

Universidad Católica De Honduras
“**Nuestra Señora Reina de la Paz**”
Dirección de Postgrado e Investigación



**IMPLEMENTACION DE HERRAMIENTAS DIGITALES PARA LA OPTIMIZACION DEL
SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO EN EMPRESA DE MANUFACTURA**

Por:

Ruth Stefhany Villatoro Muñoz

Asesor Técnico

Máster Osman Majano Fernández

Asesor Metodológico

Francisco Castro PhD.

Tesis Presentada para Obtener el Título de:

Máster en Gestión de Proyectos

Fecha de presentación: 05 de abril de 2026
San Pedro Sula Cortes, Honduras

REG-PS.515 Aprobación de Tema de Tesis

REG-PS.515



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE HONDURAS
"NUESTRA SEÑORA REINA DE LA PAZ"

APROBACIÓN DE TEMA DE TESIS

Tegucigalpa M.D.C., 17 de Febrero del 2026.

El (Los) alumno (s): Ruth Stefhany Villatoro Muñoz


Registro	Nombres y apellidos completos
asesor	Osman Donaldo Majano Fernandez

de la Carrera de: Maestría en Gestión de Operaciones y Logísticas, ingeniero industrial

Solicita formalmente la aprobación del Tema de Tesis titulado:

Implementación de herramientas digitales para optimización del sistema de gestión integrado en Empresa de Manufactura

que fue presentado al Asesor Metodológico encontrando que reúne los requerimientos académicos establecidos.



Firma Asesor Metodológico

El director técnico de Tesis será: Francisco Gerardo Castro Martínez quien revisó también el tema y dictaminó favorablemente.

Firma Director Técnico de Tesis

Aprobación Unidad Académica

REG-PS.516 Remisión de Tesis

REG-PS.516



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE HONDURAS
"NUESTRA SEÑORA REINA DE LA PAZ"

REMISIÓN DE TESIS

Tegucigalpa M.D.C., 21 de mayo del 2026

El documento de Tesis titulado:

Implementación de herramientas digitales para optimización del sistema de gestión integrado en Empresa de Manufactura

que presenta el alumno (s):

Registro	Nombres y apellidos completos
0502199701714	Ruth Stefhany Villatoro Muñoz

Para optar al Grado Académico de Maestría en Gestión de Proyectos, reúne los requerimientos establecidos en las Normas Académicas de la Universidad Católica de Honduras, para someterse a Examen.

Firma Asesor Metodológico

Firma director Técnico de Tesis

Dedicatoria y Agradecimientos

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a las personas e instituciones que hicieron posible la culminación de este proyecto de investigación:

A Dios por ser mi guía constante, por brindarme la fortaleza necesaria para superar cada obstáculo y por bendecirme con la salud y la sabiduría para concluir esta etapa académica.

A mis padres por su apoyo incondicional, su paciencia y por enseñarme que la perseverancia es la clave del éxito. Gracias por creer en mí incluso cuando yo mismo dudaba.

A mis catedráticos y asesores por compartir su conocimiento con generosidad y por el rigor académico que me permitió elevar el estándar de este trabajo. Sus orientaciones fueron fundamentales para transformar una idea en una realidad científica.

A la UNICAH por haberme brindado el espacio y los recursos para formarme como profesional, permitiéndome integrar la teoría académica con la práctica industrial.

A mis compañeros y amigos quienes, de una u otra forma, aportaron una palabra de aliento o un intercambio de ideas que enriqueció este proceso.

Tabla de Contenido

1.	Glosario de Términos	8
1.1	Introducción.....	9
1.2	Resumen Ejecutivo	11
1.3	Planteamiento del Problema	13
1.4	Objetivos.....	15
1.3.1.	Objetivo General	15
1.3.2	Objetivos Específicos	15
1.3.3.	Preguntas de Investigación	15
1.5	Justificación del Problema	16
1.4.2	Implicaciones prácticas.	16
1.6	Marco Teórico.....	17
1.6.1	Sistemas de Gestión Integrado (SGI)	17
1.5.2	Transformación Digital e Industria 4.0	18
1.5.3	El Modelo TRL (Technology Readiness Level)	18
1.5.4	Diagnostico de Niveles (Escala de Operación)	19
1.7	Marco Conceptual	20
1.6.1	Estandarización de Formularios	20
1.6.2	Diagrama de Flujos.....	20
2.	Diseño de la Investigación	21
2.1	Método de Investigación	21
2.2.	Criterio de Selección de Herramienta Digital	21
2.3	Enfoque	23
2.4	Tipo de Investigación	23
3.	Análisis de los Datos	23
3.1	Diagnóstico Inicial.....	23
Diagnóstico de desviaciones de HSE	24	
3.2	Diagnóstico de Procesos de HSE.....	25
3.2.1	Control y Manejo Integrado de Plagas.....	25
Descripción de Proceso	25	
Herramienta de Recolección de Datos – Talonario	26	
.....	27	
Diagnóstico de Nivel de Madurez Tecnológica.....	28	

3.2.2 Gestión de Residuos Peligrosos	29
Descripción de Proceso	29
Herramienta de Recolección de Datos – Registro de Préstamo de Llaves	29
Diagnóstico de Nivel de Madurez Tecnológica.....	32
3.2.3 Seguridad Patrimonial y Control de Accesos	33
Descripción de Proceso	33
Herramienta de Recolección de Datos – Registro de Ingreso	33
Diagnóstico de Nivel de Madurez Tecnológica.....	35
4. 4.Propuesta de Implementación.....	36
4.1 Control y Manejo Integrado de Plagas - Plataforma de MIP.....	36
Diagrama de Flujo de Proceso de Control de Plagas - Plataforma Digital.....	38
Diagnóstico de Nivel de Madurez Tecnológica Posterior a Implementación.....	39
4.2 Gestión de Residuos Peligrosos – QR para Validación de Ingreso de Residuos	40
Diagnóstico de Nivel de Madurez Tecnológica Posterior a Implementación.....	43
4.3 Seguridad Patrimonial y Control de Accesos – QR Ingreso	44
Diagnóstico de Nivel de Madurez Tecnológica Posterior a Implementación.....	47
5. 5. Propuesta de Análisis	48
5.1 Control y Manejo Integrado de Plagas	48
Cuadro Comparativo Control y Manejo Integrado de Plagas	48
Tabla de Cuantificación de Beneficios Económicos Derivados de la Optimización	50
Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs) Operativos	51
5.2 Gestión de Residuos Peligrosos	52
Cuadro Comparativo Gestión de Residuos Peligrosos.....	52
Tabla de Cuantificación de Beneficios Económicos Derivados de la Optimización	54
Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs) Operativos	56
5.3 Seguridad Patrimonial y Control de Accesos.....	57
Cuadro Comparativo Control de Accesos	57
Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs) Operativos	60
6. 6.Conclusiones.....	61
7. 7.Apéndice	62
Apéndice A. Registro de Control de Plagas.....	62
Apéndice B. Ordenes de Servicio de Control de plagas – Vista de plataforma	63
Apéndice C. Gráficos de tendencias históricas en indicadores TEPS – Vista de Plataforma....	63

Apéndice D. Registro de Monitoreo de Roedores – Vista desde plataforma.....	64
Apéndice E. QR Pruebas piloto Ingreso de Ingreso de Visitas y Transportistas	68
Apéndice E. Registro de QR de Validación de Ingreso de Residuos Peligrosos	68
Apéndice F. Compilación de data en Formulación QR	69
8. Referencias	70

Índice de Figuras

1. Figura 1 - Diagrama de Método Investigación - Acción	22
2. Figura 2 - Talonario de Registro de Actividad en Trampas para el Control de Roedores.....	26
3. Figura 3 - Diagrama de Flujo de Proceso Manejo Integrado de Plagas - Talonarios	27
4. Figura 4 - Registro de Préstamo de Llaves	30
5. Figura 5 - Diagrama de Flujo de Gestión de Residuos Peligrosos - Registro	31
6. Figura 6 - Registro de Ingreso de Contratistas / Visitas	33
7. Figura 7 - Diagrama de Flujo de Control de Accesos Inicial	34
8. Figura 8 - Vista de Plataforma MIP.....	36
9. Figura 9 - Reporte de Inspección de Dispositivos.....	37
10. Figura 10 - Reporte de Tendencias generado por plataforma	37
11. Figura 11 - Diagrama de Flujo de Proceso de Control de Plagas - Plataforma Digital	38
12. Figura 12 - QR de Validación de Ingreso de Residuos a Bodega.....	46
13. Figura 13 - Respuestas registradas de Validación de Residuos Peligrosos	41
14. Figura 14 - Diagrama de Flujo de Gestión de Residuos P. Herramienta Digital.....	42
15. Figura 15 - QR de Ingreso de Visita y Transportista	44
16. Figura 16 - Respuestas registradas de QR Ingreso de Visitas	45
17. Figura 17 - Diagrama de Flujo de Control de Accesos con Herramienta Digital.....	46
18. Figura 18 - Gráfico Comparativo Herramientas Talonario vs. Plataforma MIP.....	49
19. Figura 19 - Gráfico Comparativo TRL Talonario vs. Plataforma MIP	50
20. Figura 20 - Gráfico Comparativo Herramientas Registro de Accesos vs. QR	53
21. Figura 21 - Gráfico Comparativo TRL Registro de Accesos vs. QR de Validación	54
22. Figura 22 - Gráfico Comparativo Herramientas Registro de Ingresos vs. QR de Ingreso de Visitas / T.	58
23. Figura 23 - Gráfico Comparativo TRL Registro de Ingresos vs. QR de Ingreso.....	59

Índice de Tablas

1. Tabla 1 - Diagnóstico de desviaciones de HSE	24
2. Tabla 2- Diagnostico TRL – Control y Manejo Integrado de Plagas	28
3. Tabla 3- Diagnostico TRL – Gestión de Residuos Peligrosos.....	32
4. Tabla 4- Diagnostico TRL – Registro de Ingreso	35
5. Tabla 5- Diagnostico TRL – Plataforma MIP	39
6. Tabla 6- Diagnostico TRL – QR Validación de Ingreso de Residuos Peligrosos.....	43
7. Tabla 7- Diagnostico TRL – QR Ingreso de Visitas / Transportistas	47
8. Tabla 8- Cuadro Comparativo Control y Manejo Integrado de Plagas	48
9. Tabla 9- Tabla de Cuantificación de Beneficios Económicos Derivados de la Optimización – Control y Manejo Integrado de Plagas	50
10. Tabla 10- Cuadro Comparativo Gestión de Residuos Peligrosos	52
11. Tabla 11- Tabla de Cuantificación de Beneficios Económicos Derivados de la Optimización Gestión de Residuos Peligrosos	54
12. Tabla 12- Cuadro Comparativo Control de Accesos.....	57
13. Tabla 13- Cuantificación de Beneficios Económicos Derivados de la Optimización Control de Accesos	59

Glosario de Términos

Código QR: Según Huidobro (2009) afirma que “Es un sistema para almacenar información en una matriz de puntos o un código de barras bidimensional, que se puede presentar en forma impresa o en una pantalla y son interpretables por cualquier aparato que pueda captar imágenes” (p.77)

Diagrama de Flujo: Un diagrama de flujo es la representación gráfica del flujo o secuencia de rutinas simples. “Tiene la ventaja de indicar la secuencia del proceso en cuestión, las unidades involucradas y los responsables de su ejecución, es decir, viene a ser la representación simbólica o pictórica de un procedimiento administrativo” (Manene. L,2011, p. 22).

Accesibilidad: Según Chanchi G (2021) es “garantizar el diseño centrado en el usuario, el cual permita a un mayor número de personas percibir, entender, navegar e interactuar con los contenidos” (pág.3)

TRL: (Technology Readiness Level) Según Mankins, J. C.(1995). Es un “modelo utiliza una escala del 1 al 9 para clasificar la madurez desde la idea básica hasta el despliegue total.) (p. 1)

1.1 Introducción

En el capítulo 1 se contextualiza la realidad sobre el entorno industrial y describe la problemática que afecta a la empresa, la fragmentación y vulnerabilidad documental provocada por el uso de métodos analógicos de recolección de datos. Se definen las metas del estudio a través del objetivo general enfocado en plantear una propuesta de herramientas digitales para optimizar los procesos del SGI, mejorar la eficiencia operativa y facilitar la toma de decisiones; y sus correspondientes objetivos específicos y preguntas de investigación. Asimismo, se expone la justificación del problema, sustentando la conveniencia estratégica de la analítica en tiempo real y delimitando las implicaciones prácticas del proyecto, tales como la reducción del error humano y el fortalecimiento de una cultura preventiva

Se fundamentan los pilares teóricos que sostienen la investigación. Se profundiza en el concepto de Sistemas de Gestión Integrado (SGI) y las sinergias normativas requeridas en plantas de manufactura de empaques plásticos de consumo humano. Se define la relevancia de la Transformación Digital y la Industria 4.0 en los procesos operativos con intervención humana. Adicionalmente, se introduce formalmente el Modelo TRL (Technology Readiness Level) de la NASA como marco métrico de madurez tecnológica, complementado con una escala local estructurada en 5 niveles de operación (desde el analógico hasta el predictivo). Por último, el marco conceptual delimita las bases metodológicas para la estandarización de formularios y la simbología técnica para el mapeo de diagramas de flujo

El capítulo 2 detalla la ruta metodológica adoptada para el desarrollo del estudio. Se establece que la investigación posee un enfoque cualitativo y es de tipo aplicada, orientada a resolver problemas del mundo real y medir el impacto práctico de las soluciones en el ámbito industrial. Se describe la aplicación del método de Investigación-Acción, estructurado en ciclos iterativos de diagnóstico, planificación, acción y observación de resultados. Finalmente, se

definen de manera explícita los cinco criterios corporativos obligatorios dictados por la organización para la selección de las herramientas digitales: accesibilidad, reducción de hallazgos en auditorías, eficiencia en la recolección, legibilidad de los datos y costos mínimos de implementación.

El capítulo 5 se presentan los hallazgos del diagnóstico situacional de la planta durante el periodo 2025. Mediante una matriz de criticidad de desviaciones de HSE, se evalúan las falencias documentales y operativas en los procesos clave de la organización. El capítulo realiza un desglose minucioso de la situación basal (Línea Base) de tres procesos críticos: el Control y Manejo Integrado de Plagas (evidenciando retrasos por el uso de reportes en talonarios físicos) , la Gestión de Residuos Peligrosos (revelando la falta de control sobre las entradas/salidas de materiales a través de una bitácora de llaves genérica) y la Seguridad Patrimonial (identificando la ilegibilidad y falta de distinción en el libro de registro de visitas). Cada proceso es cartografiado mediante su diagrama de flujo inicial y evaluado con una calificación basal de TRL 1 (Nivel Bajo/Analógico).

En este apartado se evalúan de manera cuantitativa y cualitativa los impactos logrados tras las pruebas piloto de las herramientas digitales. A través de cuadros comparativos y gráficos de tipo radar, se contrasta la herramienta inicial frente a la implementada en dimensiones clave como la eficiencia, accesibilidad y tiempos de procesamiento. Se definen las fórmulas de los Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs) Operativos, tales como el Tiempo Promedio de Procesamiento y Análisis de Datos (Tpa), la Tasa de Legibilidad y Completitud (TL), el Índice de Efectividad en Clasificación de Residuos (Icr) y el Índice de Cumplimiento de Inspecciones de Transporte (TC it). El capítulo concluye con las tablas de cuantificación financiera que demuestran la viabilidad económica del proyecto mediante la consolidación de un ahorro anual total para la organización.

1.2 Resumen Ejecutivo

La presente investigación aplicada aborda el diseño e implementación de una propuesta de herramientas digitales orientada a la optimización de los procesos clave del Sistema de Gestión Integrado (SGI) en una empresa de manufactura de productos plásticos de consumo humano en San Pedro Sula, Honduras. La organización cuenta con un SGI robusto bajo los estándares internacionales de calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional, e inocuidad alimentaria (ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001 y FSSC 22000). No obstante, el diagnóstico inicial reveló que la dependencia de métodos tradicionales y analógicos de recolección de datos —tales como bitácoras físicas, registros en papel y talonarios manuales— actuaba como un cuello de botella operativo. Esta condición generaba una fragmentación de la información, pérdida de trazabilidad, retrasos en los tiempos de respuesta ante desviaciones, elevados tiempos de digitalización para el personal de Salud, Seguridad y Medio Ambiente (HSE) y un incremento significativo en los hallazgos de auditorías internas y externas.

