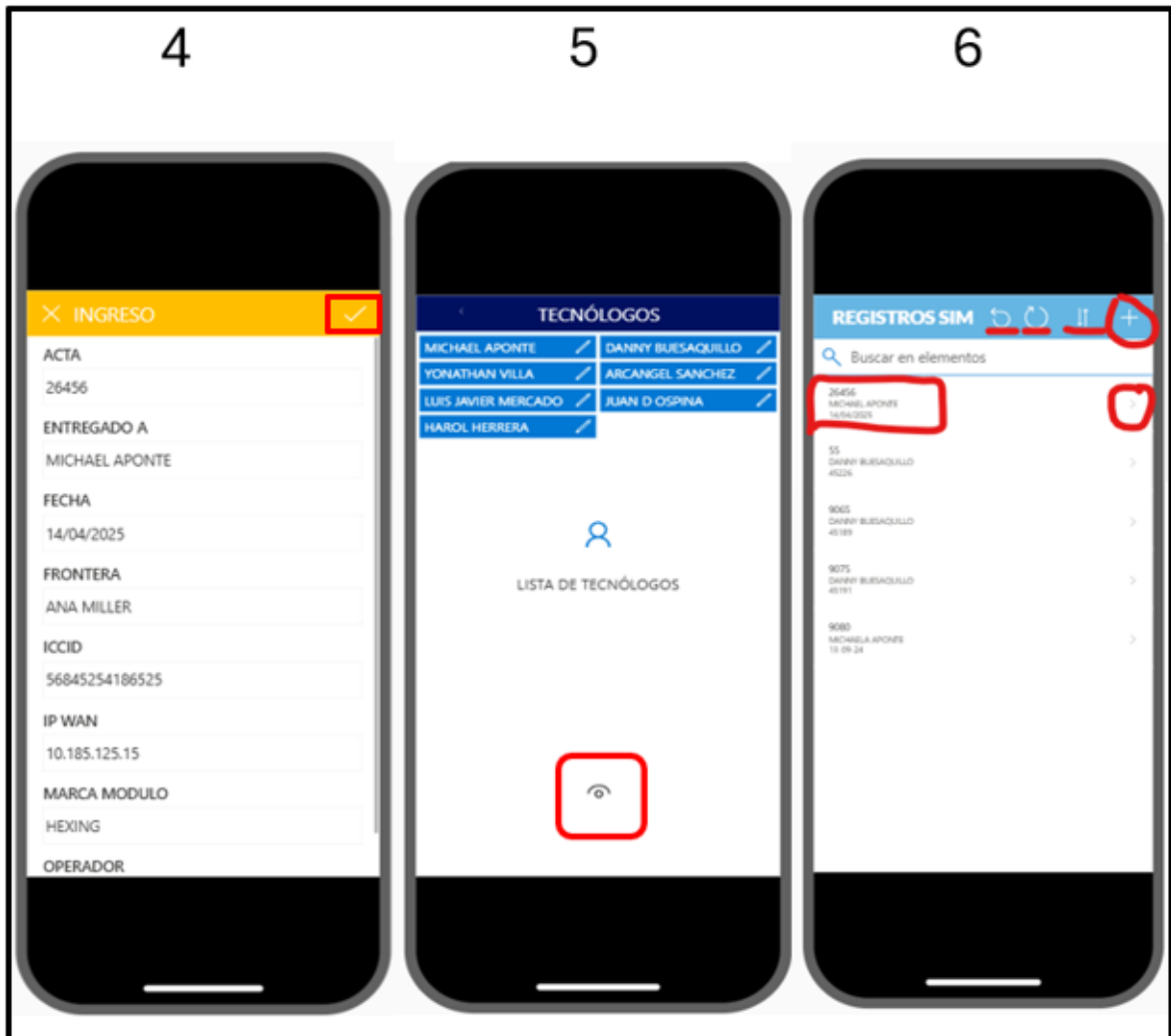


Nota: La figura muestra las primeras 3 pantallas que se encuentran al abrir la aplicación que cada tecnólogo tiene configurada en su celular.

- **Pantalla 1:** Pantalla de inicio, en la que se observa el logo del consorcio y el botón principal de REGISTRO.

- **Pantalla 2:** Al dar click en registro se abre la pantalla 2 que muestra el listado de tecnólogos que actualmente laboran en el consorcio, al lado de cada nombre de tecnólogo se encuentra un lápiz, el cual deben seleccionar al llegar a la frontera comercial en la cual van a realizar el registro de las SIMCARD
- **Pantalla 3:** Se despliegan cada uno de los campos que deben ser diligenciados al encontrarse en la frontera comercial.

