

## **RESUMEN**

El objetivo de este trabajo es diseñar un sistema de control del consumo de papel de seguridad usado en el proceso de elaboración de documentos de seguridad en la empresa en estudio para mitigar pérdidas internas que podrían potencialmente convertirse en fraudes, mediante el uso de herramientas de trazabilidad. Para lograr este objetivo se realizará un diagnóstico de las variables del proceso físico de producción de documentos de seguridad y los posibles riesgos asociados a la pérdida de material por falencias en su método de trazabilidad, analizar las restricciones existentes y entregar un sistema de control de papel de seguridad para su futura implementación en la industria donde se realiza el estudio.

## **ABSTRACT**

The objective of this paper is designing a security paper consumption control system used at process of manufacturing security documents in the company under study to mitigate internal losses that could potentially become frauds, through the use of traceability tools. In order to achieve the main objective, a diagnosis will be made of the variables at the production process of the security documents and the possible risks associated with the loss of material due to flaws in its traceability method, analyze the existing restrictions and deliver a security paper control system for future implementation in the industry under study.

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DEL CONSUMO DE PAPEL MARCA DE  
AGUA EN LA INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS DE  
SEGURIDAD**



**ESTUDIANTES: Yulieth Martínez Gabela; Alexander Sánchez Perdomo**

**DIRECTOR: PhD. Francisco Muñoz Prado**

**Proyecto de grado para optar al título de Magister en Ingeniería con énfasis en  
Industrial**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
SANTIAGO DE CALI**

## Contenido

1	INTRODUCCIÓN.....	8
2	TITULO DEL TRABAJO DE GRADO.....	9
3	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	9
3.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: .....	9
3.2	PASOS PARA APLICAR LA METODOLOGIA.....	10
3.2.1	Establecimiento del contexto .....	10
3.2.2	Identificación de riesgos en procesos .....	11
3.2.3	Indicaciones para aplicar la herramienta seleccionada.....	12
3.2.4	Tipificación de los riesgos .....	12
3.2.5	Documentación de los riesgos encontrados.....	13
3.2.6	Identificación de efectos y consecuencias:.....	13
3.2.7	Evaluación de riesgos .....	13
3.2.8	Tratamiento de riesgos .....	15
3.2.9	Validación de los controles.....	16
3.3	ALCANCES DEL TRABAJO DE GRADO:.....	18
4	OBJETIVOS DEL PROYECTO:.....	19
4.1	OBJETIVO GENERAL: .....	19
4.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS:.....	19
4.3	RESULTADOS ESPERADOS: .....	19
5	JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO:.....	20
6	ESTADO DEL ARTE.....	20
6.1	TRAZABILIDAD.....	20
6.2	PROCESOS DE TRAZABILIDAD: .....	21
6.3	TECNOLOGIAS DE TRAZABILIDAD .....	22
7	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN:.....	27
7.1	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE ADQUISICIÓN DEL PAPEL DE SEGURIDAD. ....	27
7.1.1	Entendimiento adquisición de papel.....	27
7.1.2	Proceso actual de recepción del papel de seguridad en almacén de materias primas e ingreso al sistema. ....	38
7.2	ANÁLISIS DEL PROCESAMIENTO ACTUAL DEL PAPEL DE SEGURIDAD EN PRODUCCIÓN. ....	41
7.2.1	Proceso de solicitud del papel desde producción y registro de la entrega. ....	41

7.2.2	Registro del papel de seguridad para su consumo en producción.....	43
7.3	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA EMPRESA.....	45
7.3.1	Dependencia de registros manuales .....	45
7.3.2	Trazabilidad limitada y falta de visibilidad en tiempo real .....	45
7.3.3	Ineficiencia en la gestión del inventario .....	45
7.3.4	Riesgos de seguridad .....	45
8	PROPUESTA DE CONTROL DEL PAPEL .....	46
8.1	PLANTEAMIENTO PROCESO PRODUCTIVO .....	46
8.2	PROPUESTA MODELO ENTIDAD RELACIÓN .....	48
8.2.1	Identificar las entidades .....	48
8.2.2	Definir los atributos de cada entidad .....	49
8.2.3	Identificar las relaciones .....	50
8.2.4	Dibujar el diagrama: .....	51
8.2.5	Refinar el diagrama .....	52
8.2.6	Documentar el diagrama: .....	53
8.2.7	Descripción del proceso a implementar .....	53
8.2.8	Propuesta del bosquejo de la solución (mockup).....	57
8.2.9	Validar el diagrama:.....	66
8.2.10	Resultados esperados:.....	67
9	CONCLUSIONES:.....	69
10	RECOMENDACIONES: .....	69
11	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....	70

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. metodología para la gestión de riesgos. ....	10
Figura 2. Frecuencia y severidad de riesgos. ....	15
Figura 3. Identificación de riesgos asociados al papel de seguridad.....	17
Figura 4. Trazabilidad a través de la cadena de abastecimiento, (Schuitemaker & Xu, 2020). ....	21
Figura 5. Matriz de clasificación de motivos de diferentes industrias para implementar sistemas de trazabilidad. (Gartner et al., 2021).....	21
Figura 6. Tecnologías implementadas para hacer trazabilidad de producto de manera unitaria o por baches de producción. (Riexinger et al., 2020).....	23
Figura 7. Nivel de precisión del proceso de trazabilidad de acuerdo con la etapa del ciclo de vida del producto que se quiera obtener los datos de interés. (Schuitemaker & Xu, 2020).....	24
Figura 8. Ejemplos de códigos de barras y sus características. (Sonn & Manning, 2019)	25
Figura 9. Diferentes inductores usados para implementar un sistema de trazabilidad en la industria de manufactura. (Regatteri et al., 2007) .....	26
Figura 10. Diagrama ilustrativo de la relación entre diferentes entidades en un ambiente de manufactura para implementar un sistema de trazabilidad. (Schuitemaker & Xu, 2020) .....	26
Figura 11. Diagrama de flujo del proceso actual del proceso de adquisición del papel. ....	29
Figura 12. cantidad de kg comprados de papel de seguridad acumulados por semestre. ....	36
Figura 13. Consumo en kg de papel de seguridad acumulados por semestre. ....	37
Figura 14. proceso de recepción e ingreso al sistema del papel de seguridad en almacén de materias primas.....	38
Figura 15. Herramientas de comunicación del almacén de materias primas y validación de sellos de seguridad del contenedor.....	39
Figura 16. Validación y registro de controles de seguridad de la carga antes de abrir el contenedor.....	39
Figura 17. Tabla de registro del número de identificación del rollo con el peso teórico reportado por el proveedor y el peso reportado por la báscula del almacén de materias primas.....	40
Figura 18. Tabla para el segundo registro del número de identificación del rollo con el peso teórico reportado por el proveedor y el peso reportado por la báscula del almacén de materias primas. ....	40
Figura 19. Rotulo único de cada rollo de papel de seguridad.....	41
Figura 20. Proceso de solicitud del papel desde producción y registro de la entrega. ....	42
Figura 21. Formato de registro del papel de seguridad entregado por el almacén y el recibido por parte de producción. ....	42
Figura 22. Área de custodia del papel de seguridad de la planta de producción. ....	42
Figura 23. Variables definidas en la orden de producción.....	43
Figura 24: Causas del desperdicio definidas. ....	44
Figura 25: Tabla de indicadores del proceso calculados en el Excel de la maquina .....	44
Figura 26: Formato de requerimientos.....	47
Figura 27. Modelo entidad relación. ....	51
Figura 28. Modelo relacional. ....	52