Bajo la metodología de Investigación-Acción, el estudio evaluó la criticidad y el nivel de madurez tecnológica inicial de los procesos del SGI a través de la escala de Niveles de Operación y el modelo de Niveles de Madurez Tecnológica (*Technology Readiness Level* - TRL) de la NASA. Se priorizaron tres líneas de acción fundamentales debido a su alto impacto en los indicadores corporativos y riesgos de cumplimiento legal: el Control y Manejo Integrado de Plagas (MIP), la Gestión de Residuos Peligrosos y la Seguridad Patrimonial junto al Control de Accesos. Los tres procesos se encontraban inicialmente clasificados en un Nivel 1 (Analógico) y TRL 1, caracterizados por registros manuales llenados a mano y almacenamiento aislado en archivos físicos.

Para solucionar esta problemática, se diseñó e implementó una propuesta de transformación digital e Industria 4.0 adaptada a los requerimientos y restricciones

presupuestarias de la empresa. Para el Control y Manejo Integrado de Plagas, se adoptó una plataforma web y móvil especializada provista por el proveedor de servicios, la cual vincula de manera automática las órdenes de servicio con reportes de monitoreo digital en tiempo real y gráficos de tendencias históricas (indicadores TEPS). Para los procesos de Gestión de Residuos Peligrosos y Control de Accesos, se desarrollaron e instalaron estaciones de validación basadas en códigos QR y formularios estandarizados obligatorios con almacenamiento en la nube, que integran la captura fotográfica del residuo o visitante y el principio de doble control (guardia de seguridad y colaborador/transportista).

Los resultados de las pruebas piloto demostraron que la implementación de estas herramientas elevó el nivel de madurez de los procesos desde el nivel básico hasta el TRL 9 (Sistema probado con éxito en entorno operativo real y escalable) y el Nivel 4 de operación (Transparencia en Tiempo Real). En términos de eficiencia operativa, se logró una reducción del 100% en las horas-hombre mensuales dedicadas a la transcripción manual de datos, alcanzando una visibilidad inmediata y blindando la calidad de la información contra campos vacíos o registros ilegibles

1.3 Planteamiento del Problema

En el entorno de la industria de manufactura alimenticia actual, producir y distribuir un producto en tiempo y forma no garantiza apertura en mercado, se debe contar con un sistema de gestión integrado. Y este mismo debe contar un esquema de seguridad alimentaria para asegurar una posición competitiva entre proveedores de productos alimenticios.

Este sistema de gestión debe contemplar la normatividad de calidad como la ISO 9001 que garantice puntos de control en los procesos, ISO 45000 contar con un sistema de gestión de la seguridad y salud ocupacional, ISO 14000 Gestión ambiental. Y en este caso abordaremos el departamento de HSE que da seguimiento a el cumplimiento de estas normas. Este departamento de HSE es estratégica en el cumplimiento de la normatividad tanto del sistema de gestión como el cumplimiento legal.

Algunos de los problemas más comunes y entre los hallazgos de sistemas de seguridad y ambiente pueden ejemplos como los siguientes:

Entre el 2023 y 2024 hubo un aumento significativo en hallazgos de auditoría interna debido a la falta de accesibilidad en las validaciones de los prerrequisitos "La ausencia de sistemas automatizados en la gestión integrada favorece la fragmentación de la información, lo que incrementa la probabilidad de errores humanos en la transcripción y pérdida de trazabilidad documental" (Ortega, 2021, p. 33).

Mensualmente hay un porcentaje de cierre de menos del 70% en actos y condiciones inseguras debido a la digitación manual por parte del departamento de HSE, ya que la información no fluye en tiempo y forma a los departamentos encargados del cierre, así como las evaluaciones del personal. Eventualmente agravando las condiciones generando costos operativos adicionales "No contar con sistemas automatizados condena a la organización a una gestión reactiva. La información se almacena en silos aislados (papel o archivos locales), lo

que impide una visión holística de los riesgos y retrasa la detección de no conformidades hasta que estas ya han causado un impacto económico" (Vidal & Herrera, 2021, p. 156). Lo que genera grandes pérdidas para las empresas a nivel de infraestructura, genera incapacidades por accidentes, indemnizaciones por daños permanentes por lesiones ocupacionales que bien se pudieron haber abordado cuando eran condiciones menores.

Las bitácoras de la ISO14000, ISO 45000 presentan a discrepancias en los llenados incorrectos o parciales, ilegibilidad de la información, olvidar el llenado de bitácoras. "La dependencia de procesos manuales para la recolección de evidencias en sistemas integrados introduce una variable de incertidumbre inaceptable. El error humano en el registro y la pérdida física de documentos comprometen la integridad del sistema, convirtiendo la mejora continua en una meta inalcanzable" (Torres, 2023, p. 88). Este tipo de errores no exponen a multas, sanciones gubernamentales por la falta de trazabilidad de los procesos clave de la norma.

Tener información física implica un reproceso al digitalizarla manualmente ya que de estos documentos físicos de los cuales dependen indicadores del SGI "La principal dificultad de los sistemas no automatizados es el consumo desproporcionado de recursos humanos en tareas de bajo valor añadido. El personal de calidad se convierte en un gestor de archivos en lugar de un agente de cambio, lo que asfixia la agilidad estratégica de la empresa" (Morales, 2020, p. 212). Esto estadísticamente hablando genera incrementos en actividades repetitivas

1.4 Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Plantear una propuesta herramientas digitales que permitan optimizar los procesos del Sistema de Gestión Integrado (SGI) para mejorar la eficiencia operativa y la toma de decisiones.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Evaluar el nivel de madurez digital actual e identificar los cuellos de botella en los procesos del SGI.
2. Proponer herramientas digitales que automatice el registro y seguimiento de indicadores

1.3.3. Preguntas de Investigación

1. ¿Cómo podemos medir el nivel de implementación el nivel de madurez tecnológica de un proceso?
2. ¿Qué herramientas digitales son las más adecuadas según los criterios solicitados por la organización?

1.5 Justificación del Problema

1.4.1 Conveniencia

La conveniencia de digitalizar radica en la eliminación de la fragmentación de la información, permitiendo que el SGI funcione como un solo cuerpo "La integración de tecnologías digitales en los sistemas de gestión permite una centralización de datos que reduce significativamente la duplicidad de tareas y optimiza los tiempos de respuesta ante incidentes críticos" (García & Pérez, 2022, p. 45).

Porque transforma los datos estáticos (como reportes en papel) en información estratégica en tiempo real. "El uso de herramientas digitales para la gestión integrada no es solo una actualización técnica, sino una necesidad estratégica que facilita la analítica predictiva, permitiendo pasar de una gestión reactiva a una proactiva" (López-Sánchez, 2023, p. 12).

En contextos industriales, la digitalización justifica su conveniencia al asegurar que no existan brechas en el cumplimiento legal "Las plataformas digitales aseguran una trazabilidad total de los procesos de seguridad y salud, garantizando que el sistema de gestión integrado cumpla con los estándares internacionales de manera automática y auditable" (Ramírez, 2021, p. 112).

1.4.2 Implicaciones prácticas.

La reducción de errores humanos "La automatización de procesos dentro de un sistema de gestión integrado elimina la dependencia de registros manuales, lo que reduce el error humano en un 40% y garantiza que la información de seguridad sea íntegra y auditable en tiempo real" (Martínez & Solano, 2023, p. 88).

Mejora en la comunicación y cultura preventiva "Las herramientas digitales facilitan una comunicación bidireccional inmediata entre la gerencia y los operativos, permitiendo que los

reportes de condiciones inseguras se gestionen en segundos, transformando la cultura organizacional de una postura reactiva a una preventiva" (Pérez-Castillo, 2024, p. 115).

Integración de datos y visión global "La implementación de plataformas en la nube para sistemas de gestión no solo centraliza la documentación, sino que permite la correlación de datos de salud, seguridad y ambiente, identificando riesgos que antes pasaban desapercibidos en silos de información" (Sánchez, 2022, p. 5).

1.6 Marco Teórico

1.6.1 *Sistemas de Gestión Integrado (SGI)*

Sistema de Gestión se forma mediante un conjunto de protocolos, sistemáticas o metodologías, orientadas a un mismo propósito, que definen cómo gestionar de forma común los recursos, procesos, actividades y responsabilidades asociadas a las mismas "La gestión integral se fundamenta en la búsqueda de sinergias entre los diferentes sistemas de gestión que coexisten en una organización, permitiendo que las políticas, los objetivos y los procesos se alineen hacia un propósito común" (Bernal, 2018, p. 45)

El proyecto se llevará a cabo en una empresa de manufactura de productos plásticos de consumo humano que cuenta con un SGI (Sistema de Gestión Integrado) en este caso las certificaciones con las que cuentan son: ISO 9001, ISO 14000 Gestión Ambiental, ISO 45000 Gestión de Salud y Seguridad Ocupacional y el esquema de FSSC 22000 Inocuidad Alimentaria. "Tener un solo sistema de gestión integrado es, de acuerdo con lo que manda la lógica, la mejor forma o quizá la única de gerenciar una entidad o una empresa, buscando la eficiencia, la eficacia y la efectividad" (Atehortúa, 2008, p.10)

1.5.2 Transformación Digital e Industria 4.0

La transformación digital en las organizaciones implica la consideración e integración de tecnologías digitales a su modo de funcionamiento y de relacionarse con el entorno (Citrix, s. f.; Cognizant, s. f.) basado en lo anterior, la transformación digital implica la revisión interna de los procesos de una organización con el objetivo de crear un ecosistema digital que le permita a la organización optimizar sus procesos, en este caso nos enfocamos en el optimizar el sistema de gestión en los requisitos que engloban el departamento de HSE, que pudieran optimizar la relación con el cliente interno. Para este enfoque se tomarán procesos operativos de recolección de información en donde hay intervención humana.

La transformación digital genera alteraciones importantes en los modos usuales de hacer en las cosas y en las maneras de actuar de los individuos.

1.5.3 El Modelo TRL (Technology Readiness Level)

El TRL es un modelo diseñado por la NASA a mediados de los 70's para establecer el grado de madurez tecnológica en determinadas tecnologías, pero fue adaptado para otros usos especialmente para el desarrollo e innovación tecnológico, tiene diferentes aplicaciones desde productos bioquímicos hasta la aplicación de herramientas.

Esta escala comprende 9 niveles según la investigación a realizar:

TRL 1: Principios básicos Observados e Informados.

TRL 2: Concepto de tecnología y / o aplicación formulada.

TRL 3: Función crítica analítica y experimental y / o prueba característica de concepto.

TRL 4: Validación de subsistemas de componentes y / o tecnología básica en ambiente.

TRL 5: Componente y / o validación básica del subsistema en el entorno relevante.

TRL 6: Modelo de sistema / subsistema o demostración de prototipo en un entorno relevante

TRL 7: Demostración del prototipo del sistema en un entorno operativo.

TRL 8: Sistema real completado y calificado a través de prueba y demostración.

TRL 9: Sistema probado con éxito en entorno operativo real y escalable.

1.5.4 Diagnóstico de Niveles (Escala de Operación)

Con el objetivo de elevar el nivel de madurez tecnológica en un proceso de HSE dentro del sistema de gestión se debe implementar la digitalización según el flujo de la información, establecemos una escala para identificar en qué nivel de madurez tecnológica se encuentran los procesos:

Nivel 1: Analógico. Registros en papel, bitácoras manuales y dependencia total de la memoria o presencia física del supervisor.

Nivel 2: Digitalización Básica. Uso de hojas de cálculo (Excel) o formularios digitales aislados. El dato existe, pero está "atrapado" en un archivo que alguien debe abrir.

Nivel 3: Integración y Visibilidad. Los datos de diferentes áreas (calidad, seguridad, producción) se consolidan en un solo lugar (como un ERP o un Dashboard). Puedes ver qué pasó ayer de forma rápida.

Nivel 4: Transparencia en Tiempo Real. Uso de sensores (IoT) y códigos QR que permiten ver lo que está pasando justo ahora.

Nivel 5: Capacidad Predictiva. El sistema emite alertas automáticas cuando detecta una tendencia negativa (ej. un aumento en actos inseguros o una desviación en la temperatura de una máquina) antes de que ocurra el incidente.

1.7 Marco Conceptual

1.6.1 Estandarización de Formularios

Consiste en elaborar plantillas, archivos o listas de verificación con una base estructurada siguiendo la secuencia lógica de un proceso, garantizando la coherencia, eficiencia y eficacia de las tareas básicas de un proceso en específico.

1.6.2 Diagrama de Flujos

Según Organización Internacional de Normalización [ISO], 1985 es una representación gráfica de un algoritmo, proceso o sistema. Utilizados a en diferentes disciplinas como la gestión de proyectos, ingeniería industrial con el objetivo de plasmar procesos complejos de forma clara. Cuenta con simbología específica para identificar las diferentes etapas de un proceso. Los óvalos indican el inicio o el fin de un proceso, el rectángulo indica una actividad, el rombo representa una toma de decisión, el paralelogramo una entrada o salida de información y las flechas indican la dirección lógica del proceso. (Joyanes Aguilar, 2020, p. 12)

2. Diseño de la Investigación

2.1 Método de Investigación

Este estudio tiene un enfoque de investigación aplicada, parte de una necesidad manifestada por la organización de reducir los hallazgos o desviaciones en los procesos de HSE que generan costos adicionales no contemplados y retrabajos. Se realizó un diagnóstico inicial de los 5 procesos que más hallazgos presentaron durante revisiones mensuales, auditorías internas y externas.

Utilizando el método de Investigación-Acción comúnmente utilizado en los procesos industriales. Consiste en un ciclo de diagnóstico identificando las fallencias, la planificación de las herramientas digitales que mejor se complementen con el proceso, implementarlas en la operación y para finalizar evaluar los resultados contra la evaluación inicial

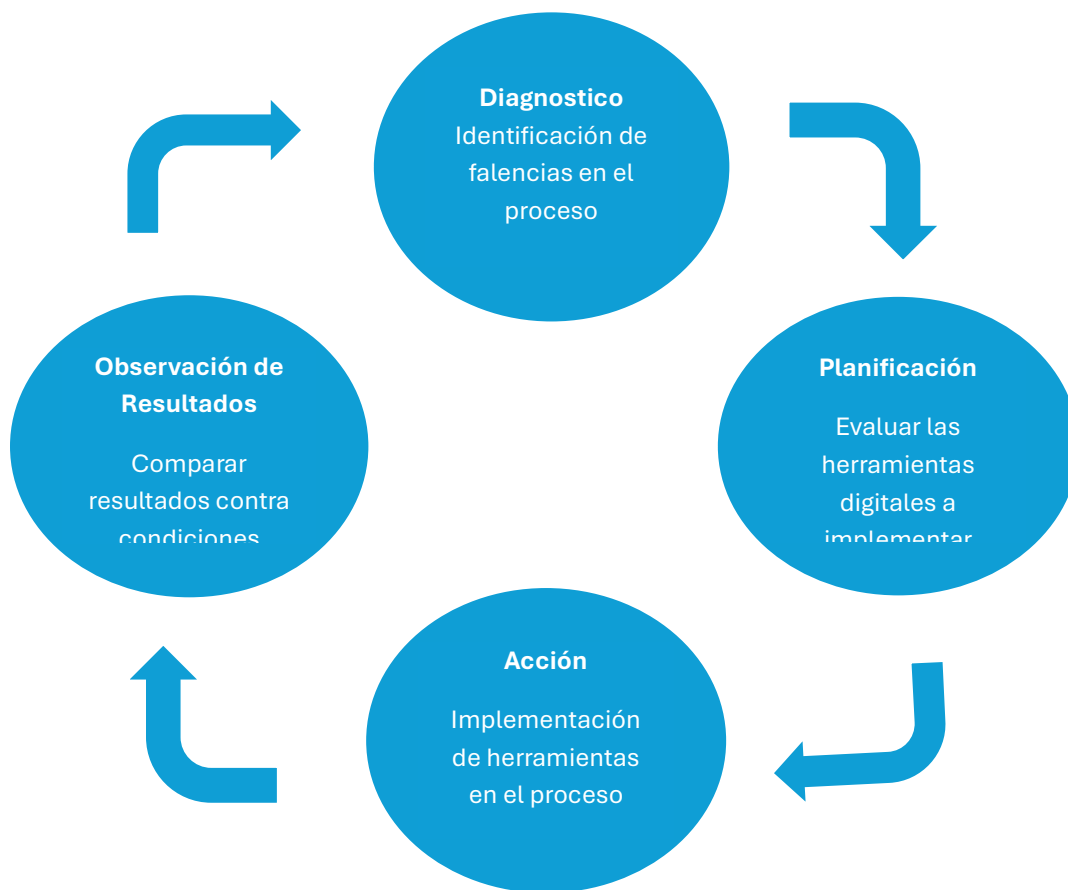
2.2. Criterio de Selección de Herramienta Digital

Para este proyecto la organización solicita que la herramienta se seleccione conforme a los siguientes criterios:

1. Accesibilidad
2. Debe reducir el número de hallazgos en revisiones periódicas y auditorías
3. Eficiencia en recolección de datos
4. Legibilidad de la información
5. Costos mínimos de implementación

Figura 1

Diagrama de Método Investigación - Acción



Nota: Describe la estructura del método Investigación-acción Diagnóstico, planificación, acción y observación comúnmente usado para proyectos aplicativos de implementación prácticos, se observa la necesidad y se establece un método practico para mitigar el problema. Elaboración propia.