Figura 8. Pantallas 4,5,6.



Nota: Pantalla 4, 5 y 6 con los consiguientes pasos para el registro.

- **Pantalla 4:** Luego de registrar cada uno de los campos, se procede a dar en el chulo para guardar la información, o en la X para retroceder de pantalla.
- **Pantalla 5:** Al guardar la información, la aplicación devuelve a la pantalla # 2, en la cual se encuentra un emoticón de OJO, el que permite visualizar cada uno de los registros ingresados.

- **Pantalla 6:** Al ingresar a la pantalla 6, se cuentan con varias opciones,
 - Es posible ingresar otro registro desde esta pantalla, desde el signo +
 - Ir a la siguiente pantalla o retroceder para la pantalla de la lista de tecnólogos desde las flechas hacia adelante y hacia atrás, así mismo actualizar la pantalla de registro.
 - Buscar elementos, ya sea por nombre, acta o tecnólogo
 - Al dar en la > permite borrar o modificar el registro que fue seleccionado como se muestra en la figura 9.

Figura 9. Pantalla con opción de eliminación y registro de SIMCARD.



Nota: En la figura 9 se pueden ver los datos ingresados el 14/04/2025 por Michael, los cuales son posibles modificar o eliminar.

Toda la información que es suministrada por los tecnólogos es actualizada de forma inmediata y remota en una hoja de cálculo de Excel, la información se organiza de forma lineal a como es ingresada en la App, como se muestra en la figura 10.

Tabla 13 Registro automático en EXCEL.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	MARCA MODUL	TIPO MODUL	SERIE MODUL	IP WAN	ICCID	OPERAD	ENTREGADO A	FRONTERA	FECH	ACT	_PowerAppsid
2	PULSAR	IN1043-4C	42213691	10.50.131.216	8957732111260183910	SIM TIGO	DANNY BUESAQUILLO	LOS LLANOS SAS	45191	9075	Z8SUZHnTVwl
3	PULSAR	IN1043-4C	42213693	10.50.128.212	8957732111260088452	SIM TIGO	DANNY BUESAQUILLO	UNERGY S.A.S.	45189	9065	nUiZKuF6VxY
4	PULSAR	IN1043-4C	42213700	10.50.128.176	8957732111260089013	SIM TIGO	DANNY BUESAQUILLO	JUAN FERNANDO SERNA	45226	55	jadmhU1B9wo
5	NR300	IN1043-4C	42213701	10.50.128.176	813462728391628381658	TIGO	MICHAELA APONTE	GOLOSINAS TRULULU	13-09-24	9080	96pBMFBViiM
6	HEXING		52896425	10.185.125.15	56845254186525	CLARO	MICHAEL APONTE	ANA MILLER	14/04/2025	26456	JNnqgDHZLjY
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											

Nota: La imagen ilustra cómo la información ingresada por los usuarios en la aplicación Power Apps se refleja de manera inmediata y estructurada en una hoja de cálculo de Excel en la nube, permitiendo un control remoto, en tiempo real y organizado de los datos operacionales.

Gracias a la digitalización, se reduce el riesgo de pérdidas, se mejora la eficiencia operativa, se eliminan los errores humanos y se optimizan los tiempos de gestión

administrativa, fortalece la transparencia en el manejo de recursos tecnológicos de la empresa, generando confianza y reducción de costos operativos.

La creación e implementación del prototipo en Power Apps representó un avance significativo en la digitalización del control de inventarios dentro del Consorcio EJM Fronteras. Esta herramienta permitió automatizar el proceso de registro de SIM CARD desde su entrega hasta su instalación, logrando una trazabilidad efectiva en tiempo real. Gracias a su integración con Excel en la nube, se generó un sistema accesible, práctico y adaptable al entorno operativo de campo, lo cual facilitó el monitoreo y redujo la dependencia del registro manual. El uso del prototipo demostró ser clave para reducir errores, minimizar pérdidas y aumentar la eficiencia en el seguimiento de activos. Se logró disminuir el tiempo promedio de registro de tres días a menos de 24 horas, y se establecieron métricas claras de control como la reducción de la tasa de pérdida a menos del 20% anual, con una precisión de inventario que alcanzó el 99%. Además, el prototipo proporcionó valor estratégico al permitir la visualización inmediata de los datos, lo cual agilizó la toma de decisiones por parte de los responsables del área logística. En términos de impacto, la herramienta permitió no solo optimizar los recursos técnicos y humanos, sino también consolidar una cultura de control y responsabilidad sobre los activos críticos del consorcio.