Figura 29. Diagrama de flujo del proceso propuesto.....	53
Figura 30. Pantalla ingreso al sistema.....	57
Figura 31. Pantalla para ingresar los rollos al sistema.....	58
Figura 32. Códigos de barras para imprimir y pegar en los rollos físicos. ....	58
Figura 33. Consulta rollos .....	59
Figura 34. Pantalla entrega de rollos desde almacén de materias primas a producción ...	60
Figura 35. Pantalla de ingreso de clave del contralor de seguridad. ....	60
Figura 36. Pantalla de devolución de papel desde producción hasta almacén de materias primas.....	61
Figura 37. Pantalla para consultar ubicación del rollo.....	62
Figura 38. Pantalla para consultar el registro de entrega de los rollos seleccionados. ....	63
Figura 39. Pantalla de consulta del ID rollo. ....	64
Figura 40. Pantalla para consultar la información de los rollos recibidos por el proveedor. .....	64
Figura 41. Pantalla para administrar usuarios. ....	65
Figura 42. Pantalla administración de artículos.....	65
Figura 43. Pantalla para imprimir ID de rollo. ....	66
Figura 44. Funcionamiento sistema .....	67
Figura 45. Sistema implementado.....	68

# 1 INTRODUCCIÓN

Para competir en mercados diversos, las grandes fábricas manufactureras se enfrentan con complejidades del producto cada vez mayores, tasas aceleradas de introducción de productos y presiones implacables para reducir el costo, aumentar la calidad y cumplir la normativa del mercado donde la falsificación de documentos de seguridad representa una grave amenaza para los usuarios, productores y entidades gubernamentales ya que puede tener consecuencias negativas para la economía, la salud, la justicia y la seguridad nacional dependiendo del tipo de documento. Por esta razón, la trazabilidad se ha convertido en un tema crítico para las organizaciones y los gobiernos de todo el mundo, ya que permite garantizar la autenticidad y la integridad de los documentos de seguridad, lo que es esencial para prevenir la falsificación y proteger los derechos y bienestar de los usuarios. Ante los nuevos desarrollos, la trazabilidad ahora se extiende más allá de la identificación del producto y la recopilación de macrodatos (por ejemplo, ubicación, identificador de lote, etc.), ahora incorpora todos los diferentes tipos de objetos relevantes para la trazabilidad, como información de productos, procesos, recursos y pedidos, así como sus relaciones y dependencias (Kuhn et al., 2022).

Los fabricantes de documentos de seguridad están constantemente innovando y mejorando sus productos para hacerlos más difíciles de falsificar. Sin embargo, los delincuentes también están mejorando sus habilidades y técnicas de falsificación, lo que significa que los fabricantes de documentos de seguridad deben estar siempre en alerta y actualizando constantemente sus medidas de seguridad. Adicionalmente, varios estudios encontraron que la aparición de la falsificación aumenta los precios de mercado de los productos originales, impulsados por un aumento en los costos y una reducción de las ventas de productos originales en respuesta a las ventas falsificadas (Buttice et al., 2020).

La elaboración de documentos de seguridad, como cheques y otros documentos financieros, es un proceso de alta seguridad que requiere de un cuidadoso manejo de materias primas y procesos de producción rigurosos para garantizar la seguridad y la autenticidad de los documentos. En particular, el papel de seguridad utilizado es la principal materia prima crítica que debe ser cuidadosamente controlada y administrada para evitar pérdidas internas que puedan convertirse en fraudes y resultar en grandes pérdidas económicas para la empresa. La falsificación de cheques es un problema serio que puede tener un gran impacto económico para los fabricantes de documentos de seguridad. Si un cheque falso es cobrado debido a una falla en el proceso de producción, el fabricante puede enfrentar multas y sanciones financieras por parte de los bancos o instituciones financieras involucradas en la transacción. Estas multas pueden ser tan significativas que podrían incluso poner en riesgo la continuidad de la compañía. Además, se puede perder la confianza de sus clientes y enfrentar una disminución en la demanda de sus productos.

En algunos casos, la empresa también puede enfrentar una demanda legal por parte del cliente afectado por el cheque falso, lo que puede resultar en costosos litigios y una mayor pérdida de reputación. Por lo tanto, es crucial implementar medidas de seguridad efectivas y sistemas de control rigurosos en todas las etapas de la producción para evitar la falsificación de cheques y otras formas de fraude.

## **2 TITULO DEL TRABAJO DE GRADO**

Diseño de un sistema de control del consumo de papel marca de agua en la industria de elaboración de documentos de seguridad.

## **3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

Actualmente las empresas dedicadas a la producción de documentos de seguridad o productos que protegen marcas contra el fraude, suplantación de identidad y adulteración de documentos con fines ilícitos, se han especializado en desarrollar tecnologías que combinan seguridades físicas y lógicas con diferentes niveles de seguridad, según sea el sector para el cual se está fabricando el producto. Por ejemplo, para el sector de alimentos, financiero, identificación, bebidas alcohólicas, productos de lujo, etc., no aplica los mismos niveles de seguridad, por lo tanto, el desarrollo de seguridades físicas y lógicas puede variar.

Las seguridades físicas se concentran en el desarrollo de tintas, papeles, cubiertas las cuales son materiales especializados de altos costos, con características físico químicas exclusivas, las cuales son fabricadas por pocas empresas y de difícil acceso. Eso quiere decir, que solo las empresas autorizadas y reguladas por entes gubernamentales pueden comprar estos materiales.

Tras la tecnificación y modernización de los procesos que antes se desarrollaban manualmente, se imponen en las compañías nuevos retos para controlar, seguir y medir aquellas actividades que lograron mejorarse y agilizarse con el uso de herramientas tecnológicas. Estos cambios vertiginosos ayudan a la organización a ser ágil, flexible e innovadora, pero también traen riesgos y oportunidades implícitas.

El riesgo se define como “la incertidumbre que surge durante la consecución de un objetivo. Se trata en esencia de eventos adversos que impiden el normal desarrollo de las actividades de una empresa y que, en general, tienen repercusiones económicas para sus responsables”. Los riesgos siempre están asociados a la actividad de la empresa, no pueden solucionarse inmediatamente, tienen un impacto significativo y pueden obstaculizar la ejecución de los procesos.

Como la Gestión de Riesgos es una actividad estratégica para la organización, la empresa en estudio ha adoptado como parte primordial de la operación; esta definición se puede encontrar dentro de su Política de Riesgos, en la cual se define el compromiso de la organización esta gestión.

El proceso de toma de decisiones en todos sus niveles y áreas, buscando la generación de valor, preservación de los recursos, generación de ventajas competitivas, mejora continua y sostenibilidad, hace que la Gestión de Riesgos se convierta en una cultura organizacional que está orientada al cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización, mediante el uso de metodologías que apoyen el proceso de identificación, evaluación, tratamiento y monitoreo de los riesgos que impactan a la compañía.

Debido a lo anterior la empresa en estudio ha implementado una metodología para la Gestión de Riesgos, con el objetivo de adquirir una visión sistemática del contexto interno y externo al que se expone y tomar medidas proactivas que le permitan tratar los riesgos y

aprovechar aquellas oportunidades que contribuyan con la sostenibilidad y crecimiento de la organización.

La empresa en estudio ha desarrollado una metodología para la Gestión de Riesgos. Este modelo fue construido con base en el estándar ISO 31000 y comprende las siguientes etapas descritas en la figura 1.