2.3 Enfoque

El enfoque metodológico cualitativo (Vizcaíno, 2023, p 7)

2.4 Tipo de Investigación

Es una investigación de tipo aplicada, según Vizcaíno (2023) se enfoca en “la aplicación del conocimiento para resolver problemas concretos o mejorar situaciones existentes. Se caracteriza por buscar resolver problemas o situaciones del mundo real. Se preocupa por la utilidad y aplicabilidad basándose en hallazgos y contextos específicos para medir el impacto de las soluciones, llevando los resultados al ámbito práctico” (p.15).

3.Análisis de los Datos

Se realizó una evaluación de la criticidad de los procesos y actividades de HSE que presentaron hallazgos durante las auditorías interna y externa del 2025 y los indicadores empresariales que evalúan la efectividad de la implementación de las normas ISO 14000 Gestión Ambiental, ISO 45000 y FSSC 22000 las normas que conforman el sistema de gestión en la organización.

3.1 Diagnóstico Inicial

Durante la revisión estos fueron los procesos que presentaron hallazgos en las auditorías y evaluaciones mensuales relacionadas al departamento de HSE, evaluamos también que herramientas de gestión esta implementadas

Tabla 1*Diagnóstico de desviaciones de HSE*

Procesos/Actividades de HSE	Norma de Referencia	Hallazgos	Criticidad	Criterio	Tipo de Herramienta Actual
Control y Manejo Integrado de plagas	FSSC 22000	2025 se generaron 3 fumigaciones que no se contemplaron dentro del programa de manejo integrado de plagas	3	Impacta a Indicadores Empresariales Seguimiento de comportamiento de tendencias para reducción y proliferación de plaga	Registros Físicos Talonarios de Revisión
Manejo de sustancias Peligrosas	FSSC 22000 ISO 45000	En el 2025 durante la auditoría interna, relacionados a mal etiquetado, acceso a hojas de seguridad de químicos y químicos fuera de inventario	3	Impacta a Indicadores Empresariales	Registros Físicos Etiquetas vacías / Sin hojas de seguridad en sitio
Tarjetas Amarillas (Reporte y Cierre)	ISO 45000	Tiempos prolongados en cierres de condiciones inseguras Sistema de dosificación de agua, no se registran revisiones de ppm de cloro del sistema	3	Impacta a Indicadores Empresariales	Registros Físicos Tarjetas amarillas
Análisis Microbiológico	FSSC 22000	Gestión inadecuada de los residuos peligrosos por clasificación incorrecta (llevaría a sanciones o multas gubernamentales)	2	Genera despericios (retrabajos/exceso de movimientos/tiempo)	No se cuentan con Registros
Gestión de residuos peligrosos	ISO 14000		3	Impacta a Indicadores Empresariales	No se cuentan con Registros

Seguridad Patrimonial	FSSC 22000	Registros ilegibles, falta de documentación, no hay evidencia de rondines Regulación de accesos o ingreso de visitas y proveedores	3	Impacta a Indicadores Empresariales	Registros Físicos Bitácora de ingreso en libro de visita
Logística Segura	ISO 45000	Reducción de daños a la propiedad y accidentes en almacén	2	Genera desperdicios (retrabajos/exceso de movimientos/tiempo)	Registros Físicos Bitácora de ingreso de contratistas
BHM (Evaluaciones de buenos hábitos de manufactura)	FSSC 22000 ISO 45000	Evaluaciones mensuales con elevados números de hallazgos de condiciones inseguras sin cerrar	2	Genera desperdicios (retrabajos/exceso de movimientos/tiempo)	Registros Físicos Tarjetas amarillas

Nota: Esta tabla refleja el desglose de las actividades que presentaron hallazgos durante el periodo 2025. Se detalla que parte del sistema de gestión afecta, el hallazgo, que tan crítico es ese hallazgo y el tipo de herramienta utilizada en ese proceso. Elaboración propia.

3.2 Diagnóstico de Procesos de HSE

3.2.1 Control y Manejo Integrado de Plagas

Descripción de Proceso

Este proceso consiste en el monitoreo, evaluación y control de la población de plagas a un nivel aceptable en la planta de producción, almacenes y periféricos de la compañía. La

recolección de datos, fumigaciones y mantenimiento de los dispositivos se realiza mediante una compañía subcontratada.

El HSE se encarga del análisis y la interpretación de los datos proporcionados por la empresa contratista. Elabora tendencias, genera los planes de acción para la disminución de la población.

Herramienta de Recolección de Datos – Talonario

El proveedor contratista debe registrar la actividad de cada dispositivo ubicado en las instalaciones por medio de un talonario físico que posterior a eso debe ser entregado a HSE.

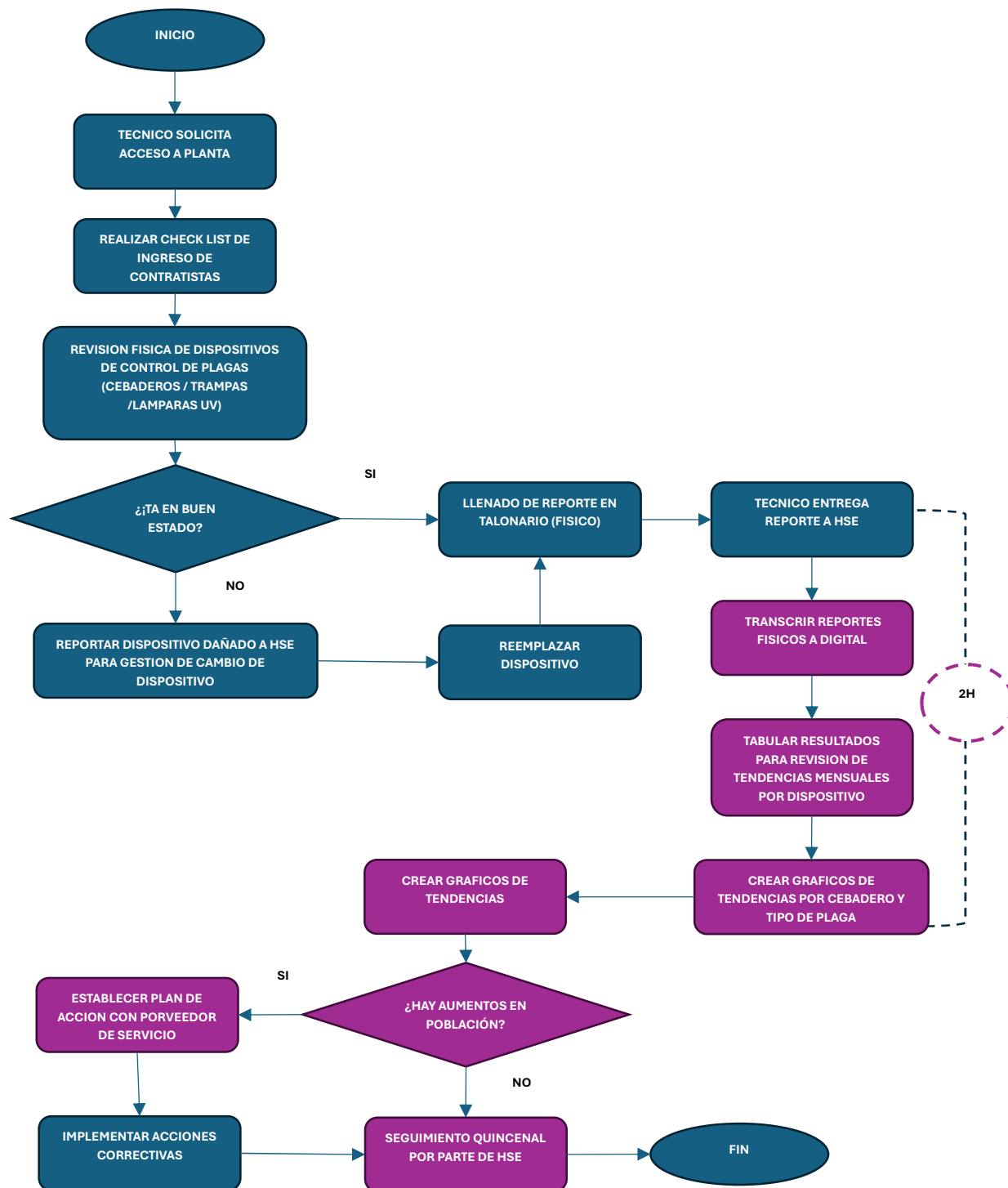
Figura 2

Talonario de Registro de Actividad en Trampas para el Control de Roedores

Nota. Talonario físico de recolección de datos, los datos son llenados a manos por el técnico de control de plagas revisando cada trampa. Elaboración propia.

Figura 3

Diagrama de Flujo de Proceso Manejo Integrado de Plagas - Talonarios



Nota. Flujograma del proceso actual con el uso de talonarios físicos. Elaboración propia.

Diagnóstico de Nivel de Madurez Tecnológica

El proceso de control de plagas recolecta la información de forma manual utilizando talonarios físicos para poder recopilar la información que genera los gráficos de tendencias, que son trasladados a un documento de Excel para poder graficar las tendencias y monitorear el crecimiento de la población.

Tabla 2

Diagnostico TRL – Control y Manejo Integrado de Plagas

Escala	Nivel TRL	Etapa	Recursos tecnológicos actuales
Nivel Bajo	TRL 1	Investigación	Recolección de datos por medio de talonarios físicos / Generan retrabajos y retraso en el tiempo de respuestas.
	TRL 2		
	TRL 3		
Nivel Medio	TRL 4	Prototipo / Prueba	
	TRL 5		
	TRL 6		
Nivel Alto	TRL 7	Implementación	
	TRL 8		
	TRL 9		

Nota. La escala TRL ubica el proceso de control de plagas un nivel bajo de implementación tecnológica. Nivel 1: Analógico. Registros en papel, bitácoras manuales y dependencia total de la memoria o presencia física del supervisor. Adaptado de Technology Readiness Level definitions, Por *National Aeronautics and Space Administration* [NASA], 2012

3.2.2 Gestión de Residuos Peligrosos

Descripción de Proceso

En este proceso vemos involucrado el personal de producción, mantenimiento y limpieza. Todos los contenedores químicos utilizados en el proceso productivo deben ser trasladado e ingresado a la bodega de residuos peligrosos.

El rol de HSE es validar la disposición correcta de los residuos peligrosos y gestionar la disposición adecuada de los mismos. Todos los residuos diariamente son recolectados y clasificados para su posterior traslado a la bodega de residuos que es de acceso restringido.

Herramienta de Recolección de Datos – Registro de Préstamo de Llaves

Para validar el acceso del personal a la bodega se cuenta con un registro físico de préstamo de llaves, en el cual la persona solicita el acceso a la garita de seguridad. Se le entrega la llave y tiene la instrucción de regresarla al finalizar su tarea.

El registro es un conglomerado de todos los accesos restringidos, estos registros son archivados en garita de seguridad. Y para acceder a la información se deben buscar los registros por fecha.