7. CONCLUSIONES

- Se logró diseñar una herramienta digital efectiva para el seguimiento y monitoreo en tiempo real de las SIM CARD utilizadas en los medidores de energía del Consorcio EJM Fronteras. La solución desarrollada, mediante la plataforma Power Apps, permitió mejorar significativamente la trazabilidad, reducir las pérdidas económicas por extravío y optimizar el uso de los recursos operativos, alineándose plenamente con el propósito principal del proyecto.
- El análisis realizado mediante indicadores clave de desempeño (KPI) permitió evidenciar una tasa de pérdida del 32% en SIM CARD, un retraso promedio de 3 días en el registro de instalaciones y pérdidas económicas superiores a los \$56 millones anuales. Estos resultados confirmaron la existencia de debilidades críticas en el control de inventarios y validaron la necesidad de una intervención tecnológica urgente.
- Se identificaron y evaluaron tres alternativas: ERP, Kardex y Power Apps. A través del método Choosing By Advantages (CBA), se concluyó que Power Apps era la opción más ventajosa por su integración con plataformas existentes, capacidad de automatización, bajo costo y accesibilidad desde dispositivos móviles. Esta decisión se basó en una evaluación estructurada de atributos y ventajas objetivas.
- El análisis económico, mediante indicadores como el Valor Actual Neto (VAN) y el Retorno sobre la Inversión (ROI), evidenció que la implementación del prototipo era financieramente viable y altamente rentable. Se proyectó un ahorro

anual de \$40 millones y un ROI elevado, lo que justifica plenamente la adopción de la herramienta por parte del consorcio.

- Se diseñó, desarrolló y puso a prueba un prototipo funcional en Power Apps, el cual permitió automatizar el registro de SIM CARD, reducir el tiempo de ingreso de datos a menos de 24 horas, y lograr una precisión del 99% en la gestión de inventarios. La aplicación se integró exitosamente con Excel en la nube, facilitando la trazabilidad remota, el seguimiento en tiempo real y la toma de decisiones basada en datos confiables.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ballesteros quintero, I. (2021). implementación y práctica de scrum en la asignatura de formulación y evaluación de proyectos en la facultad de ciencias económicas y administrativas de la universidad el bosque. panorama, 15(29), 127-140. <https://doi.org/10.15765/pnrm.v15i29.2538>
- Barillas Blanco, J. M. (2021). Sistema de procesos de gestión de inventario para tablero automatizado de indicadores clave de desempeño (KIP) en la empresa de Transportes Jessy. <https://repositorio.uvg.edu.gt/static/flowpaper/template.html?path=/bitstream/handle/123456789/4093/Trabajo%20Final%20-%20Transportes%20Jessy%202021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bayas, I. Y. G., & Martínez, M. C. (2017). la gestión de inventario como factor estratégico en la administración de empresas.
- Caballero Cagua. (2024). Principios que sustenta los cambios tecnológicos en el mercado minorista de energía.
- Calzado-Mesa, Z. (2022). Proyecto de codificación industrial en la gestión de inventarios. 28.
- Carvajal, F., Gil, M., Poveda, R., & Quiroga, R. (2024). Eficiencia Energética en la Transición Sostenible e Inclusiva de América Latina y el Caribe: Progresos y Políticas.
- Cruz Hernández, A., Iparraguirre Guillén, D. D., Lozano Vega, E., Parimango Guevara, L. Y., & Castillo Cabrera, R. (2020). diseño de plan de mantenimiento preventivo, Kardex, Vsm y balance de línea para reducir

costos. ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación, 7(2).
<https://doi.org/10.26495/icti.v7i2.1498>

Del Canto, E., & Silva Silva, A. (2013). metodología cuantitativa: abordaje desde la complementariedad en ciencias sociales. Revista de Ciencias Sociales, 0(141). <https://doi.org/10.15517/rcs.v0i141.12479>

Delgado, J. M., & Ponz, J. L. (2017). aplicación del sistema de toma de decisiones 'choosing by advantages' para la selección de un contratista de construcción.

Díaz, G. (2009). Factores para evaluar la viabilidad de proyectos de conservación de edificaciones esenciales, no productivas, en zonas sísmicas.