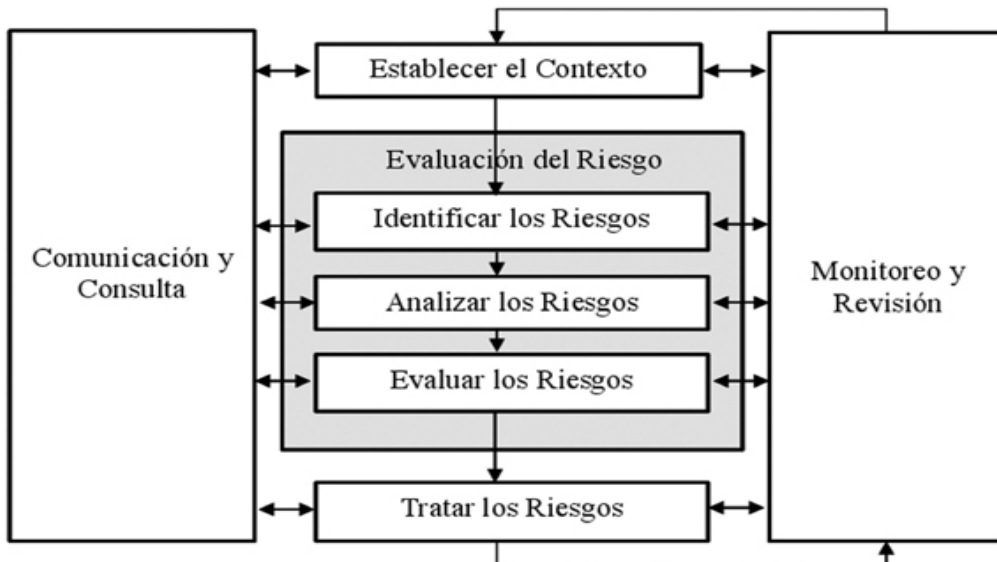


Figura 1. metodología para la gestión de riesgos.

## 3.2 PASOS PARA APLICAR LA METODOLOGIA

### 3.2.1 Establecimiento del contexto

Durante esta etapa deben definirse los parámetros requeridos para la gestión del riesgo. Para esto se debe establecer el alcance del proceso y sus criterios, se deben tener en cuenta las entradas y salidas como un todo, los antecedentes a analizar (perdidas de calidad, incidentes de seguridad física, de información, de salud y seguridad en el trabajo, controles internos, quejas de clientes, control del presupuesto, retrabajos y extra-tiempos, entre otros) y el contexto interno y externo, que se consideran durante la gestión del riesgo.

Establecer el contexto externo del proceso implica conocer el entorno en el que opera la organización y las condiciones bajo las que se ejecuta dicho proceso, incluyendo los siguientes factores:

- Entorno cultural, político, legal, reglamentario, financiero, económico y competitivo, a nivel internacional, nacional, regional o local.
- Tendencias y motivadores claves, que tienen impacto en los objetivos de la organización o del proceso.
- Percepciones y valores de las partes externas e internas involucradas o interesadas en el proceso.

Establecer el contexto interno implica comprender las capacidades de la organización, hablando específicamente de recursos y conocimiento, los flujos de información y los

procesos de toma de decisiones. También es necesario identificar las partes internas que están involucradas, los objetivos y las estrategias definidas para alcanzarlos, percepciones, valores, cultura, políticas, procesos, normas y modelos de referencia adoptados para la organización y su estructura.

Para esta actividad es útil consultar los documentos y la caracterización de cada Proceso crítico o Área y proceso de la organización, disponibles en el Sistema de Gestión Documental.

Todo lo anterior se realiza anualmente durante el marco del ejercicio de Direccionamiento Estratégico.

Durante la contextualización se busca:

- Identificar el objetivo del proceso y su alineación con los objetivos estratégicos.
- Identificar entradas y salidas del proceso.
- Identificar actores que intervienen en el proceso.
- Identificar actividades y puntos claves del proceso.
- Identificar las debilidades, las oportunidades, fortalezas y amenazas a las que se expone la Unidad Estratégica o Áreas transversal desde su marco de acción.

### 3.2.2 Identificación de riesgos en procesos

Ver anexo “Identificación y tratamiento de Riesgos”.

La identificación de riesgos consiste en establecer los eventos internos y externos, potenciales y reales que, en caso de ocurrir, afectarían la consecución del logro de los objetivos del proceso. Al utilizar como insumo la información obtenida en la etapa de contextualización se busca responder a la pregunta ¿Qué impediría el cumplimiento del objetivo?

La identificación se realiza mínimamente una vez al año o cada vez que se realicen cambios en el proceso, con la finalidad de reconocer y registrar los riesgos que pueden impedir el cumplimiento de los objetivos de la organización.

La empresa en estudio cuenta con dos herramientas disponibles para hacer la identificación de riesgos, estas se seleccionan de acuerdo con los siguientes criterios:

DOFA	AMEF
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando el proceso cuenta con caracterización.</li> <li>• Cuando el proceso cuenta con diagramas de flujos muy estándares.</li> <li>• Cuando el proceso no es considerado clave para la compañía, por su resultado o impacto.</li> <li>• Cuando el proceso no es muy complejo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando el proceso no está documentado.</li> <li>• Cuando el proceso es muy complejo y clave para la organización.</li> <li>• Cuando se trata de un producto, proceso o servicio nuevo, o que debe ser mejorado o rediseñado.</li> </ul>

### 3.2.3 Indicaciones para aplicar la herramienta seleccionada.

DOFA	AMEF
<p>Se recomienda que exista un moderador encargado de definir el tiempo dedicado a la sesión, evitar que pocas personas impongan su punto de vista, o que la discusión se desvíe del tema y tratar de llegar a una conclusión que resulte coherente para todos.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reunir el grupo de personas (idealmente, de distintos departamentos y niveles), que tengan relación con el proceso a revisar y puedan llevar información de las pérdidas del proceso y retroalimentación de clientes y proveedores, como insumo para el ejercicio.</li> <li>2. Realizar un listado de preocupaciones derivadas del proceso.</li> <li>3. Cada participante apunta sus ideas en tarjetas (una idea por tarjeta).</li> <li>4. Al final del tiempo acordado, cada participante presenta sus ideas.</li> <li>5. Se discute entre todos y se concluye.</li> </ol>	<p>Se recomienda que, al realizar el levantamiento del proceso, se involucren las personas implicadas en toda la cadena, para garantizar que se considere el total de las actividades y desde todos los puntos del proceso se puedan levantar los riesgos.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Determinar el producto o proceso a analizar (definir el alcance). Si es posible consolidar información de las pérdidas del proceso y retroalimentación de clientes y proveedores, como insumo para el ejercicio.</li> <li>2. Elaborar el diagrama de producto o proceso a analizar lo más detallado posible.</li> <li>3. Identificar las posibles fallas o riesgos potenciales de cada actividad, bien sea propias de su ejecución, o asociadas a sus entradas o sus salidas.</li> <li>4. Consolidar el resultado de lo identificado en un listado.</li> <li>5. Se discute entre todos y se concluye.</li> </ol>

En el caso de los proyectos, se tiene una metodología específica definida para la gestión de riesgos, entendiendo que una vez los proyectos se materializan dan vida a procesos, y estos deben ser revisados desde la perspectiva de riesgos como se define en este documento.

### 3.2.4 Tipificación de los riesgos

La empresa en estudio ha desarrollado una herramienta denominada “Catalogo de riesgos” que contiene la información del riesgo: nombre, tipología, definición, causas, preguntas guía, etc. Utilizar esta herramienta para determinar partiendo del resultado del punto anterior si su proceso cuenta con alguno de estos riesgos, se deben revisar todos los definidos en el Catálogo, determinando si aplica o no para el proceso evaluado.