Figura 4

Registro de Préstamo de Llaves

México y Centroamérica

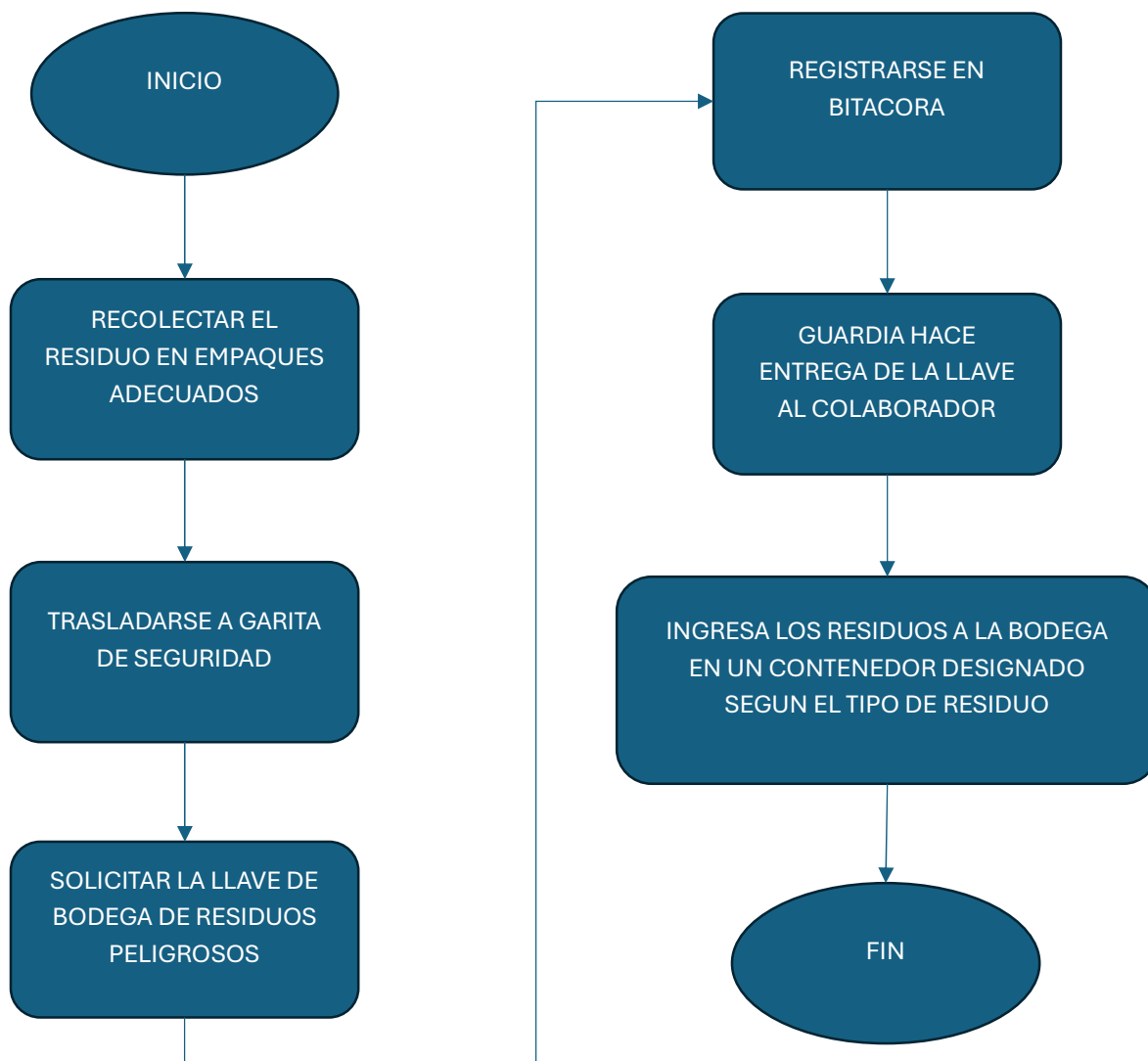
REGISTRO DE PRÉSTAMO DE LLAVES

FECHA	HORA	LLAVE	NOMBRE DEL SOLICITANTE	FIRMA DE SOLICITANTE	MOTIVO DE SOLICITUD	FECHA	HORA
16/18/25	6:53	#704	Abel Valle	[Firma]	Bodega Calpuetes	16/18/25	11:41
16/18/25	7:00	#47	Orlando	[Firma]	Jardines	16/18/25	11:57
16/18/25	7:14	#24	Walter Yane	[Firma]	Abri. Almac	16/18/25	18:24
16/18/25	11:10	#47	Ruth Vilatoro	[Firma]	Ingreso de residuos pt.	16/18/25	15:30
16/18/25	3:38	#3439	Kevin Jarez	[Firma]	Recepción utillaje desfogue	16/18/25	4:43
17/18/25	10:51	#29	Kevin Jarez	[Firma]	Retiro de material	17/18/25	11:40
17/18/25	4:25	#47	Carla Alcantara	[Firma]	ambeta de picamento boria	17/18/25	5:02
17/18/25	17:33	#47	Kevin Jarez	[Firma]	deschar silo mla	17/18/25	18:38
18/18/25	4:43	#29	Andrés Mejía	[Firma]	Repuestas (s llaves)	18/18/25	05:06
18/18/25	6:36	#104	Abel Valle	[Firma]	Bodega Calpuetes (Joya)	18/18/25	5:02
18/18/25	7:56	#24	Walter Yane	[Firma]	Abri. Almac (silos)	18/18/25	18:03
18/18/25	8:20	#47	Ruth Vilatoro	[Firma]	Actualización bitácora	18/18/25	8:21
18/18/25	10:30	#49	Sergio	[Firma]	Saca Amas #4 Jocelaya	18/18/25	4:00
18/18/25	10:58	#47	Alejandro Vargas	[Firma]	Ingreso residuos peligrosos	18/18/25	11:07
18/18/25	02:29	#34/35	Kevin Sanchez	[Firma]	Recepción de silo #2	18/18/25	13:10
18/18/25	10:24	#38	Jose Pineta	[Firma]	cambio de silo	18/18/25	17:15
19/18/25	5:55	#37	Ivan Sanchez	[Firma]	Recepción de silo	19/18/25	6:13
19/18/25	6:25	#62	Orlando	[Firma]	Jardines	19/18/25	5:00
19/18/25	6:49	#104	Abel Valle	[Firma]	Bodega Calpuetes (Joya)	19/18/25	6:49
19/18/25	7:32	#24	Walter Yane	[Firma]	Abri. Almac (silos)	19/18/25	18:36
19/18/25	9:30	#49	José	[Firma]	Compartir pantalones empleados	19/18/25	4:00
19/18/25	09:41	#37	J. Anada	[Firma]	Revisar conexión de silo #5	19/18/25	15:00
19/18/25	10:10	#34,35	J. Anada	[Firma]	Revisar desfogue silo #1	19/18/25	18:00
19/18/25	12:04	#41	Sandra Ayala	[Firma]	Presinc Comida	19/18/25	12:13

Nota. En este registro se copilan los préstamos de las llaves de los accesos restringidos de toda la planta y almacenes externos Nivel 1: Analógico. Registros en papel, bitácoras manuales y dependencia total de la memoria o presencia física del supervisor. Elaboración propia.

Figura 5

Diagrama de Flujo de Gestión de Residuos Peligrosos – Registro de Préstamo de Llaves



Nota. Se percibe únicamente un control en el proceso de ingreso de residuos.

Elaboración propia.

Diagnóstico de Nivel de Madurez Tecnológica

El proceso de gestión de residuos peligrosos recolecta la información por medio de residuos físicos para poder validar quien accedió a la bodega de residuos, sin embargo, no refleja que tipo de residuo ingresar. El control actual limita y registra el acceso a la bodega, pero no valida las entradas o salidas de los residuos.

Tabla 3

Diagnostico TRL – Gestión de Residuos Peligrosos

Escala	Nivel TRL	Etapa	Recursos tecnológicos actuales
Nivel Bajo	TRL 1	Investigación	Recolección de datos por medio de registros físicos / Se identifican hallazgos frecuentes en inspecciones rutinarias
	TRL 2		
	TRL 3		
	TRL 4		
Nivel Medio	TRL 5	Prototipo / Prueba	
	TRL 6		
	TRL 7		
Nivel Alto	TRL 8	Implementación	
	TRL 9		

Nota. Se identifica que en el proceso de Gestión de Residuos el TRL se ubica en nivel 1 clasificado como un nivel bajo. Nivel 1: Analógico. Registros en papel, bitácoras manuales y dependencia total de la memoria o presencia física del supervisor. Adaptado de Technology Readiness Level definitions, Por *National Aeronautics and Space Administration* [NASA], 2012

3.2.3 Seguridad Patrimonial y Control de Accesos

Descripción de Proceso

Para el proceso de ingreso a planta evaluamos la siguiente condición, podemos tener 3 clases de ingresos, visitas (auditores/ inspectores/ recorridos de planta/ otros), Contratistas (personal que debe realizar trabajos en planta o en exteriores) y Transportistas (Conductores que realizar cargas y descargas en el área de almacén)

Herramienta de Recolección de Datos – Registro de Ingreso

La limitación del protocolo actual es la información y lineamientos para cada tipo de ingreso. Actualmente se registran en una bitácora de ingreso sin distinción del tipo de ingreso lo que dificulta trazar un ingreso y su propósito de forma fácil y rápida.

Figura 6

Registro de Ingreso de Contratistas / Visitas



Nota. En este registro se copilan los ingresos a la planta y almacenes Elaboración propia.

Figura 7

Diagrama de Flujo de Control de Accesos Inicial



Nota. En este flujo el control todos los accesos son manejados en registro físico que el usuario debe llenar. Elaboración propia.

Diagnóstico de Nivel de Madurez Tecnológica

El proceso registra los ingresos de personas a las instalaciones en un control físico que se almacena en la garita de seguridad. Para acceder a cualquier registro se debe trasladar al archivo y buscar los ingresos manualmente.

Tabla 4

Diagnostico TRL – Registro de Ingreso

Escala	Nivel TRL	Etapa	Recursos tecnológicos actuales
Nivel Bajo	TRL 1	Investigación	Recolección de datos por medio de registros físicos / Se identifican hallazgos frecuentes en inspecciones rutinarias
	TRL 2		
	TRL 3		
Nivel Medio	TRL 4	Prototipo / Prueba	
	TRL 5		
	TRL 6		
Nivel Alto	TRL 7	Implementación	
	TRL 8		
	TRL 9		

Nota. Se identifica que en el proceso de Seguridad Patrimonial en el TRL se ubica en nivel 1 clasificado como un nivel bajo. Nivel 1: Analógico. Registros en papel, bitácoras manuales y dependencia total de la memoria o presencia física del supervisor. Adaptado de Technology Readiness Level definitions, Por National Aeronautics and Space Administration [NASA], 2012

4.Propuesta de Implementación

4.1 Control y Manejo Integrado de Plagas - Plataforma de MIP

Se considero un servicio proporcionado por el proveedor de control de plagas, consiste en la digitalización de la información utilizando una plataforma de control de plagas. En esta se registran las órdenes de servicio y estas van ligadas a un registro de revisión que utiliza el técnico para registrar la actividad de cada cebadero. La información se sube en tiempo real generando un historial de datos.

Figura 8

Vista de Plataforma MIP

The screenshot displays the MIP Platform interface. On the left is a yellow sidebar menu with the following items: Home, Órdenes de Servicio (highlighted), TEPs, Informes, Antecedentes Técnicos, Documentos, and Histórico Novedades. The main content area shows a table of service orders with the following columns: ORDEN N°, FECHA, and DESCARGAR. The table contains five rows of data, with some information redacted by black bars.

ORDEN N°	FECHA	DESCARGAR
#090260400412	28/04/2026	[Download Icon]
#090260400411	22/04/2026	[Download Icon]
#090260400056	07/04/2026	[Download Icon]
#090260400028	06/04/2026	[Download Icon]
#090260300433	16/03/2026	[Download Icon]

Nota. Se observa la barra de opciones donde se puede visualizar las ordenes de servicio, informes que muestran las tendencias generadas automáticamente de los reportes
Elaboración propia.

Figura 9

Reporte de Inspección de Dispositivos

Dispositivos Exteriores

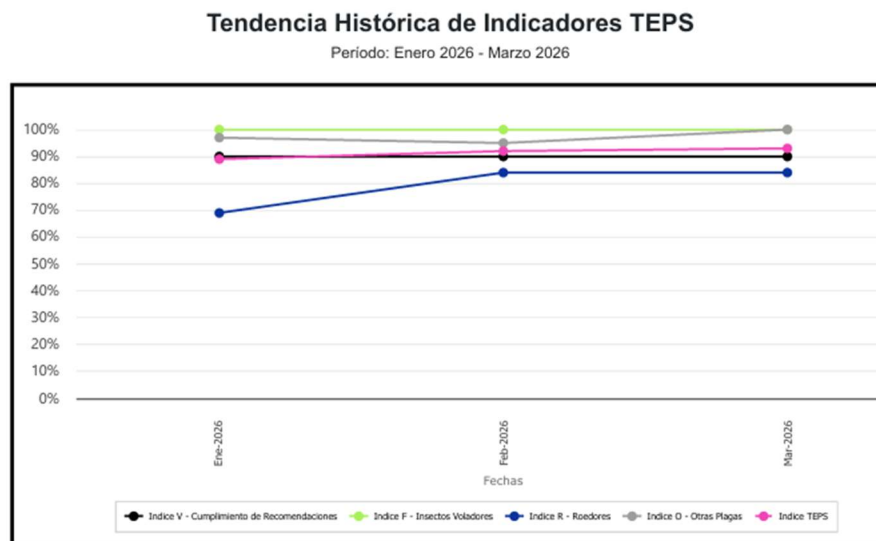
ACTIVIDAD: C=Comido , P=Picado , SA=Sin Actividad , R=Cebo Repuesto Sin Actividad , F=Faltante
 X=Eliminada/Inaccesible , O=Cebo Repuesto Debido A Otra Plaga , SD=Sin Datos

	Código de Dispositivo	Actividad	Estado
1	00001	SA	Normal
2	00002	P	Normal
3	00003	P	Normal
4	00004	R	Normal
5	00005	R	Normal
6	00006	SA	Normal
7	00007	P	Normal
8	00008	P	Normal
9	00009	SA	Normal
10	0001	R	Normal
11	00010	P	Normal
12	00011	SA	Normal
13	00012	R	Normal

Nota. Vista de reportes de monitoreo quincenal de dispositivos de plaga. Elaboración propia.

Figura 10

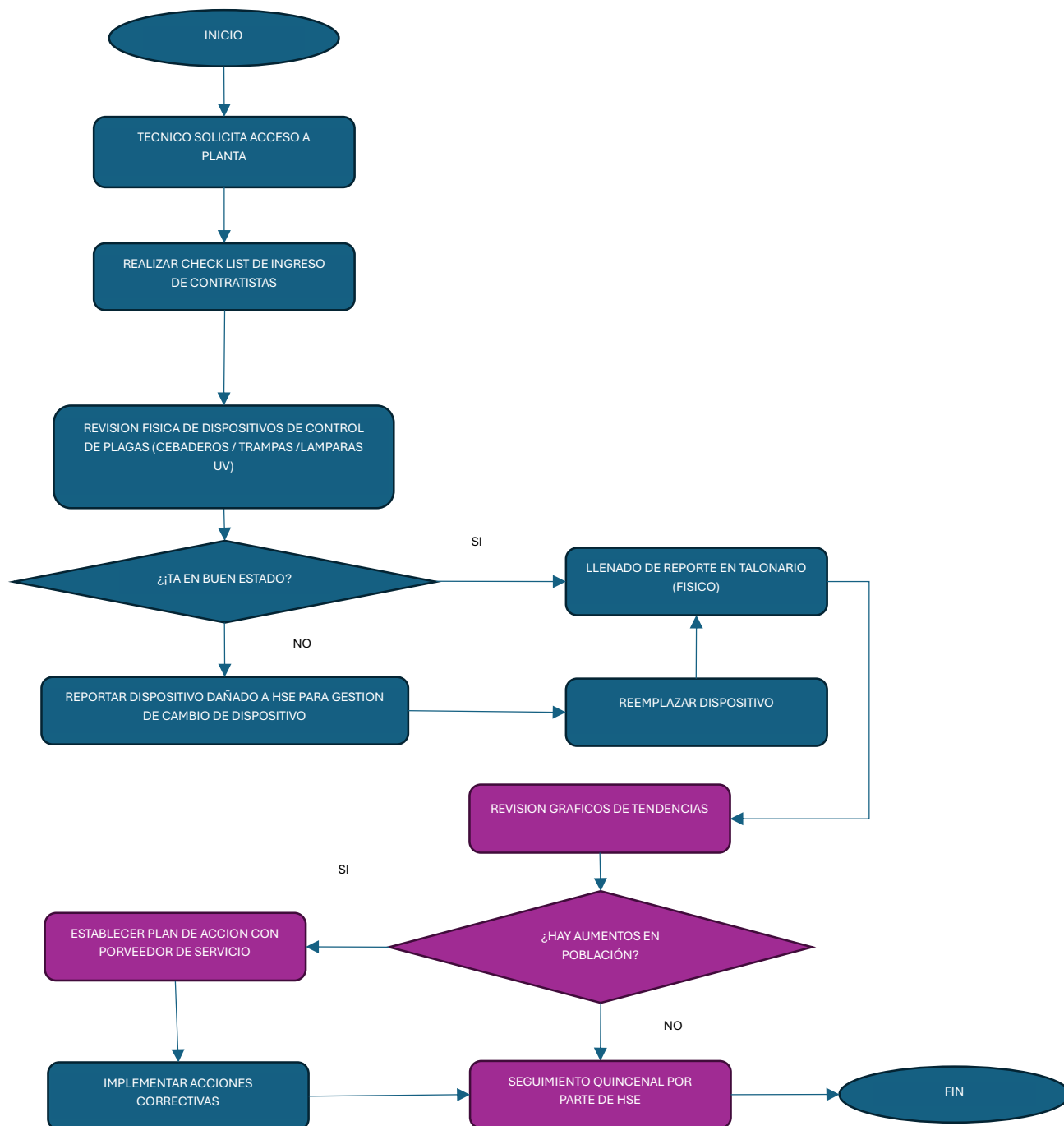
Reporte de Tendencias generado por plataforma



Nota. Vista de reportes de tendencia comparativos con la recolección de datos de enero a marzo 2026. Elaboración propia.

Figura 11

Diagrama de Flujo de Proceso de Control de Plagas - Plataforma Digital



Nota. Se percibe una reducción de tiempos y movimientos en el flujo del proceso.

Elaboración propia.