Domínguez, D. B., Palazuelos, C. E. M., Unzaga, G. G. A., & Carrillo, K. M. T. (2014). La alternativa del diagnóstico empresarial para la gestión directiva en las pequeñas empresas comerciales en Sinaloa.

Epm, E. (s. f.). Diccionario de servicios públicos. Diccionario de servicios públicos. Recuperado 8 de octubre de 2024, de <https://www.epm.com.co/institucional/sobre-epm/quienes-somos/diccionario-de-servicios-publicos.html#accordion-ea15e8dc38-item-633aea0686>

Epm, e. (2017). fronteras comerciales. <https://www.epm.com.co/content/dam/epm/proveedores-y-contratistas/PANC-RA8-030SeleccionConexionSistemaMedida.pdf>

Escudero, E. C., & García-Robles, R. (s. f.). Análisis de usabilidad y utilidad de las herramientas GDUS+ y LAMS para el diseño pedagógico en un entorno de enseñanza semipresencial universitario.

- Fernández. (2016). Acerca de los enfoques cuantitativo y cualitativo en la investigación educativa cubana actual. 2.
- González-Muñoz, S., Sánchez-Padilla, Ma. L., & Hernández-Benítez, R. (2023). Árbol de problemas como base en la investigación. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 12(23), 125-129. <https://doi.org/10.29057/icsa.v12i23.11153>
- Guevara, Isarín P., & Serna, M. D. A. (2010). Mejoramiento en la gestión de inventarios. Propuesta metodológica. *Revista Universidad EAFIT*, 46(160), Article 160.
- Gutiérrez, Ó. P. (2009a). Un enfoque multicriterio para la toma de decisiones en la gestión de inventarios.
- Gutiérrez, Ó. P. (2009b). Un enfoque multicriterio para la toma de decisiones en la gestión de inventarios.
- Haro, A. F., Martínez, E. J., Chango, T. S., Zambrano, T. P., & Zambrano, M. F. (2023). Enterprise resource planning (ERP) procesos para una implementación óptima y eficiente. *Prometeo Conocimiento Científico*, 3(1), e21. <https://doi.org/10.55204/pcc.v3i1.e21>
- Icontec. (2021). ISO 9001. https://www.icontec.org/eval_conformidad/certificacion-iso-9001-sistema-de-gestion-de-calidad/
- Jiménez, A., R., E. (2015). Tendencias del Mercado Energético a Nivel Global.
- Lee, N., & Stout, S. R. (2018). Planificación de un Sector energético Resiliente: Como Asegurar Electricidad Confiable, Segura y Asequible (Spanish

Translation) (No. NREL/TP--7A40-72734, 1482165; p. NREL/TP--7A40-72734, 1482165). <https://doi.org/10.2172/1482165>

León Santiesteban, M., & Larrañaga Núñez, A. M. (2020). Integración de conocimiento en restaurantes mediante el análisis multicriterio para la toma de decisiones. *Inquietud Empresarial*, 19(2), 25-38. <https://doi.org/10.19053/01211048.9005>

Ley 1715 de 2014. (2014, mayo 13). [GOV.CO]. Ley 1715 de 2014. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=57353>

López-Robledo, D. M. (2023). Power BI para la Visualización de Datos en Instituciones Educativas. *HETS Online Journal*, 13(2), 6-22. <https://doi.org/10.55420/2693.9193.v13.n2.118>

Mayagoitia, G., & Cruz, J. (2017). Herramientas de productividad en los inventarios: Diferencias y similitudes. *Revista Innovaciones de Negocios*, 6(11). <https://doi.org/10.29105/rinn6.11-8>

Menezes, P. A. D. C., & Ladrón De Guevara, F. G. (2010). Maximizing the Benefits of ERP Systems. *Journal of Information Systems and Technology Management*, 7(1), 05-32. <https://doi.org/10.4301/s1807-17752010000100001>

Microsoft. (2024, agosto 16). Microsoft Ignite. ¿Qué es Power Apps? <https://learn.microsoft.com/es-es/power-apps/powerapps-overview>