Para la identificación de las causas del riesgo, se deben considerar las preguntas guía del riesgo, para responder ¿Por qué se puede materializar el riesgo?, se debe elegir una o más de las causas sugeridas en el Catálogo de Riesgos y si es necesario, usar la Herramienta de Análisis con el fin de complementarlo en caso de que esté contenido en el catálogo de riesgos. Documentar las causas encontradas en el formato “Identificación y tratamientos de riesgos” en la columna causas.

### 3.2.5 Documentación de los riesgos encontrados

Una vez se tengan listados los riesgos, reconocidos y tipificados, se procede con el respectivo análisis en la matriz de riesgos

El análisis de riesgos sirve para comprenderlos, y brinda el insumo necesario para evaluarlos y así definir la estrategia o método más adecuado para su tratamiento.

El análisis del riesgo implica el desarrollo de las siguientes actividades:

### 3.2.6 Identificación de efectos y consecuencias:

Consiste en determinar la naturaleza y tipo de impacto que se podría presentar, asumiendo que se materializa alguna de las situaciones de riesgo. Para esto se utiliza la información definida en el establecimiento del contexto, debido a que es necesario conocer los objetivos y partes interesadas afectadas.

Una vez se determinen las causas del riesgo, se debe responder la pregunta ¿Qué ocurriría si el riesgo llega a materializarse?, para definir las consecuencias positivas o negativas del riesgo. Se deben identificar los factores que inciden en las consecuencias, tomar en consideración los controles existentes, relacionarlas con el objetivo original y considerar las consecuencias inmediatas y futuras, para documentarlas en el formato “Identificación inicial de riesgos” en la columna consecuencias.

### 3.2.7 Evaluación de riesgos

Una vez se han identificado y analizado los riesgos, es necesario determinar su magnitud, es decir, que tan representativos son para la organización, para determinar su prioridad en el tratamiento y facilitar posteriormente el proceso de toma de decisiones.

La evaluación del riesgo es la valoración del nivel de la pérdida que este puede ocasionar y está ligado a tres variables: frecuencia, severidad y detección, esta última aplica solo en caso de utilizar AMEF.

La valoración de los riesgos se realiza mediante una calificación semicuantitativa, que se obtiene al multiplicar el valor asignado a la frecuencia con el valor asignado a la severidad, de acuerdo con las siguientes escalas. Esto permite determinar el mapa de calor de la compañía para enfocar sus esfuerzos.

Frecuencia u ocurrencia: número de veces que se presenta un evento en un periodo de tiempo determinado

Severidad: pérdida o impacto ocasionado por el evento ocurrido.

Detección: probabilidad de que la falla sea identificada antes de que impacte al usuario final (alerta).

Escalas para la evaluación de riesgos:

Frecuencia u ocurrencia

Alto	Se presentan 4 veces o más al año. (DOFA). La falla es inevitable o este proceso o uno similar falla a menudo. (AMEF). Su probabilidad de falla es de >1 en 3, 1 en 60, 1 en 15, 1 en 50. (AMEF).	4 puntos
Medio	Se presenta entre 3 y 2 veces al año. (DOFA). Este proceso o uno similar ha tenido fallas ocasionales. (AMEF). Su probabilidad de falla es de 1 en 150, 1 en 800, 1 en 4.500. (AMEF).	3 puntos
Bajo	Se presenta entre 2 y 0 veces al año. (DOFA). Solo fallas aisladas asociadas con este proceso o con uno casi idéntico. (AMEF). Su probabilidad de falla es de 1 en 30.000, 1 en 150.000. (AMEF).	2 puntos
Muy bajo	Se presenta entre 0 y 2 veces cada 4 años. (DOFA) La falla es improbable, no existen fallas asociadas con este proceso o similar. (AMEF). Su probabilidad de falla es de <1 en 1.500.000. (AMEF).	1 punto

Severidad

Alto	El evento ocasiona pérdidas mayores a 700 SMLMV. (DOFA). Su efecto es peligroso para la organización. Existe una falla repentina. (AMEF).	4 puntos
Medio	El evento ocasiona pérdidas mayores de 150 SMLMV y hasta 700 SMLMV. (DOFA). El cliente se siente inconforme o muy insatisfecho. El desempeño del producto o servicio está muy afectado. (AMEF).	3 puntos
Bajo	El evento ocasiona pérdidas mayores de 30 SMLMV y hasta 150 SMLMV. (DOFA). Cliente algo molesto o insatisfecho. Poco o moderado efecto en el desempeño del producto o servicio. (AMEF)	2 puntos
Muy bajo	El evento ocasiona pérdidas menores o iguales a 30 SMLMV. (DOFA) Sin efecto claro, el Cliente no está molesto y tiene poco efecto en el desempeño del producto o servicio. (AMEF).	1 punto

Detección o probabilidad (solo para AMEF)

Alto	El defecto es una característica funcionalmente obvia. Es muy probable detectar la falla.	4 puntos
Medio	El defecto es una característica fácilmente identificable.	3 puntos
Bajo	No es fácil detectar la falla por medios usuales o pruebas manuales. El defecto es una característica oculta o intermitente.	2 puntos
Muy Bajo	La característica es imperceptible.	1 punto

Después de determinar las escalas de frecuencia y severidad, el riesgo se ubica dentro de la siguiente matriz de riesgos, determinado el mapa de calor.

FRECUENCIA	4 ALTO	4	8	12	16
	3 MEDIO	3	6	9	12
	2 BAJO	2	4	6	8
	1 MUY BAJO	1	2	3	4
		1 MUY BAJO	2 BAJO	3 MEDIO	4 ALTO
		SEVERIDAD			

Figura 2. Frecuencia y severidad de riesgos.

Una vez se determina la frecuencia y severidad del riesgo, se calcula su valoración, multiplicando el valor de la frecuencia con el valor de la severidad, para obtener una calificación final, que estará dentro de las siguientes escalas:

<b>CRÍTICO</b>	Riesgo que tiene una valoración entre 12 y 16
<b>IMPORTANTE</b>	Riesgo que tiene una valoración entre 6 y 9
<b>MODERADO</b>	Riesgo que tiene una valoración entre 3 y 4
<b>BAJO</b>	Riesgo que tiene una valoración menor a 2

**BAJO:** En estos casos se deben mantener las medidas de control existentes y realizar seguimiento para verificar que se mantenga el nivel.

**MODERADO:** Se deben hacer esfuerzos por reducir el riesgo y buscar que no aumente de nivel, en esta etapa no representan un impacto relevante para la compañía.

**IMPORTANTE:** Se debe reducir el nivel del riesgo a través de la definición de planes específicos que le apunten a su control.

**CRÍTICO:** La intervención de estos riesgos y definición de controles es prioritaria, dado que el impacto de su materialización tiene implicaciones muy relevantes para la compañía.

Los criterios de aceptabilidad definidos para el riesgo son los siguientes: los riesgos catalogados como Bajos, se reconocen como aceptables, los denominados como Moderados también son aceptables, pero se puede trabajar para mejorarlos, los relacionados como Importantes pueden ser aceptables con medidas de control específicas definidas, y los indicados como Críticos, no son aceptables para la compañía.

### 3.2.8 Tratamiento de riesgos

En esta fase el gestor del riesgo (propietario) con el apoyo del comité de riesgos, determinan las acciones que emprenderán para tratar los riesgos identificados, analizados y valorados. Entre estas acciones pueden estar:

- Evitar el riesgo decidiendo no iniciar o discontinuar la actividad que causa el mismo.