Diagnóstico de Nivel de Madurez Tecnológica Posterior a Implementación

El proceso registra por medio de una plataforma digital, que copila los datos para generar reportes de tendencias automáticamente

Tabla 5

Diagnostico TRL – Plataforma MIP

Escala	Nivel TRL	Etapa	Recursos tecnológicos actuales
Nivel Bajo	TRL 1	Investigación	Recolección de datos por medio de talonarios físicos / Generan retrabajos y retraso en el tiempo de respuestas.
	TRL 2		Recolección de información quincenalmente por medio de formulario digitales se registra actividad de cada cebadero Se utilizará una plataforma de MIP que vinculará la orden de servicio con el reporte.
	TRL 3		Esta información alimentara los gráficos de tendencia
Nivel Medio	TRL 4	Prototipo / Prueba	Se realizaron reuniones con el proveedor para configurar la plataforma conforme a las especificaciones
	TRL 5		Se define el prototipo final de la plataforma
	TRL 6		Se realizará prueba durante el primer trimestre del año 2026 para evaluar la viabilidad de la aplicación.
Nivel Alto	TRL 7	Implementación	Se lanza el piloto oficial en la primera inspección de enero 2026. Se integran las firmas digitales y se genera el primer reporte legal automático para auditoría.
	TRL 8		Se redacta el manual de usuario y se verifica que cumple con las normativas corporativas
	TRL 9		El sistema es el estándar de la compañía. Se discontinuo el uso de talonarios.

Nota. Se identifica que en el proceso de Seguridad Patrimonial en el TRL se ubica en nivel 9 clasificado como un nivel Alto. Nivel 4: Transparencia en Tiempo Real. Uso plataforma que permiten ver lo que está pasando justo ahora. Adaptado de Technology Readiness Level definitions, Por *National Aeronautics and Space Administration [NASA]*, 2012

4.2 Gestión de Residuos Peligrosos – QR para Validación de Ingreso de Residuos

Se propone un control de validación por medio de un QR que lleva a un formulario que te permitirá registrar tu ingreso de residuo. Contiene bloqueos que no permiten cerrar el formulario hasta que lo hayas completado, así como botones de selección de modo que ya los residuos están clasificados y debes seleccionar el que coincide con tu residuo.

Esto permite identificar rápidamente si lo que estas ingresando debería estar ahí. Este registro es realizado en acompañamiento por un guardia de seguridad quien es el encargado de subir la foto de validación que genera un principio de 4 ojos.

Figura 12

QR de Validación de Ingreso de Residuos a Bodega



Nota. El QR contiene un formulario de registro que te permitirá identificar que tipos de residuos y te permite subir una imagen de este. Elaboración propia.

Figura 13

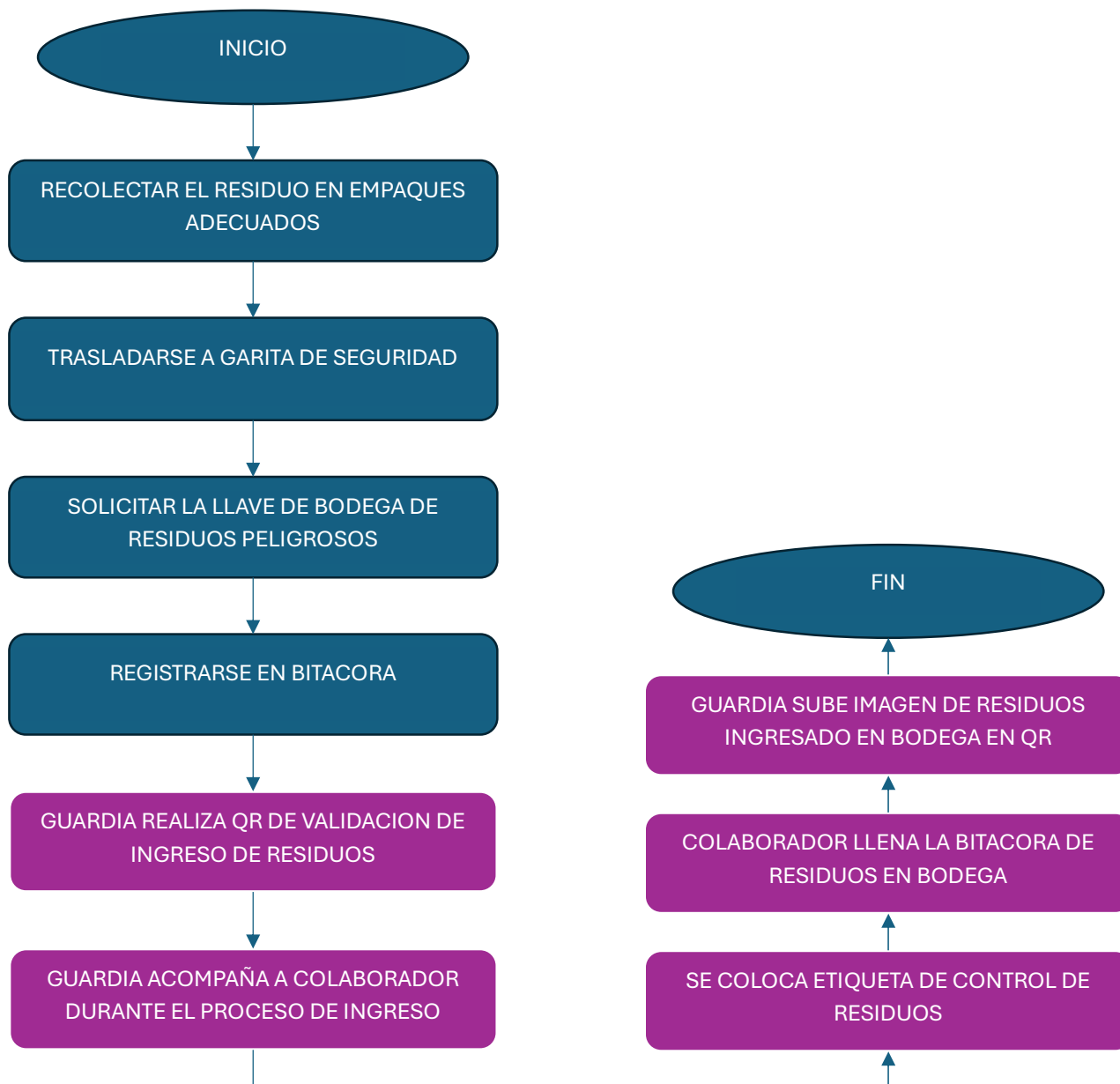
Respuestas registradas de Validación de Residuos Peligrosos

1	Marca temporal	Nombre	Area responsable del resid	Tipo de Residuo	Fotografía del residuo con su etiqueta de resi	Disposicion final
8	20/1/2026 11:39:06	Alejandra Vargas	PRODUCCIÓN - SACMI	Aerosoles	https://drive.google.com/open?id=1c_x0GCxHTxv	ok
9	22/1/2026 9:25:20	Kevin Miranda	TALLER DE MANTENIMIENTO	Mangueras Contaminad	https://drive.google.com/open?id=11A2sHOvX8_1	ok
10	22/1/2026 13:39:39	Carlos martines	PRODUCCIÓN - SACMI	Trapos Contaminados		
11	22/1/2026 14:46:24	Carlos Almendares	PRODUCCIÓN - SACMI	Trapos Contaminados		
12	22/1/2026 15:14:10	Carlos Almendares	PRODUCCIÓN - PET	Trapos Contaminados		
13	27/1/2026 14:50:40	Carlos Almendares	PRODUCCIÓN - PET	Aerosoles		
14	27/1/2026 14:53:34	Carlos Almendares	PRODUCCIÓN - PET	Plastico Contaminado		
15	27/1/2026 14:54:56	Carlos Almendares	PRODUCCIÓN - PET	Trapos Contaminados		
16	29/1/2026 14:22:19	Carlos Almendares	PRODUCCIÓN - PET	Aerosoles		
17	4/2/2026 15:02:17	Carlos Almendares	PRODUCCIÓN - PET	Trapos Contaminados		
18	5/2/2026 11:13:41	Ruth Steffany Villatoro	PRODUCCIÓN - SACMI	Desechos Biologicos		
19	5/2/2026 13:35:51	Angela Hernandez	CONTROL DE CALIDAD	Vidrio Plastico Quebradi		
20	9/2/2026 13:59:29	Carlos Martines	PRODUCCIÓN - KASE	Trapos Contaminados		

Nota. Las respuestas generadas en el QR se recopilan en tiempo real en un documento de excel, en este documento se identifica la marca temporal (fecha y hora exacta del ingreso), nombre de la persona que lo ingreso, el area de donde se genero el residuo, el tipo de residuo y la imagen del mismo. Elaboración propia.

Figura 14

Diagrama de Flujo de Gestión de Residuos Peligrosos con Herramienta Digital



Nota. Se percibe un aumento en los procesos de validación y movimiento. Pero también refleja un sistema de validación más robusto para garantizar la efectividad de la gestión de residuos. Elaboración propia.

Diagnóstico de Nivel de Madurez Tecnológica Posterior a Implementación

El proceso registra por medio de un formulario QR, que copila los datos para generar el reporte del ingreso de residuos. Permitiendo identificar con precisión la trazabilidad el ingreso de los residuos

Tabla 6

Diagnostico TRL – QR Validación de Ingreso de Residuos Peligrosos

Escala	Nivel TRL	Etapa	Recursos tecnológicos actuales
Nivel Bajo	TRL 1	Investigación	Recolección de datos por medio de registros físicos / Se identifican hallazgos frecuentes en inspecciones rutinarias
	TRL 2		Establecer un formulario para la validación de ingresos que permita al usuario identificar de forma fácil y rápida que residuos debe gestionar en la bodega de residuos peligrosos
	TRL 3		Definir variables y elaboración de Formulario
Nivel Medio	TRL 4	Prototipo / Prueba	Identificación de los recursos necesarios para la implementación
	TRL 5		Validación en un entorno relevante
	TRL 6		Demostración de un prototipo de sistema en un entorno operativo.
	TRL 7		Entrenamiento / Instalación de rotulación
Nivel Alto	TRL 8	Implementación	Demostración del sistema en un entorno real (piloto).
	TRL 9		QR se implementado como parte del procedimiento

Nota. Se identifica que en el proceso de Gestión de Residuos en el TRL se ubica en nivel 9 clasificado como un nivel Alto. Nivel 4: Transparencia en Tiempo Real. Uso de códigos QR que permiten ver lo que está pasando justo ahora. Adaptado de Technology Readiness Level definitions, Por National Aeronautics and Space Administration [NASA], 2012

4.3 Seguridad Patrimonial y Control de Accesos – QR Ingreso

Para el proceso de ingreso a planta se digitalizar la información, uno de los mayores problemas en los registros es la falta de legibilidad en el llenado. Por medio de un formulario QR los contratistas, visitas y transportistas podrán registrar su ingreso como su salida.

Otra función que tiene el registro es dar visualización de los lineamientos de seguridad para los vehículos de transporte, los programas y seguimiento de ecología implementador por corporativo. El formulario no te permite cerrarlo hasta que marque cada casilla.

Figura 15

QR de Ingreso de Visita y Transportista

Ingreso de Visitas

Procedimiento de registro de ingreso para VISITAS:

1. Repórtate con la guardia
2. Escanea este Código
3. Llena la información solicitada
4. Pídele al guardia de seguridad que te tome una fotografía y añádela en "Imagen del visitante" dentro del formulario.
5. Envíalo y muéstrale el formulario completado al guardia de seguridad

Ingreso de Transportistas

Procedimiento de registro de ingreso para TRANSPORTISTAS:

1. Repórtate con la guardia para la verificación de seguridad de la unidad de transporte
2. Escanea este Código
3. Llena la información solicitada
4. Pídele al guardia de seguridad que te tome una fotografía de la unidad y añádela en "Imagen de la unidad de transporte" dentro del formulario.
5. Envíalo y muéstrale el formulario completado al guardia de seguridad

Nota. La rotulación incluye un instructivo sobre el procedimiento de ingreso. Elaboración propia.

Figura 16

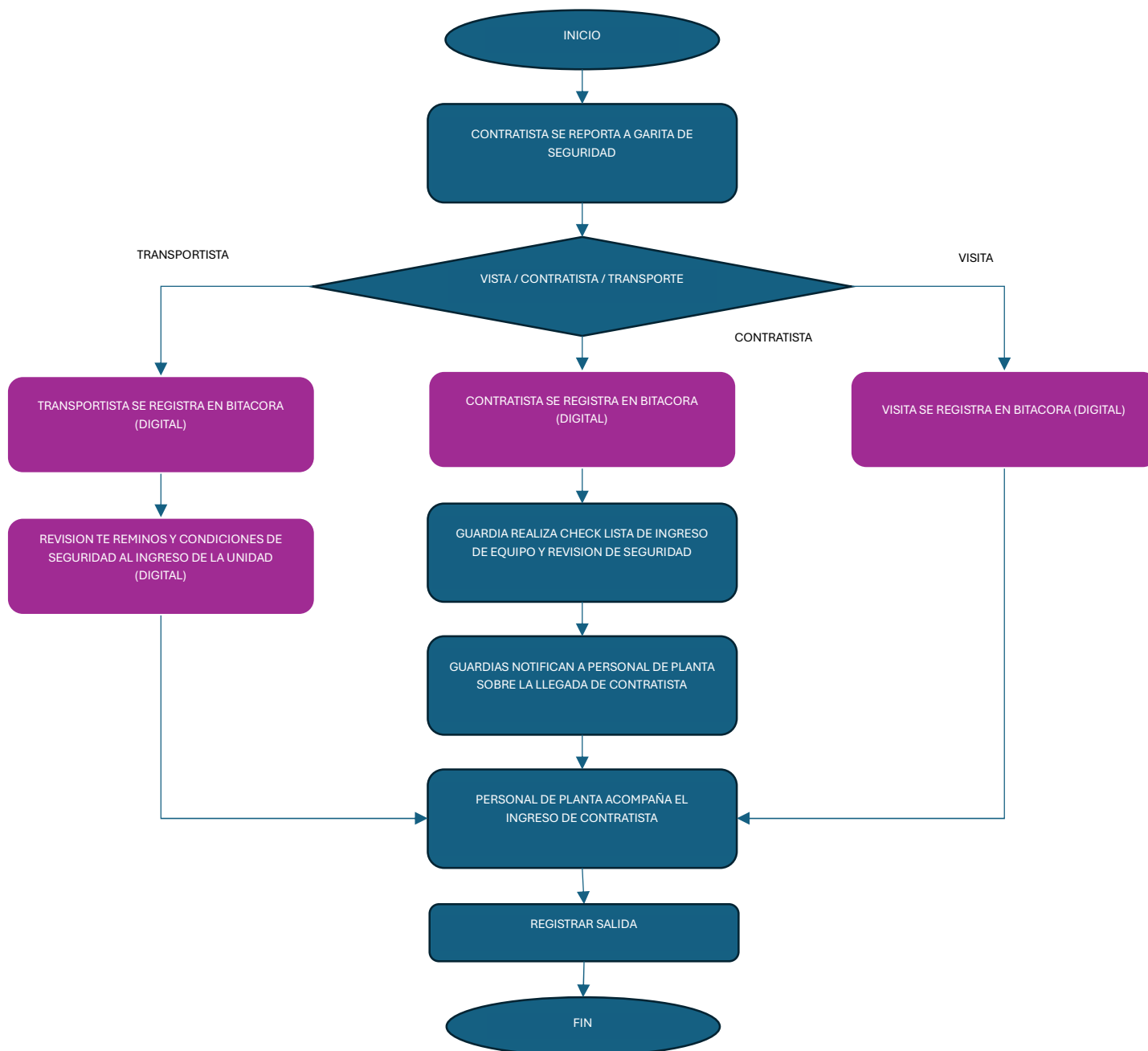
Respuestas registradas de QR Ingreso de Visitas