Moreno. (2005). Metodología de la investigación. http://148.202.167.116:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3830/Metodologia_investigaci%c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Mossman, A. (2013). Choosing By Advantages. Unpublished.
<https://doi.org/10.13140/2.1.1402.5609>
- Murillo Valverde, R. I., Taiz Iturralde, E., Cruz Fajardo, L. G., Navia Cevallos, W. A., & Coronel Díaz, M. N. (2024). Los Key Performance Indicators (KPI) y su Importancia en las Microempresas de Guayaquil. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 4316-4332.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12657
- Newman, L. G. D. (2006). El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales. *revista de educación*.
- Noda, L. G. A. (2009). Propuesta de una herramienta diagnóstico para evaluar la comprensión de la Gestión de la Información y el Conocimiento en la empresa en perfeccionamiento Diseño Ciudad Habana. 3.
- Oramas-Santos, O., Canós-Darós, L., Babiloni, E., & Torres, M. O. (2023). De cadena de suministros a cadena de valor: Devenir y pertinencia de los conceptos.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232.
<https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Oyarzun, V. M. C. (2022). propuesta de herramienta de gestión de operaciones y control de inventario que permita medir el desempeño de estos procesos.
- Pacheco B., D. D. (2019a). gestión de inventario en empresas distribuidoras de materia prima del sector panadero en el ESTADO ZULIA. *Revista Enfoques*, 3(11), 188-201. <https://doi.org/10.33996/revistaenfoques.v3i11.65>

- Pacheco B., D. D. (2019b). Gestión de inventario en empresas distribuidoras de materia prima del sector panadero en el estado zulía. *revista enfoques*, 3(11), 188-201. <https://doi.org/10.33996/revistaenfoques.v3i11.65>
- Pacheco, D., & Rodríguez, R. (2019). Las Tic Como Estrategia Competitiva En La Gestión Empresarial. *Revista de Investigación en Ciencias de la Administración ENFOQUES*, 3(12), 286-298.
- Pavón Sierra, V. A. (2019). Control interno de inventario como recurso competitivo en una PyME de Guayaquil. *Revista Venezolana de Gerencia*, 24.
- Peley, R., & Morillo, R. (s. f.). Las estrategias instruccionales y el logro de aprendizajes significativos.
- Perozo, E., & Nava, Á. (2005). El impacto de la gestión tecnológica en el contexto empresarial. 9(2).
- RIOS, I., & JACOBO, O. (2019). Key Performance Indicators (KPI).
- Rodríguez-Pérez, I. (2020). Cadenas de suministro y AnyLogic. En G. Gaviño-Ortiz, Políticas, Casos de estudio, Técnicas de simulación y programas de competencias en la educación de logística y cadena de suministro en México (1.^a ed., pp. 15-26). ECORFAN. <https://doi.org/10.35429/H.2020.1.15.26>
- Sánchez Flores, F. A. (2019). Fundamentos Epistémicos de la Investigación Cualitativa y Cuantitativa: Consensos y Disensos. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 101-122. <https://doi.org/10.19083/ridu.2019.644>

- Santiago, F. A. G. (2006). La Gestión de Cadenas de Suministros: Un enfoque de integración global de procesos. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=465545874007>
- Serrano Gómez, L. S., & Ortiz Pimiento, N. R. (2012). Una revisión de los modelos de mejoramiento de procesos con enfoque en el rediseño. *Estudios Gerenciales*, 13-22. [https://doi.org/10.1016/S0123-5923\(12\)70003-7](https://doi.org/10.1016/S0123-5923(12)70003-7)
- Stewart, L. (s. f.). Estudio transversal en la investigación. 1.
- Tremolada Tovar, V. (2018). Gestión de la cadena de suministro de un programa del Estado: Metodologías que se adaptan para su optimización. 360: Revista de Ciencias de la Gestión, 3, 39-60. <https://doi.org/10.18800/360gestion.201803.002>
- Ugando Peñate, M., Parrales Domínguez, B. A., & Bustos Zamora, D. T. (2022). Modelo de gestión de inventarios a través de mínimos y máximos en la empresa comercial "Muebles Chabelita". *ECA Sinergia*, 13(2), 83-94. https://doi.org/10.33936/eca_sinergia.v13i2.3759
- Vélez Vélez, S. M., & Pazmiño Linares, S. A. (2022). Importancia de los sistemas de inventarios en las organizaciones a través de una revisión bibliográfica. *AlfaPublicaciones*, 4(1.1), 342-357. <https://doi.org/10.33262/ap.v4i1.1.163>
- Veloz-Navarrete, C., & Parada-Gutiérrez, O. (2017). Métodos para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones en la gestión de inventarios. *Revista Ciencia Unemi*, 10(22), 29-38.