- Eliminar la fuente de riesgo.
- Implementar controles que permitan modificar la frecuencia o la severidad.
- Trasladar y/o compartir el riesgo (incluyendo transferencia contractual y/o aseguradora).
- Aceptar: éste implica una aceptación formal por parte del comité. Revisar el procedimiento de aceptación de riesgos y el formato de aceptación.

Una vez, se da como aceptado, aprobado y reconocido por su propietario, que será el responsable de la gestión de este y de consignar su avance en la matriz de riesgos del proceso. El seguimiento se realiza mínimamente una vez al año o cada vez que se realicen cambios en el proceso.

Implementar controles que permitan disminuir el impacto del riesgo materializado, a través de la gestión de incidentes.

Las acciones que se emprenderán para tratar los riesgos deberán plasmarse en la matriz de riesgos de cada área o proceso. Al mismo tiempo, la actividad de gestionar los riesgos propios de cada proceso debe hacer parte del plan del área y del plan de trabajo anual de cada uno de los Propietarios de riesgos.

La decisión frente al tratamiento debe involucrar un análisis del costo del tratamiento del riesgo y su impacto sobre la rentabilidad del producto o servicio.

Para el control del riesgo, debe buscarse un equilibrio entre el costo de su tratamiento y el impacto de su materialización, con el fin de tomar la decisión más conveniente para la organización.

### 3.2.9 Validación de los controles

Una vez definidos e implementados los controles, es responsabilidad de cada gestor evaluar la efectividad y eficacia de estos para tratar el riesgo, determinando en qué casos es necesario tomar medidas adicionales para lograr en realidad el propósito de dicho plan. Al mismo tiempo, se deben definir mecanismos de auditoría que aseguren el propósito mencionado, solicitar evidencia a los procesos que permita la validación real de la implementación.

Este seguimiento se debe realizar de forma periódica (mínimamente 1 vez al año), consignando en la matriz de riesgos el resultado de dicha revisión, actualizando los planes y la calificación del riesgo.

Esta actividad se hace para poder garantizar la efectividad de los controles implementados y garantizar igualmente que el sistema sea preventivo y no reactivo.

A continuación, en la figura 3 se muestra la aplicación de la matriz de riesgos de la empresa en estudio con la metodología descrita anteriormente, en donde se evidencia con claridad la necesidad de aplicar controles a la materia prima con la que se fabrican los documentos de seguridad.

Describir el evento de riesgo y porque se puede presentar (causa - raíz)	Cuales son los efectos y consecuencias para el negocio	Frecuencia Inherente	Severidad Inherente	Calificación Inherente	Valoración Inherente
Pérdida de materia prima de seguridad (PMA) durante la operación logística	Hurto - Fraudes	3	2	6	IMPORTANTE
Perdida de materia prima de seguridad (PMA) durante el almacenamiento, proceso productivo o destruccion de material.	Fraude - Multas - perdida de clientes	3	4	12	CRITICO

Definición del riesgo	Describir el evento de riesgo y porque se puede presentar (causa - raíz)	Frecuencia u ocurrencia del riesgo RESIDUAL	Severidad o impacto del riesgo -	Calificación y valoración cuantitativa	Valoración cualitativa del riesgo RESIDUAL
Es el riesgo asociado a pérdidas como consecuencia de la interrupción de las funciones críticas (servicios o procesos) que soportan la operación.	Pérdida de materia prima de seguridad (PMA) durante la operación logística	2	2	4	Moderado
Es el riesgo asociado a actos que buscan defraudar o apropiarse indebidamente de activos de la organización o bien, incumplir normas, leyes o políticas internas, para bien propio o favorecimiento de un tercero.	Perdida de materia prima de seguridad (PMA) durante el almacenamiento, proceso productivo o destruccion de material.	2	4	8	IMPORTANTE

Figura 3. Identificación de riesgos asociados al papel de seguridad.

Basado en la matriz de riesgo anterior para la empresa en estudio, la pérdida de papel de seguridad representa un riesgo importante ya que así está clasificado en su matriz de riesgo, por ello es importante mejorar el proceso de trazabilidad en el uso del papel en el proceso logístico y de manufactura debido a que gran parte del sistema actual está registrado en formatos manuales lo que lo hace engorroso, demorado y no permite medir su nivel de confiabilidad, lo que hace necesario un nuevo diseño del sistema de trazabilidad, con el cual se espera tener un proceso en línea y de fácil administración, garantizando que el riesgo se está controlando de manera automatizada, rápida y precisa. En los últimos años se han presentado varios casos de fraudes realizados usando papel virgen los cuales pudieron causar impactos financieros por más de 4.000 millones de pesos.

Debido al impacto que puede tener un caso de estos, el sector financiero como requisito para ser su proveedor exigen cada vez más el cumplimiento de protocolos en el proceso de manufactura que garanticen que el papel no se vaya a perder y para soportarlo se debe

diseñar un sistema de trazabilidad que lo certifique, el sistema actual es un proceso manual que está sujeto a mejora a través de nuevas herramientas en trazabilidad.

A causa de los casos conocidos de pérdida de papel virgen en la empresa en estudio, queremos eliminar el riesgo de fuga de papel debido a las consecuencias que podrían ocasionar en la empresa en estudio y en los clientes que hoy atendemos por medio del diseño de un sistema de control del consumo de papel de seguridad usado en el proceso de elaboración de documentos de seguridad tales como como cheques, papel notarial, certificados de empadronamiento, salvoconductos, CDT, chequeras, entre otros, mediante el uso de herramientas de trazabilidad

### **3.3 ALCANCES DEL TRABAJO DE GRADO:**

El desarrollo de este trabajo inicia con el planteamiento de un diagnóstico de las variables del proceso físico de producción de documentos de seguridad en la empresa en estudio y los posibles riesgos asociados a la pérdida de material por falencias en su método de trazabilidad, analizar las restricciones existentes y desarrollar un sistema mejorado. El diseño propuesto llegará hasta el planteamiento conceptual del sistema de control sin incluir la implementación real de este sistema.

## **4 OBJETIVOS DEL PROYECTO:**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL:**

Diseñar un sistema de control del consumo de papel de seguridad usado en el proceso de elaboración de documentos de seguridad para mitigar pérdidas internas que podrían potencialmente convertirse en fraudes, mediante el uso de herramientas de trazabilidad.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Caracterizar el proceso de producción actual utilizando diagramas de flujo de materiales e información, identificando en cada etapa del proceso las medidas actuales de control de consumo del papel marca de agua y los potenciales riesgos de fraude.
- Determinar los requerimientos y restricciones de un sistema de control del papel marca de agua mejorado, identificando las necesidades de reportes e información de las áreas interesadas.
- Plantear un sistema de control y trazabilidad basado en tecnologías integradas de captura de datos e información que permita mejorar la exactitud del balance de materiales durante el proceso de producción.

### **4.3 RESULTADOS ESPERADOS:**

Entregar un sistema de control de papel de seguridad para su futura implementación en la industria donde se realiza el estudio.

## **5 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO:**

La industria de elaboración de documentos de seguridad tiene la responsabilidad de garantizar la integridad y autenticidad de los documentos que produce. Cualquier falsificación o manipulación en estos documentos podría tener graves consecuencias para la empresa, incluyendo la pérdida de la confianza y reputación de los clientes, así como posibles sanciones legales y multas.

El impacto de la falsificación de documentos de seguridad en la reputación de la empresa en estudio es incalculable. La pérdida de confianza de los clientes y el daño a la reputación podrían resultar en una disminución en las ventas y en la pérdida de contratos importantes. Asimismo, la falsificación de documentos de seguridad podría dar lugar a sanciones legales y multas que pueden ascender hasta los 6.000 millones de pesos solo en el sector financiero, lo que pondría en riesgo la continuidad de la empresa.