Marca temporal	Nombre de Conductor	Identidad	Empresa de transporte	Protocolos de ingreso	Comunicación y Cultura Organizacional EPN	Límites de seguridad	Imagen de la unidad de transporte
5/2/2026 10:05:17	Maura aguiar Rodriguez	0221 1993 00421	TRANSPORTES TOM	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
5/2/2026 1:05:12	Saúl Castro	0201 197459197	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
5/2/2026 1:06:36	Bianca Nuñez	061419830281	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
6/2/2026 8:14:82	Carlos Argueta	1301199300611	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
6/2/2026 8:12:47	Saúl Castro	02011974	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
6/2/2026 11:04:33	Berwin Flores	1201 1973 00216	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
6/2/2026 11:31:27	Elin Sánchez	050120250997	TRANSPORTES LOPEZ RESU	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
6/2/2026 11:31:30	José Aguiar	1626198500352	TRANSPORTES LOPEZ RESU	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
6/2/2026 11:33:42	Jonathan Garcia	051220000581	TRANSPORTES LOPEZ RESU	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
7/2/2026 3:31:54	Carlos Argueta	1301199300611	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
7/2/2026 11:15:37	Nixon	0107199101685	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
9/2/2026 5:25:42	Carlos Argueta	1301199300611	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
9/2/2026 10:39:23	José Luis Lubo	010319520107	TRANSPORTES TOM	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
9/2/2026 10:41:19	Pablo Roberto Ordoñez	050119820447	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
9/2/2026 13:23:48	Nixon Solano	0107199101685	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
10/2/2026 6:23:53	Carlos Argueta	1301199300611	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
10/2/2026 6:29:35	Nixon Solano	0107199101685	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
10/2/2026 8:12:56	José Ortiz	0501198103442	TRANSPORTES TOM	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
11/2/2026 6:10:25	Carlos Argueta	1301199300611	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
11/2/2026 8:56:14	ARMIN RIVERA	1704197500216	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
11/2/2026 12:53:45	Yafeson Alexander Herrera	3448 82284 0922	TRANSPORTES TOM	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
12/2/2026 6:56:22	Carlos Argueta	1301199300611	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
12/2/2026 10:05:16	Maura aguiar Rodriguez	0221 1993 00421	TRANSPORTES TOM	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
12/2/2026 10:18:37	Jhovan castillo	1804199400418	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
12/2/2026 14:54:21	Elin y	050120250997	TRANSPORTES LOPEZ RESU	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
12/2/2026 14:55:33	José Aguiar	1626198500352	TRANSPORTES LOPEZ RESU	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
13/2/2026 4:51:08	Carlos Argueta	1301199300611	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
13/2/2026 11:32:48	Francisco Martinez Rivas	0012035950078	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
13/2/2026 17:34:87	Ramon Alvarez	4481103929000V	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
14/2/2026 6:21:06	Carlos Argueta	1301199300611	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
14/2/2026 14:20:07	José galano	191108077001g	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
14/2/2026 16:27:16	Julio Rojas	1802196201488	TRANSPORTES TOM	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
15/2/2026 7:15:49	Nixon Solano	0107199101685	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	
15/2/2026 18:20:43	Felix Jiron	161121210004	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	

Nota. Las respuestas generadas en el QR se recopilan en tiempo real en un documento de excel, en este documento se identifica la marca temporal (fecha y hora exacta del ingreso), nombre de la persona que lo ingreso, los vehiculos que ingresan y en que condiciones. Elaboración propia.

Figura 17

Diagrama de Flujo de Control de Accesos Planta/ Almacén Con Herramienta Digital



Nota. La herramienta permite hacer distinción entre tipo de ingreso, proporciona de forma personalizada según tu propósito en la planta la información que requieres saber.

Elaboración propia.

Diagnóstico de Nivel de Madurez Tecnológica Posterior a Implementación

El proceso registra por medio de un formulario QR, que copila los datos para generar el reporte del ingreso de ingreso de visitas y contratistas. Permitiendo el acceso de la información en tiempo real

Tabla 7

Diagnostico TRL – QR Ingreso de Visitas / Transportistas

Escala	Nivel TRL	Etapa	Recursos tecnológicos actuales
Nivel Bajo	TRL 1	Investigación	Recolección de datos por medio de registros físicos / Se identifican hallazgos frecuentes en inspecciones rutinarias
	TRL 2		Establecer un formulario para la validación de ingresos que permita el acceso de la información en tiempo real.
	TRL 3		Definir variables y elaboración de Formulario
Nivel Medio	TRL 4	Prototipo / Prueba	Identificación de los recursos necesarios para la implementación
	TRL 5		Validación en un entorno relevante
	TRL 6		Demostración de un prototipo de sistema en un entorno operativo.
	TRL 7		Entrenamiento / Instalación de rotulación
Nivel Alto	TRL 8	Implementación	Demostración del sistema en un entorno real (piloto).
	TRL 9		QR se implementado como parte del procedimiento

Nota. Se identifica que en el proceso de Ingreso de Visitas / Transportes en el TRL se ubica en nivel 9 clasificado como un nivel Alto. Nivel 4: Transparencia en Tiempo Real. Uso de códigos QR que permiten ver lo que está pasando justo ahora. . Adaptado de Technology Readiness Level definitions, Por National Aeronautics and Space Administration [NASA], 2012.

5. Propuesta de Análisis

5.1 Control y Manejo Integrado de Plagas

Para el manejo integrado de plagas evaluaremos los beneficios y desventajas que representa el uso de cada herramienta, los talonarios versus la plataforma de control de MIP. Se identificaron un mayor número de beneficios y pocas desventajas en la inversión.

Tabla 8

Cuadro Comparativo Control y Manejo Integrado de Plagas

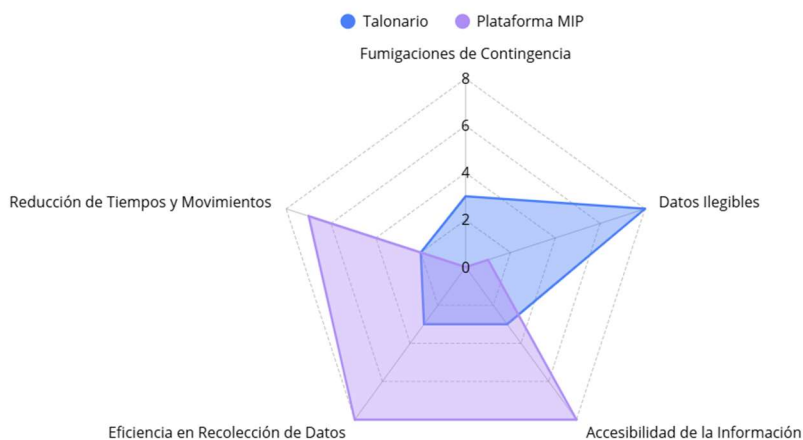
Criterio	Herramienta Inicial / Talonario de Bitácora de Control de Plagas	Herramienta Implementada / Reportes digitales + Plataforma MIP
Beneficios	1. Talonario de registro de inspección recopila la incidencia o comportamiento de los dispositivos	1. Los reportes están ligados a un número de orden y visita programada, permitiendo realizar la trazabilidad de un registro 2. Las tendencias se generan automáticamente por medio de la plataforma, eliminando el proceso de la digitalización 3. La implementación no requiere un costo adicional por parte de la empresa de servicio. 4. Los reportes se pueden descargar y resguardar en nube corporativa
Desventajas	1. Los registros deben digitalizarse para poder evaluar la tendencia o el comportamiento de las plagas.	1. Requiere inversión de tiempo y pruebas de implementación, así como la migración de los datos de tendencias de los últimos 6 meses.
	Reproceso / Exceso de Movimientos	

Nota. Este cuadro describe los beneficios y desventajas de las herramientas actuales y las implementadas en este proyecto, como se puede observar se identifica un mayor número

de beneficios en las herramientas digitales que impactan en la calidad de los resultados obtenidos. Elaboración propia.

Figura 18

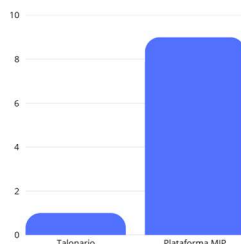
Gráfico Comparativo Herramientas Talonario vs. Plataforma MIP



Nota. Se puede percibir en el gráfico un aumento considerable en los tópicos de accesibilidad de información, eficiencia en recolección de datos y reducción de tiempos y movimientos. Al mismo tiempo con el uso de la plataforma se percibe reducción en las fumigaciones de contingencia y la ilegibilidad de los datos. Elaboración propia.

Figura 19

Gráfico Comparativo TRL Talonario vs. Plataforma MIP



Nota. Según la escala de madures tecnológica TRL la herramienta actual estos 8 niveles por encima de la herramienta analógica. Elaboración propia.

Tabla 9

Tabla de Cuantificación de Beneficios Económicos Derivados de la Optimización

PUESTO DE TRABAJO	COSTO UNITARIO	FRECUENCIA ANUAL DE CONSUMO	SUB TOTAL	OBSERVACIONES
TALONARIOS	L 2,500.00	4	L 10,000.00	Se asignan dos talonarios, planta y bodega, se consumen dos al año
FUMIGACIONES NO PROGRAMADAS	L 42,000.00	3	L 126,000.00	Cuando no se monitorea la población de la plaga y esta aumenta exponencialmente se incurre a fumigaciones correctivas no programadas que incrementan el costo del servicio
HSE	L 200.00	24	L 4,800.00	Para poder monitorear el control de plagas mensualmente se debe trasladar la información de cada dispositivo y analizar mediante graficas el comportamiento y las tendencias de crecimiento de población implica una inversión de tiempo por parte del HSE de la planta
AHORRO TOTAL ANUAL			L 140,800.00	

Nota. Dentro de los beneficios percibidos podemos encontrar reducción de horas hombre en la tarea, la reducción de fumigaciones no programadas y la eliminación de documentos físicos como ser los talonarios que implican un costo. Elaboración propia.

Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs) Operativos

Tiempo Promedio de Procesamiento y Análisis de Datos (Tpa): Este indicador de eficiencia operativa mide las horas-hombre que el personal del departamento de HSE debe invertir mensualmente para transcribir, tabular y graficar los datos recolectados de forma manual.

Fórmula:

$$Tpa = \text{Horas hombre mensuales dedicadas a la digitalización}$$

Objetivo: Reducción de un 100% en la transcripción de datos en el proceso de plagas y accesos

Tasa de Legibilidad y Completitud de Registros (TL): Evalúa la calidad del dato recolectado eliminando campos vacíos o letras ilegibles gracias a las validaciones obligatorias de los formularios QR. Evalúa la calidad del dato recolectado eliminando campos vacíos o letras ilegibles gracias a las validaciones obligatorias de los formularios QR.

Formula:

$$TL = \frac{\text{Registros completados sin errores ni omisiones}}{\text{Total de registros recolectados}}$$

Objetivo: Reducción de un 100% en la transcripción de datos en el proceso de plagas y accesos.

5.2 Gestión de Residuos Peligrosos

Para la gestión de residuos peligrosos evaluaremos los beneficios y desventajas que representa el uso de cada herramienta, el registro físico de accesos restringidos vs. El QR de validación de Residuos. Se identificaron un mayor número de beneficios en el QR dentro de los cuales destaca accesibilidad de la información, reducción de hallazgos y trazabilidad en los ingresos de residuos.

Tabla 10

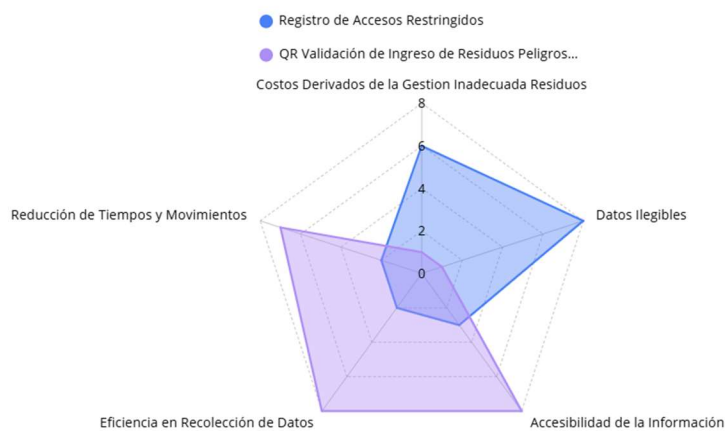
Cuadro Comparativo Gestión de Residuos Peligrosos

Criterio	Herramienta Inicial / Registro de entrega de llaves	Herramienta Implementada / QR Validación de Residuos Peligrosos + Etiqueta de Control
Cualidades	1. Se registra el personal que solicita el acceso de la bodega de residuos peligrosos	1. QR cuenta con un instructivo, que te permite identificar cuáles son los residuos que deben ingresar 2. Permite adjuntar una imagen que valide el residuo que se ingresa a la bodega 3. Te permite registrar el área que está generando el residuo, permitiendo generar trazabilidad. 4. El QR genera una marca temporal de la fecha y hora en que se genera una entrada, validando con exactitud cuando se generó el desperdicio. 5. La información se genera en tiempo real permitiendo identificar desviaciones rápidamente (residuos que no pertenecen al área)
Desventajas	1. No hay un registro de que tipo de contenedores ingresan 2. No se registra de que área se genera el residuo 3. No se valida que residuos ingresan, únicamente se registra quien ingresa el residuo	1. Se requiere una tercera parte que realice la validación, añadiendo más tareas para fortalecer los controles de ingreso

Nota. Se identifican un mayor número de beneficios en y un control más robusto para el ingreso de residuos. Elaboración propia.

Figura 20

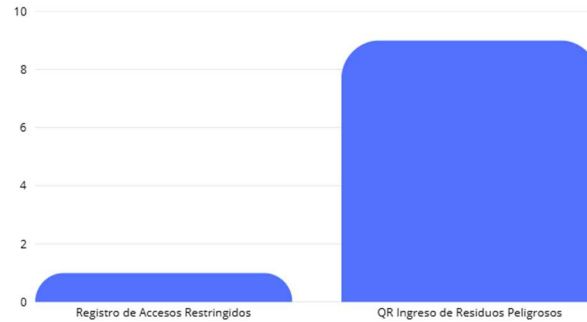
Gráfico Comparativo Herramientas Registro de Accesos vs. QR de Validación



Nota. Se puede percibir en el gráfico un aumento considerable en los tópicos de accesibilidad de información y eficiencia en recolección de datos, sin embargo, hubo un aumento considerable en tiempos y movimientos. Al mismo tiempo con el uso de la plataforma se percibe reducción en costos derivados a la mala gestión de los residuos. Elaboración propia.

Figura 21

Gráfico Comparativo TRL Registro de Accesos vs. QR de Validación



Nota. Según la escala de madures tecnológica TRL la herramienta actual estos 8 niveles por encima de la herramienta analógica. Elaboración propia.

Tabla 11

Tabla de Cuantificación de Beneficios Económicos Derivados de la Optimización

PUESTO DE TRABAJO	COSTO UNITARIO	FRECUENCIA ANUAL DE CONSUMO	SUB TOTAL	OBSERVACIONES
MULTAS GUBERNAMENTALES	L 20,000.00	1	L 20,000.00	Basado en la Ley General del Ambiente (Decreto 104-93) y el Reglamento para el Manejo de Residuos Sólidos, las sanciones económicas y operativas para las empresas son las siguientes: Leves: De L 1,000.00 a L 5,000.00. Menos graves: De L 5,000.00 a L 20,000.00 (en primera instancia). Graves (por reincidencia): De L 20,000.00 a L 100,000.00 o más.
COSTOS ADICIONALES POR MALA GESTION DE RESIDUOS	L 8,000.00	12	L 96,000.00	Durante el 2024 se gestionaron residuos no peligrosos mensualmente por una incorrecta clasificación de estos

HSE	L 200.00	240	L	48,000.00	Para poder monitorear en la correcta gestión de residuos el HSE debe realizar inspecciones diarias en bodega, consideramos 1h diaria 5 días a la semana por un año para validar la correcta gestión de los residuos.
AHORRO TOTAL ANUAL				L	164,000.00

Nota. Se consideran las multas gubernamentales debido a que ya se tuvo un evento relacionado, lo cual aumenta la severidad de esta. Elaboración propia.

Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs) Operativos

Índice de Efectividad en Clasificación de Residuos (Icr): Mide la reducción de errores en la disposición de materiales dentro de la bodega de residuos peligrosos mediante la validación digital cruzada (colaborador y guardia de seguridad).

Formula:

$$Icr = \frac{\text{Ingresos a bodega con clasificacion correcta evidenciado por fotografia}}{\text{Total de ingresos validados por QR}}$$

Objetivo: Reducir al 0% los eventos de mezcla o disposición inadecuada de residuos para blindar a la empresa ante riesgos de multas ambientales

Tasa de Legibilidad y Completitud de Registros (TL): Evalúa la calidad del dato recolectado eliminando campos vacíos o letras ilegibles gracias a las validaciones obligatorias de los formularios QR. Evalúa la calidad del dato recolectado eliminando campos vacíos o letras ilegibles gracias a las validaciones obligatorias de los formularios QR.

Formula:

$$Tpa = \frac{\text{Registros completados sin errores ni omisiones}}{\text{Total de registros recolectados}}$$

Objetivo: Reducción de un 100% en la transcripción de datos en el proceso de plagas y accesos

5.3 Seguridad Patrimonial y Control de Accesos

En el control de accesos evaluaremos los beneficios y desventajas que representa el uso de cada herramienta, el registro físico vs. El QR de ingreso de visitas / Transportistas.

Tabla 12

Cuadro Comparativo Control de Accesos

Criterios	Herramienta Inicial / Registro de Ingreso	Herramienta Implementada / QR Validación de Ingreso de Visitas / QR de Ingreso de Transportistas
Cualidades	1. Se registran todos los ingresos del personal a planta	1. QR actualiza en tiempo real sobre el personal de ingreso a planta, quien es la persona de acompañamiento, el propósito de visita, fecha y hora puntual de ingreso 2. Toda la información se resguarda en un documento permitiendo generar respaldo de la información 3. Legibilidad de la información 4. Permite almacenar imagen de la persona que ingresa a planta 5. Permite almacenar imagen del vehículo de transporte que ingresa a la planta y validar condiciones de ingreso 6. En el QR de transporte menciona un instructivo sobre los lineamientos de ingreso de carga de transporte, condiciones que debe cumplir la unidad de transporte, así como instrucciones para el chequeo de la unidad. 7. Se registra que los transportistas están al tanto de las políticas y lineamientos de seguridad.
Desventajas	1. Llenados incorrectos de bitácoras	1. Requiere inversión en dispositivos digitales y accesos de red

2. Ilegibilidad de la información proporcionada por la visita

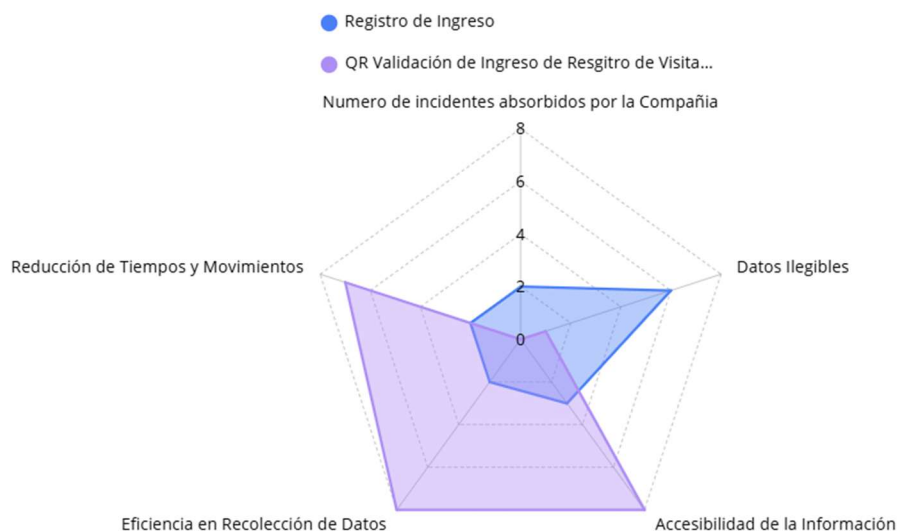
2. Personal requiere entrenamiento para adquisición de competencia

3. No hay un respaldo de la información

Nota. se puede observar se identifica un mayor numero de beneficios en las herramientas digitales que impactan en la calidad de los resultados obtenidos. Elaboración propia.

Figura 22

Gráfico Comparativo Herramientas Registro de Ingresos vs. QR de Ingreso de Visitas / T.

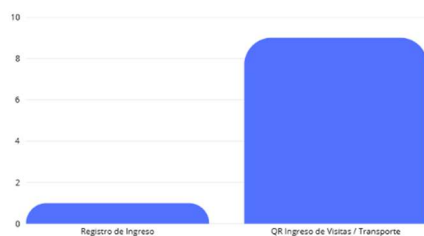


Nota. Se puede percibir en el gráfico un aumento considerable en los tópicos de accesibilidad de información y eficiencia en recolección de datos, sin embargo, hubo un

aumento considerable en tiempos y movimientos. Al mismo tiempo con el uso de la plataforma se percibe reducción en costos por incidentes. Elaboración propia.

Figura 23

Gráfico Comparativo TRL Registro de Ingresos vs. QR de Ingreso de Visitas / T.



Nota. Según la escala de madures tecnológica TRL la herramienta actual estos 8 niveles por encima de la herramienta analógica. Elaboración propia.

Tabla 13

Cuantificación de Beneficios Económicos Derivados de la Optimización

PUESTO DE TRABAJO	COSTO UNITARIO	FRECUENCIA	SUB TOTAL	OBSERVACIONES
Daños a la Propiedad	L 10,000.00	4	L 40,000.00	Durante el 2025 se reportaron daños a la propiedad sin determinar responsabilidad por parte de la empresa de transporte debido a falta de información por registros ilegibles, llenados incorrectos de bitácoras entre otros. Estos costos de reparación se asumieron por parte de la organización
AHORRO TOTAL ANUAL			L 40,000.00	

Nota. Estos incidentes son generados por falta de conocimiento en protocolos, inspecciones previas a detalle en la unidad. No poder identificar con rapidez las unidades de transporte y la falta de seguimiento por ilegibilidad en la documentación. Elaboración propia.

Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs) Operativos

Tasa de Legibilidad y Completitud de Registros (TL): Evalúa la calidad del dato recolectado eliminando campos vacíos o letras ilegibles gracias a las validaciones obligatorias de los formularios QR. Evalúa la calidad del dato recolectado eliminando campos vacíos o letras ilegibles gracias a las validaciones obligatorias de los formularios QR.

Formula:

$$Tpa = \frac{\text{Registros completados sin errores ni omisiones}}{\text{Total de registros recolectados}}$$

Objetivo: Reducción de un 100% en la transcripción de datos en el proceso de plagas y accesos

Índice de Cumplimiento de Inspecciones de Transporte (TC it): Garantiza el control preventivo en los accesos de la planta a fin de disminuir los accidentes en almacén y los daños a la propiedad de la organización.

Formula:

$$TC\ it = \frac{\text{Unidades de transporte con cheklist digital aprobado y fotografia}}{\text{Total de unidades vehiculares registradas en garita}} \times 100\%$$

Objetivo: Alcanzar el 100% de cumplimiento obligatorio para cada conductor de carga externo previo a su ingreso a las áreas operativas.

6.Conclusiones

La dependencia de métodos tradicionales y analógicos de recolección de datos (como bitácoras físicas y talonarios manuales) en el departamento de HSE actuaba como un cuello de botella crítico que provocaba fragmentación de la información, pérdida de trazabilidad e incrementos en los hallazgos de auditoría.

El diagnóstico inicial identificó hallazgos de criticidad alta y media en otros procesos clave que no se incluyeron en la prueba piloto digital. Se recomienda estandarizar mediante herramientas digitales los siguientes procesos

Los gráficos comparativos de la investigación revelaron que, si bien la herramienta digital aumentó la eficiencia y la accesibilidad de los datos, también provocó un incremento considerable en los tiempos y movimientos operativos del personal y los guardias de seguridad.

Las herramientas implementadas lograron posicionar a la organización en un Nivel 4 de operación (Transparencia en Tiempo Real) gracias al uso de plataformas e IoT que permiten ver lo que ocurre al instante

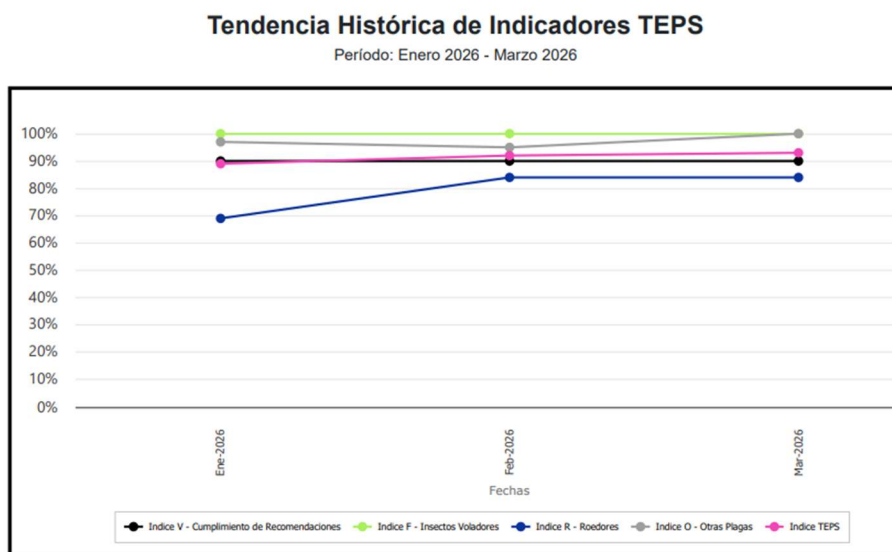
La implementación piloto de estas herramientas demostró que la digitalización y el principio de doble control ("cuatro ojos") permiten elevar con éxito el nivel de madurez de los procesos clave (Manejo de Plagas, Gestión de Residuos Peligrosos y Control de Accesos) desde un estado analógico basal (TRL 1) hasta el nivel de despliegue operativo total (TRL 9), garantizando transparencia en tiempo real (Nivel 4 de operación).

Esta optimización logró mitigar el error humano al reducir en un 100% las horas-hombre mensuales dedicadas a la transcripción manual de datos. Asimismo, blindó la seguridad jurídica y ambiental de la organización frente a multas, consolidando un retorno económico viable a través de un ahorro anual total proyectado en los tres procesos optimizados.

Apéndice B. Ordenes de Servicio de Control de plagas – Vista de plataforma



Apéndice C. Gráficos de tendencias históricas en indicadores TEPS – Vista de Plataforma



Nota. A continuación, se presentan gráficos informativos que ofrecen una visión general clara de las actividades de las plagas. La información que alimenta los gráficos se detalla en las tablas del informe. Elaboración propia.

Apéndice D. Registro de Monitoreo de Roedores – Vista desde plataforma

Monitoreo de Roedores - Información Detallada

Actividad en Dispositivos Exteriores de Monitoreo

Actividad: C=Comido, P=Picado, SA=Sin Actividad, R=Cebo Repuesto Sin Actividad, F=Faltante, X=Eliminada/Inaccesible,
O=Cebo Repuesto Debido A Otra Plaga, SD=Sin Datos
Valores: C=100, P=50, SA=0, R=0, F=0, X=0, O=0, SD=Sin Valor

Tabla 2.- Actividad de Roedores en los Dispositivos Exteriores

#	Sector	Dispositivo	Código Dispositivo	Actividad				% Actividad	Indicador de actividad
				06/01	03/02	05/03	16/03		
1	CORDON 1	Cebadero	00001	SA	SA	SA	SD	0%	
2	CORDON 1	Cebadero	00002	P	R	SA	SD	17%	
3	CORDON 1	Cebadero	00003	P	R	SA	SD	17%	
4	CORDON 1	Cebadero	00004	SA	R	SA	SD	0%	
5	CORDON 1	Cebadero	00005	SA	P	P	SD	33%	
6	CORDON 1	Cebadero	00006	P	SA	P	SD	33%	
7	CORDON 1	Cebadero	00007	SA	P	SA	SD	17%	
8	CORDON 1	Cebadero	00008	P	P	P	SD	50%	
9	CORDON 1	Cebadero	00009	P	SA	P	SD	33%	
10	CORDON 1	Cebadero	00010	SA	SA	C	SD	33%	
11	CORDON 1	Cebadero	00011	SA	SA	SA	SD	0%	
12	CORDON 1	Cebadero	00012	P	SA	P	SD	33%	
13	CORDON 1	Cebadero	00013	SA	SA	SA	SD	0%	
14	CORDON 1	Cebadero	00014	P	SA	P	SD	33%	
15	CORDON 1	Cebadero	00015	C	P	P	SD	67%	
16	CORDON 1	Cebadero	00016	C	SA	SA	SD	33%	
17	CORDON 1	Cebadero	00017	C	SA	P	SD	50%	
18	CORDON 1	Cebadero	00018	C	SA	SA	SD	33%	
19	CORDON 1	Cebadero	00019	P	P	SA	SD	33%	
20	CORDON 1	Cebadero	00020	R	R	SA	SD	0%	
21	CORDON 1	Cebadero	00021	SA	SA	SA	SD	0%	
22	CORDON 1	Cebadero	00022	C	P	SA	P	50%	
23	CORDON 1	Cebadero	00023	P	R	SA	SA	12%	
24	CORDON 2	Cebadero	0001	P	SA	SA	SD	17%	
25	CORDON 2	Cebadero	0002	SA	SA	SA	SD	0%	
26	CORDON 2	Cebadero	0003	P	SA	SA	SD	17%	
27	CORDON 2	Cebadero	0004	SA	SA	SA	SD	0%	
28	CORDON 2	Cebadero	0005	SA	SA	SA	SD	0%	
29	CORDON 2	Cebadero	0006	SA	SA	SA	SD	0%	
30	CORDON 2	Cebadero	0007	SA	SA	SA	SD	0%	
31	CORDON 2	Cebadero	0008	SA	P	SA	SD	17%	
32	CORDON 2	Cebadero	0009	P	P	SA	SD	33%	
33	CORDON 2	Cebadero	0010	SA	SA	P	SD	17%	
34	CORDON 2	Cebadero	0011	P	SA	R	SD	17%	
35	CORDON 2	Cebadero	0012	SA	P	C	SD	50%	
36	CORDON 2	Cebadero	0013	SA	P	SA	SD	17%	
37	CORDON 2	Cebadero	0014	SA	P	P	SD	33%	

Nota. Esta tabla de datos reemplaza el registro original de los talonarios añadiendo porcentajes de actividad y un indicador de colores dependiendo de la misma.















38	CORDON 2	Cebadero	0015	R	R	SA	SD	0%	
39	CORDON 2	Cebadero	0016	SA	P	SA	SD	17%	
40	CORDON 2	Cebadero	0017	C	P	R	SD	50%	
41	CORDON 2	Cebadero	0018	C	P	SD	SD	75%	
42	CORDON 2	Cebadero	0019	C	SA	R	SD	33%	
43	CORDON 2	Cebadero	0020	C	R	P	SD	50%	
44	CORDON 2	Cebadero	0021	P	SA	SA	SD	17%	
45	CORDON 2	Cebadero	0022	C	SA	P	SD	50%	
46	CORDON 2	Cebadero	0023	SA	SA	SA	SD	0%	
47	CORDON 2	Cebadero	0024	SA	SA	SA	SD	0%	
48	CORDON 2	Cebadero	0025	SA	SA	SA	SD	0%	
49	CORDON 2	Cebadero	0026	C	R	SA	SD	33%	
50	CORDON 2	Cebadero	0027	P	R	SD	SD	25%	
51	CORDON 2	Cebadero	0028	P	SA	SA	SD	17%	

Tabla 3.- Consolidado de Actividad





% Actividad	Cantidad de Dispositivos	%
 0%	15	29,41
 > 0% - 24%	13	25,49
 25% - 49%	14	27,45
 50% - 100%	9	17,65
Total	51	100,00

Tabla 4.- Porcentaje Consolidado de Dispositivos según Actividad

Actividad	% Dispositivo			
	06/ 01	03/ 02	05/ 03	16/ 03
Comido (C)	21,57	0,00	4,08	0,00
Picado (P)	31,37	27,45	24,49	50,00
Sin Actividad (SA)	43,14	54,90	65,31	50,00
Cebo Repuesto Sin Actividad (R)	3,92	17,65	6,12	0,00
Cebo Repuesto Debido A Otra Plaga (O)	0,00	0,00	0,00	0,00
» Total Con Actividad	52,94	27,45	28,57	50,00
» Total Cebos Repuestos	56,86	45,10	34,69	50,00
» Total Sin Datos	0,00	0,00	3,92	96,08

Nota. Los registros reflejan tablas resumen sobre la cantidad de dispositivos y en qué porcentaje de actividad se reflejan según el cordón donde se encuentran las trampas.