Es por ello que se plantea la necesidad de implementar un sistema de control del consumo de materias primas críticas en la industria de elaboración de documentos de seguridad, iniciando por el papel de seguridad como principal materia prima en documentos físicos. La implementación de este sistema permitirá reducir el riesgo de falsificaciones al garantizar el control en tiempo real de todo el papel que ingresa y sale del proceso de producción

## **6 ESTADO DEL ARTE**

### **6.1 TRAZABILIDAD**

La trazabilidad es un concepto amplio que se refiere a la práctica de identificar un objeto o elemento de trabajo y acceder a una parte o a toda la información sobre él, en cualquier parte de su ciclo de vida. Esto se logra más o menos dando a un objeto una etiqueta o marca identificable de forma única, y registrando datos y movimientos desde se creación hasta su destrucción. Las complicaciones generalmente surgen dependiendo de la naturaleza del producto, lo que comúnmente hace que este concepto simple sea un desafío para implementar (Schuitemaker & Xu, 2020). Además, La trazabilidad es una tecnología habilitadora que facilita una amplia gama de aplicaciones. Por ejemplo, permite retiros más precisos relacionados con la calidad, sirve como plataforma para el control de la cadena de suministro, limita la piratería de productos y mejora la eficiencia de los procesos de clasificación en sistemas de producción (Gartner et al., 2021).

En la literatura, se mencionan comúnmente dos perspectivas: la trazabilidad interna y la trazabilidad externa, como se ilustra en el Figura 4. La trazabilidad interna se refiere al mantenimiento de registros de un producto dentro de un único proceso de producción. La trazabilidad externa (a menudo llamada cadena) se refiere al movimiento de un producto entre múltiples "socios de trazabilidad". Se necesita una combinación de trazabilidad interna y externa para la trazabilidad en toda la cadena de suministro (Buttice et al.,2020).

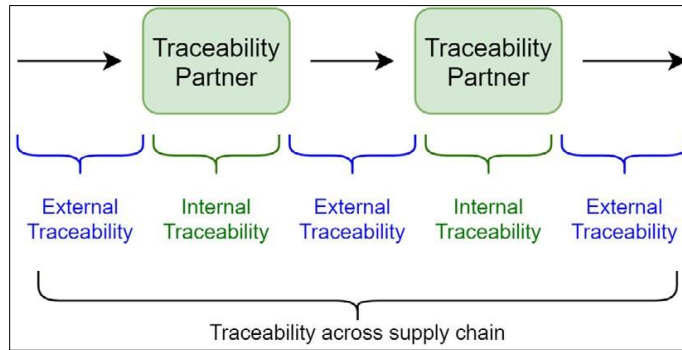


Figura 4. Trazabilidad a través de la cadena de abastecimiento, (Schuitemaker & Xu, 2020).

## 6.2 PROCESOS DE TRAZABILIDAD:

Actualmente la industria 4.0 tiene múltiples aplicaciones las cuales pueden usarse de acuerdo con la necesidad que se encuentre en diferentes industrias y procesos. En este sentido una de las aplicaciones actuales es poder tener información de todo el ciclo de vida de un producto, en donde por medio de un proceso digital se puede grabar información que puede ser útil para el control de calidad, localización, inventarios y autenticidad de producto (Schuitemaker & Xu, 2020), los sistemas de trazabilidad son muy comunes en la industria de alimentos, sin embargo, este proceso hoy va más allá de esta industria y ahora se usa en diferentes industrias tales como la farmacéutica, autopartes, productos de lujo, cosechas orgánicas, producción de baterías entre otras.

Cada industria tiene una motivación diferente para implementar un sistema de trazabilidad y esto se resume en el Figura 5 de acuerdo con lo revisado por (Gartner et al., 2021)

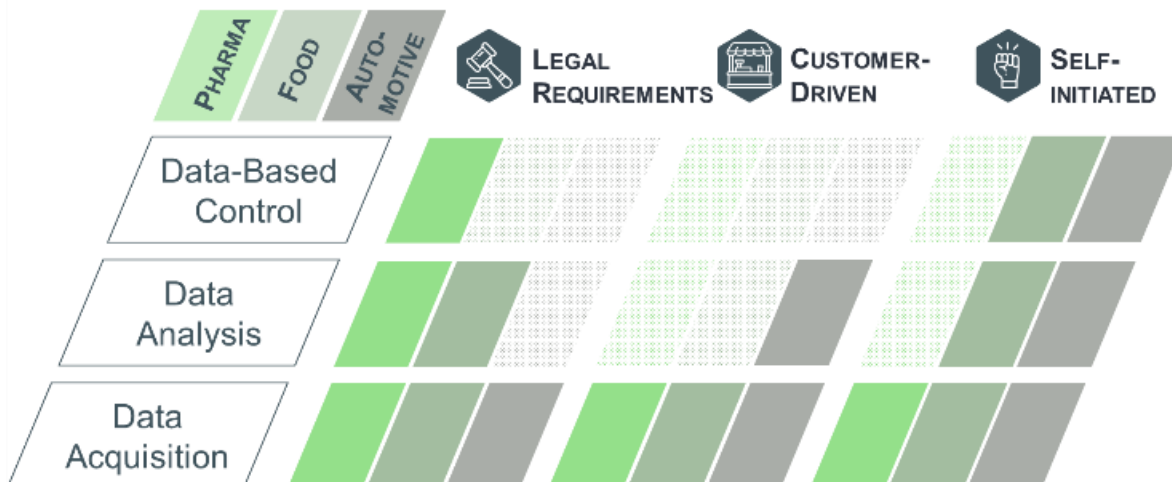


Figura 5. Matriz de clasificación de motivos de diferentes industrias para implementar sistemas de trazabilidad. (Gartner et al., 2021).

Basado en el Figura 5 es común que se implemente este sistema para adquirir datos, ya sea por un requerimiento legal, por un impulso del cliente o por iniciativa propia de la empresa.

A continuación, se describe algunas de las necesidades que impulsan a implementar un sistema de trazabilidad (Cobb, A., 2016).

- Determinar en qué estado de producción se encuentra un producto terminado o materia prima.
- Predecir o diagnosticar problemas de calidad.
- Información de inventarios.
- Proporcionar información al cliente.
- Mejorar eficiencia en los procesos de manufactura.
- En caso de recalls tener información clara.
- Mejorar la reputación de la marca.
- Información del proceso de distribución del producto.
- Información de la cadena de custodia.
- Información de la autenticidad del producto.

### **6.3 TECNOLOGIAS DE TRAZABILIDAD**

Independiente de la necesidad o aplicación para los sistemas de trazabilidad, se tienen diferentes tecnologías usadas actualmente, sin embargo antes de profundizar en estas es importante resaltar que los métodos de identificación pueden estar grabados directamente sobre la superficie de la pieza por medio de impresión litográfica, inkjet o laser o puede estar de manera indirecta por medio de una etiqueta, usar una u otra dependerá del tipo de producto, si se hace pieza a pieza, tamaño de la pieza, si es lote, etc.

Las tecnologías usadas más ampliamente para hacer trazabilidad se describen a continuación en Figura 6.

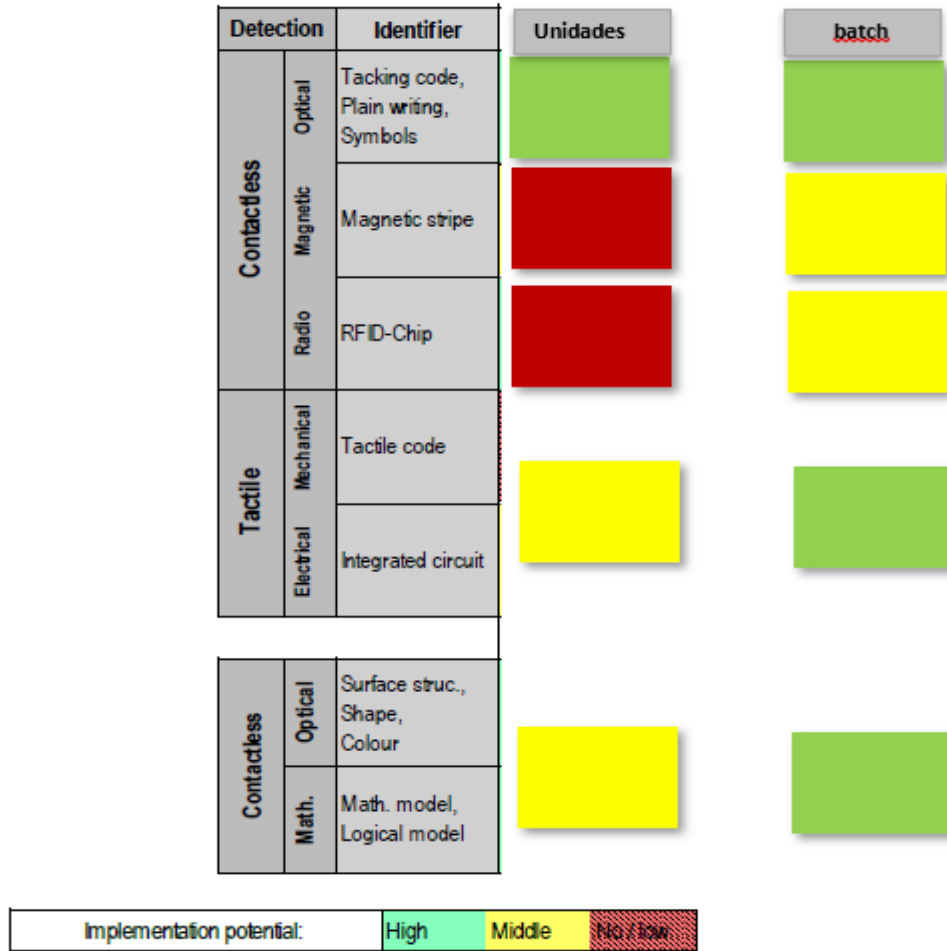


Figura 6. Tecnologías implementadas para hacer trazabilidad de producto de manera unitaria o por baches de producción. (Riexinger et al., 2020)

Como se describe en la Figura 6. las tecnologías de trazabilidad se clasifican en 4 grupos:

- Tecnologías sin contacto en donde los más usados son los códigos de barra, QR ya que su potencial de implementación es alto a un bajo costo. Los sistemas de RFID son los más especializados, sin embargo, su costo puede ser una limitante.

Otro de los sistemas de trazabilidad usados sin contacto son los modelos matemáticos o reconocimiento óptico.

- Por último, otra de las tecnologías usadas son las táctiles en donde se clasifican en mecánicas o sensibles al tacto o con circuitos integrados.

La selección de la tecnología depende mucho del nivel de trazabilidad que se quiere obtener según (Global Standards One, 2012. GS1 Standards Document GS1 Global Trace-ability Standard. Standard. Brussels, Belgium).

En el Figura 7 se observa que entre más precisión se requiere, el control debe ser más específico casi que llegar a un nivel unitario, sin embargo, como se ve en el Figura 3 entre

más precisión las posibilidades de tecnología disponibles son menores debido a la dificultad que representa su implementación.

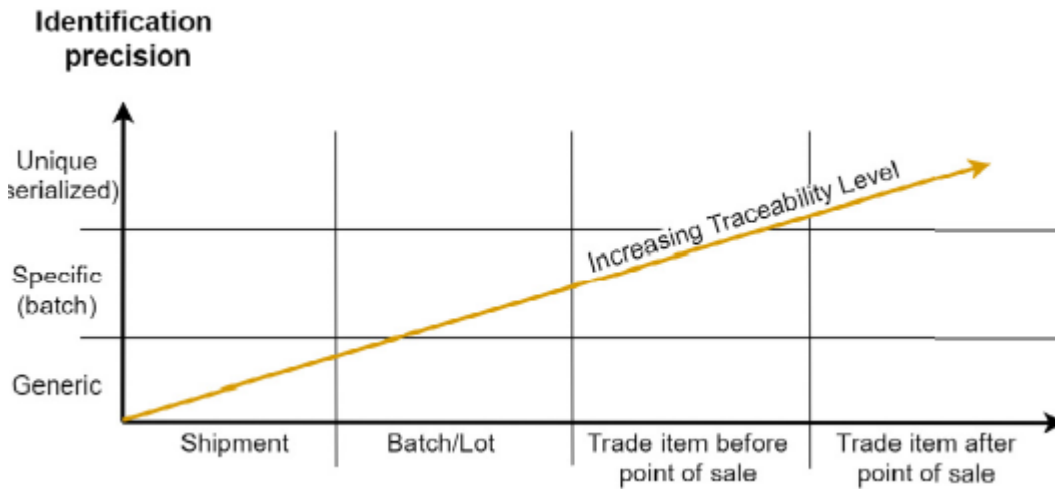


Figura 7. Nivel de precisión del proceso de trazabilidad de acuerdo con la etapa del ciclo de vida del producto que se quiera obtener los datos de interés. (Schuitemaker & Xu, 2020)

Es evidente que las tecnologías de trazabilidad sin contacto como son los códigos son fáciles de implementar tanto para seguimientos unitarios como para lotes de producción, no obstante, esta tecnología tiene varios tipos de códigos y se implementan basado en lo que se le quiere hacer trazabilidad, en la figura 5 se muestran los diferentes tipos de códigos y sus características (Sonn & Manning, 2019)

De las más usadas por excelencia, versatilidad de la información y capacidad de almacenamiento es el código QR (Quick response) ya que tiene gran capacidad de almacenar videos e información con una lectura de mucha velocidad. (qrworld, 2011. Qr codes versus data matrix. URL: <https://qrworld.wordpress.com/2011/09/26/qr-codes-versus-data-matrix/>. accessed: 30-08-2019.)






Barcodes	Names	Characteristics	Potential as anti-counterfeit label	References
	Universal Product Code (UPC) barcode <sup>1</sup>	Limited information e.g. manufacturer identification number and item number	Identify origin of food product	Fang et al., 2017. Yam et al., 2005
	GS1 Databar <sup>2</sup> (formerly known as Reduced Space Symbology)	Encodes more data in a smaller space and can be used on loose fresh produce such as apples and oranges	Ability to track and trace loose food items	Yam et al., 2005
	PDF 417 <sup>3</sup>	Stacked barcode that encodes extra information e.g. nutrition, cooking instructions, link to food manufacturer		Yam et al., 2005
	Aztec code <sup>4</sup>	2-D symbol and encodes extra information as above. Can be read by smartphones	Consumers have more control over packaging and allow them to determine product authenticity	Fang et al., 2017; Yam et al., 2005
	Quick Response (QR) code <sup>5</sup>	High data storing capacity including video, reduce space printing and allows high speed reading from all direction	Ability to trace food information back to the farm;	Soon, 2008; Kim & Woo, 2016

Figura 8. Ejemplos de códigos de barras y sus características. (Sonn & Manning, 2019)

Basado en este entendimiento que tiene un enfoque de captura de datos para trazabilidad los cuales se aplican a piezas unitarias o lotes y que la tecnología comúnmente usada está relacionada con códigos, teniendo eso claro entonces la pregunta es: ¿cómo se puede implementar un sistema de trazabilidad y de control de consumo de materia prima en una empresa del sector de producción de documentos de seguridad?