Sectores con Actividad de Otras Plagas - Información Detallada

Tabla 10.- Sectores con Actividad de Otras Plagas (El color del indicador de actividad se determina por el promedio del porcentaje de todos los meses.)

No Detectado Riesgo Bajo Riesgo Alto

#	Área	Tipo de Plaga	Sectores con Actividad de Otras Plagas						
			06/01	15/01	19/01	03/02	17/02	05/03	16/03
1	Interior	Arañas	0	0	0	0	0	0	0
2		Cucaracha Alemana	0	0	0	0	0	0	0
3		Cucaracha Americana	0	0	0	0	0	0	0
4		Grillo	0	0	0	0	0	0	0
5		Hormigas	0	0	0	0	0	0	0
6		Pescadito de Plata	0	0	0	0	0	0	0
7		Plagas de productos almacenados	0	0	0	0	0	0	0
8		Reptiles	0	0	0	0	0	0	0
9		Aves	0	0	0	0	0	0	0
10		Mosquitos	0	0	0	0	0	0	0
11		Otras plagas incidentales	1	0	0	1	0	0	0
12	Exterior	Arañas	0	0	0	0	0	0	0
13		Cucarachas	0	0	0	0	0	0	0
14		Escorpiones	0	0	0	0	0	0	0
15		Grillo	0	0	0	0	0	0	0
16		Hormigas	0	0	0	0	0	0	0
17		Reptiles	0	0	0	0	0	0	0
18		Moluscos	0	0	0	0	0	0	0
19		Abejas	0	0	0	0	0	0	0
20		Aves	0	0	0	0	0	0	0
21		Mosquitos	0	0	0	0	0	0	0
22		Otras plagas incidentales	0	1	2	0	1	1	1

Riesgo Bajo

La plaga encontrada se encuentra lejos de productos, materiales, o superficies con baja probabilidad de contaminación. Pudiendo ser esto productos de naturaleza alimenticia, química o farmacéutica, principalmente.

Riesgo Alto

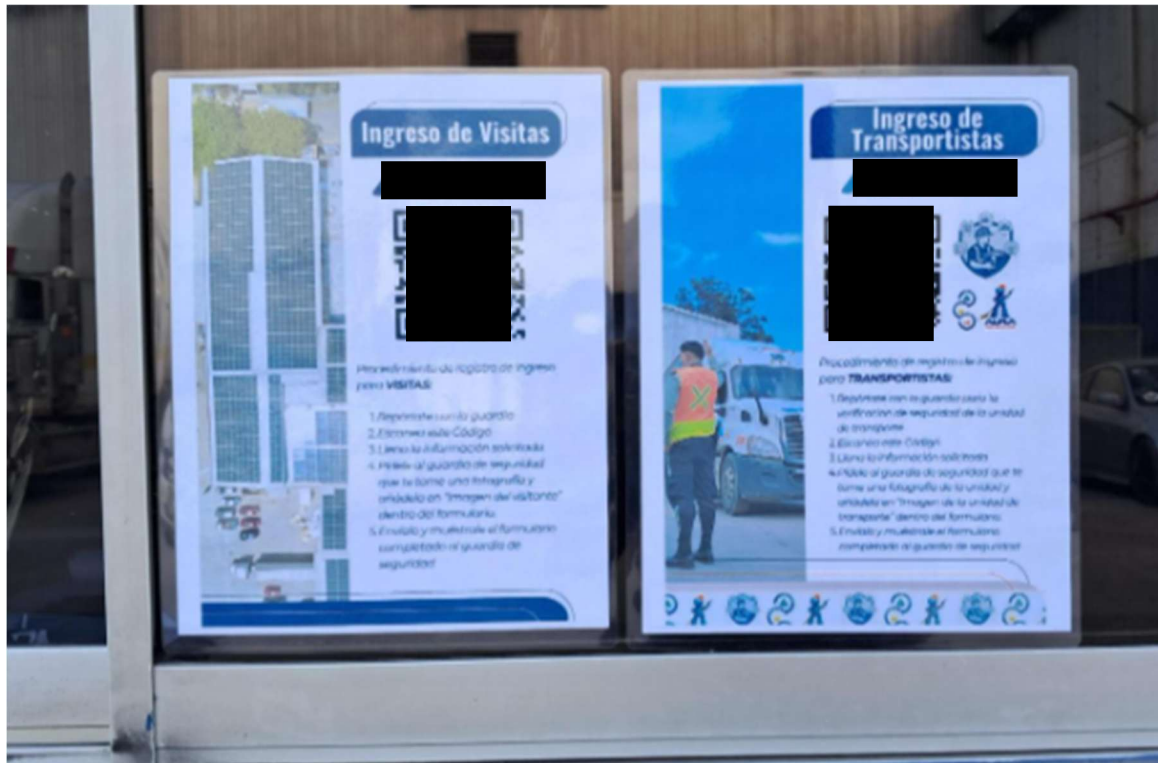
La plaga encontrada se encuentra en una zona que requiere una pronta intervención para no representar un riesgo principalmente de inocuidad. Esto puede ser cerca de productos, materiales, superficies de naturaleza: alimenticia, química o farmacéutica.

Trampas de Luz

SATURACIÓN: A=Alta , M=Media , B=Baja , SA=Sin Actividad , SD=Sin Datos
 TIPO DE INSECTO: EXT=Exterior , INT=Interior , NCT=Nocturno , OTR=Otro

	Código de Dispositivo	Saturación		Estado
1	L0001	EXT	B	Normal
		INT	B	
		NCT	M	
		OTR	SA	
2	L0002	EXT	M	Normal
		INT	B	
		NCT	M	
		OTR	SA	
3	L0003	EXT	B	Normal
		INT	B	
		NCT	B	
		OTR	SA	
4	L0004	EXT	SA	Normal
		INT	B	
		NCT	B	
		OTR	B	
5	L0005	EXT	SA	Normal
		INT	B	
		NCT	B	
		OTR	B	
6	L0006	EXT	B	Normal
		INT	SA	
		NCT	B	
		OTR	B	
7	L0007	EXT	B	Normal
		INT	B	
		NCT	B	
		OTR	SA	
8	L0008	EXT	B	Normal
		INT	B	
		NCT	M	
		OTR	B	

Apéndice E. QR Pruebas piloto Ingreso de Ingreso de Visitas y Transportistas



Apéndice E. Registro de QR de Validación de Ingreso de Residuos Peligrosos



Apéndice F. Compilación de data en Formulación QR

Check List Ingreso de Transporte (Respuestas)									
Forma_Respuestas									
1	Marca temporal	Nombre de Conductor	Identidad	Empresa de transporte	Protocolos de Ingreso	Comunicación y Cultura Organizacional 0 Pts	Lineamientos de seguridad		
					No puedo ingresar la unidad de transporte a l	Cuñas de seguridad, Son obligatorias en mu	Los exámenes no cuentan con ninguna de l		
							Imagen de la unidad de transporte v		
329	29/3/2026 16:42:45	Edgar Felipe Contreras Amay	0501197300114	TRANSPORTES TOM	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1Zv
330	30/3/2026 10:46:33	Nixon Solano	0107199101685	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1m
331	31/3/2026 10:14:52	Kervin Ivey Vargas Morales	181467040101	TRANSPORTES TOM	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1g
332	1/4/2026 7:20:50	Nixon Solano	0107199101685	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1bu
333	1/4/2026 17:42:40	Edgar Felipe Contreras Amay	0501197300114	TRANSPORTES TOM	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1yc
334	2/4/2026 7:33:20	Malvin Tabares	0501197403754	TRANSPORTES TOM	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1Ck
335	2/4/2026 10:24:31	Edgar Felipe Contreras Amay	0501197300114	TRANSPORTES TOM	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1R8
336	3/4/2026 6:19:42	Jimmy Maldonado	1804197401924	TRANSPORTES TOM	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1o
337	3/4/2026 10:37:33	Ramiro Paredes	1607197200174	TRANSPORTES TOM	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1D
338	4/4/2026 9:29:11	José Luis Lobo López	01051962001379	TRANSPORTES TOM	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1u
339	4/4/2026 16:08:32	Walter Caspio	0801198108379	TRANSPORTES TOM	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1n
340	5/4/2026 7:26:05	Carlos Galeano	1501196801237	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1Cf
341	6/4/2026 7:05:18	Jackeline Centeno	0512198300336	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1d
342	6/4/2026 17:36:22	José Ortiz	0501198103442	TRANSPORTES TOM	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1s
343	7/4/2026 9:04:00	Jackeline Centeno	0512198300336	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1j
344	7/4/2026 18:35:28	Walter Imanol Salgado Med	0826200020362	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1u
345	8/4/2026 8:14:00	Jackeline Centeno	0512198300336	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1S
346	8/4/2026 10:50:03	Walter Imanol Salgado Med	0826200020362	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1N
347	9/4/2026 6:51:23	Felipe Anthony Alvir Villanuz	0801198313970	TRANSPORTES TOM	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1C
348	9/4/2026 7:37:27	Nixon Solano	0107199101685	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1B
349	9/4/2026 7:57:30	Jackeline Centeno	0512198300336	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1R
350	9/4/2026 8:52:31	Jorge Ricardo Roque Aguila	0801198214935	TRANSPORTES TOM	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1B
351	10/4/2026 8:08:54	Jackeline Centeno	0512198300336	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1R
352	10/4/2026 10:03:19	Ramiro Paredes	1607197200174	TRANSPORTES TOM	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1Z
353	10/4/2026 13:00:40	Santiago Serrano	1210407981001p	TRANSPORTES TOM	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1P
354	10/4/2026 17:46:58	José Dimas Velásquez	1807197800399	TRANSPORTES TOM	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1S
355	10/4/2026 18:38:00	RAFAEL ANTONIO ZAMORA	1700380922215	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1V
356	11/4/2026 6:32:44	Jackeline Centeno	0512198300336	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1Y
357	11/4/2026 9:18:55	Jimmy Maldonado	1804197401924	TRANSPORTES TOM	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1L
358	11/4/2026 12:47:25	Jesús Amaya	0801199312536	TRANSPORTES TOM	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1d
359	11/4/2026 6:51:01	Francis arjugo	0801197202171	TRANSPORTES TOM	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1S
360	12/4/2026 6:36:41	Julio Fuentes	0501198210139	VASTAGOS	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1Y
361	12/4/2026 9:29:28	Ricardo Meras	0814198300289	TRANSPORTES TOM	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1s
362	12/4/2026 10:03:16	José Luis Lobo López	01051962001379	TRANSPORTES TOM	Si, estoy consciente de este lineamiento	Si, soy consciente del programa y me comprometo	Si, debo colocar las cuñas de seguridad	Llantas en buenas condiciones	https://drive.google.com/open?id=1V

Referencias

- Guzmán, A. (2022). *Desafíos de la normativa ISO en la era de la inmediatez*. Editorial Gestión Global.
- Morales, F. (2020). *Eficiencia administrativa en sistemas de gestión*. *Revista de Administración y Operaciones*, 15(2), 205-218.
- Torres, L. (2023). *La integridad del dato en la auditoría moderna*. Ediciones Técnicas Profesionales.
- Vidal, R., & Herrera, M. (2021). *Sistemas de gestión: De la burocracia a la estrategia digital*. *Journal of Industrial Quality*, 28(3), 150-165.
- García, J. M., & Pérez, L. (2022). *Transformación digital en sistemas de gestión: Eficiencia y control operativo*. Ediciones Industriales.
- López-Sánchez, R. (2023). *La era de la analítica predictiva en la seguridad industrial*. *Revista de Gestión de Riesgos*, 15(2), 34-50. <https://doi.org/10.1016/j.rgr.2023.01.005>
- Ramírez, F., Torres, M., & Vargas, K. (2021). *Trazabilidad y cumplimiento normativo en plataformas EHS*. Editorial Universitaria.
- Martínez, R. A., & Solano, J. C. (2023). *Sistemas de gestión 4.0: La digitalización de la seguridad industrial*. Editorial Tecnológica.
- Pérez-Castillo, G. (2024). *Impacto de las TIC en la prevención de riesgos laborales*. *Revista Internacional de Gestión de Calidad y Seguridad*, 12(1), 102-120. <https://doi.org/10.5567/rigcs.2024.01.10>
- Sánchez, M., Villalobos, K., & Duarte, L. (2022). *Transformación digital y sostenibilidad: Integrando procesos EHS en la nube*. Instituto de Innovación Industrial.

- American Society for Quality. (2020). *Quality 4.0: The Future of Quality*. ASQ Press.
- Organización Internacional de Normalización. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos* (Norma ISO No. 9001:2015). <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>
- Organización Internacional de Normalización. (2018). *Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo — Requisitos con orientación para su uso* (Norma ISO No. 45001:2018). <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:45001:ed-1:v1:es>
- Organización Internacional de Normalización. (2015). *Sistemas de gestión ambiental — Requisitos con orientación para su uso* (Norma ISO No. 14001:2015). <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:es>
- Ishikawa, K. (1985). *What is Total Quality Control? The Japanese Way*. Prentice-Hall. (Obra clásica de base).
- Juran, J. M., & De Feo, J. A. (2010). *Juran's Quality Handbook: The Complete Guide to Performance Excellence*. McGraw-Hill Education.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2014). *How Smart, Connected Products Are Transforming Competition*. Harvard Business Review.
- Senge, P. M. (2006). *The Fifth Discipline: The Art & Practice of The Learning Organization*. Doubleday.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Free Press.

- Heinrich, H. W. (1959). *Industrial Accident Prevention: A Scientific Approach* (4th ed.). McGraw-Hill. (Obra original de 1931).
- García, M., & Valdés, R. (2022). *Gestión de la Calidad 4.0: Retos de la industria moderna*. Editorial Académica.
- Martínez, J. (2023). *Sistemas Integrados: Una visión desde la tecnología*. Alfaomega.
- Rodríguez, L. (2020). *Impacto de las herramientas digitales en la norma ISO 45001*. *Journal of Safety Research*, 5(1), 15-28.
- Colli, M., Berger, U., & Corti, D. (2020). *The digitalization of integrated management systems for operational efficiency*. *International Journal of Production Research*, 58(15), 4567-4582.
- Feroz, A. K., Zo, H., & Chiravuri, A. (2021). *Digital transformation and environmental sustainability: A review and research agenda*. *Sustainability*, 13(3), 1530.
- Gianni, M., & Gotzamani, K. (2024). *The internalization of integrated management systems as a key for sustainable companies*. *Journal of Cleaner Production*, 430, 139700.
- Bendavid, Y., Sun, S., & Lefebvre, É. (2020). *RFID and QR-code-based inventory management systems: A study of operational efficiency*. Springer Nature.
- Huidobro, J. M. (2009). Código qr. *Revista Bit del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT)*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2865966>
- Atehortua Federico, Bustamante Ramón, (2008). *Sistema de Gestión Integral. Una sola gestión, un solo equipo*. Editorial Universidad de Antioquia
- Vizcaíno, P. Cedeño, R. (2023). *Metodología de la investigación científica: Guia Practica*. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria

Mankins, J. C. (1995). *Technology Readiness Level: A White Paper*. Advanced Concepts Office, Office of Space Access and Technology, NASA. researchgate.net

Joyanes, L. (2020). *Fundamentos de programación: Algoritmos, estructuras de datos y objetos* (5.^a ed.). McGraw-Hill Education.

Manene, L. M. (2011). *Los diagramas de flujo: su definición, objetivo, ventajas, elaboración, fases, reglas y ejemplos de aplicaciones*. Recopilado el, 22, 09-18.

Chanchí, G. E. Campo, W. Y. & Pérez-Medina, J. L. (2021). *Definición de criterios de accesibilidad mínima para la construcción de aplicaciones web*. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação, (E41), 424-436.