Según (Patidar et al., 2021) para implementar un sistema de trazabilidad es importante considerar tres componentes:

- Definir qué información es la que se quiere obtener en un sistema de trazabilidad y cuáles serán los drivers.
- Tecnología de identificación y relación entre las etapas o estaciones de captura de datos.
- Administración de los datos capturados.
- Intercambio o relación de los datos capturados.

Un ejemplo claro en este punto se puede ver en la industria en donde algunos drivers pueden ser los descritos en el Figura 9 para implementar un sistema de trazabilidad.

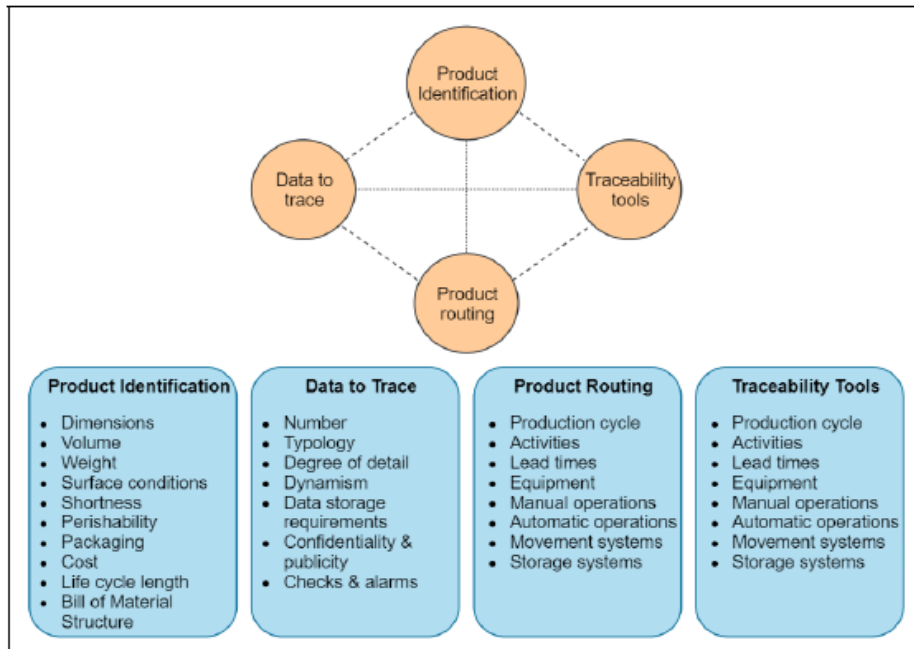


Figura 9. Diferentes inductores usados para implementar un sistema de trazabilidad en la industria de manufactura. (Regatteri et al., 2007)

Aterrizando un poco la implementación en una planta de manufactura en el Figura 10 se observa el método de la entidad relación del producto objetivo para definir inicialmente la ruta del producto. (Jansen et al., 2003)

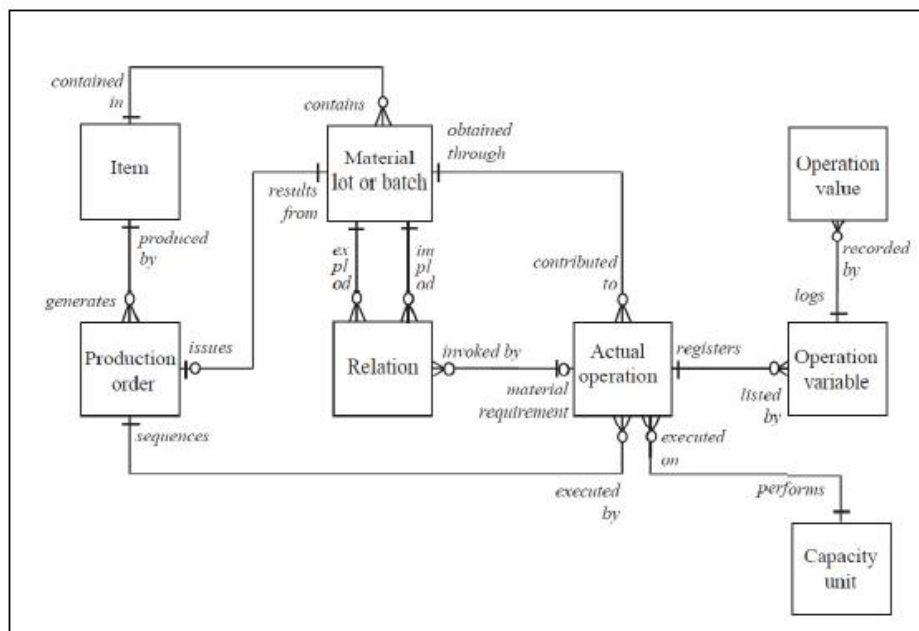


Figura 10. Diagrama ilustrativo de la relación entre diferentes entidades en un ambiente de manufactura para implementar un sistema de trazabilidad. (Schuitemaker & Xu, 2020)

La Figura 10 es una buena aproximación para el inicio de una implementación debido a la claridad en el desarrollo y la definición del alcance del proceso de trazabilidad a implementar.

En conclusión, Esta revisión de literatura estuvo enfocada en entender como hoy los procesos de trazabilidad se han convertido en una herramienta poderosa para diferentes aplicaciones industriales, en donde la motivación de su implementación tiene diferentes objetivos y alcances.

Otro punto importante fue la revisión de las diferentes tecnologías disponibles para hacer trazabilidad y su facilidad de implementación, en donde, la selección de cada una dependerá de la precisión de la información, los datos que se quieren obtener, costo y tiempo.

Finalmente, la administración de la base de datos obtenida es clave para realizar el tratamiento y administración de estos y así tener la información útil para el negocio que esté aplicando este sistema.

## **7 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN:**

Basado en el objetivo del presente trabajo, en donde se plantea hacer un control de cada lote durante su proceso de transformación en producto terminado a lo largo del proceso productivo, la metodología propuesta a trabajar es la siguiente:

### **7.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE ADQUISICIÓN DEL PAPEL DE SEGURIDAD.**

#### **7.1.1 Entendimiento adquisición de papel**

##### *7.1.1.1 Planeación de compra del papel:*

El proceso de compra del papel de seguridad inicia con la planeación del papel y la revisión del estado de sus inventarios bajo una metodología definida en la empresa como planeación de ventas y operaciones, en adelante PVO, el cual se describe a continuación:

Planeación ventas y operaciones: la reunión de planeación ventas y operaciones (PVO) se realiza dos veces al mes con el fin de revisar puntos de reorden, stocks de seguridad, consumos y el pronóstico de demanda. Bajo la metodología se administran estos inventarios teniendo en cuenta:

- Si el inventario del SKU se encuentra por debajo del punto de reorden se debe definir un nuevo pedido para enviarle al proveedor, cabe aclarar que al valor del inventario que se tiene en cuenta es la cantidad de inventario en el sistema restándole la cantidad de pedidos ingresados en el sistema y los pedidos confirmados por el área comercial que están próximos a ingresar, en caso de que el inventario del SKU sea superior al punto de reorden se programa la siguiente reunión de planeación y se deja en el acta de la reunión la decisión tomada.

$$SS = z * \sigma * \sqrt{PE}$$

Punto de Reorden = SS + Consumo SKU

- ✓ SS: Stock de seguridad, Inventario de seguridad
- ✓ Z: Nivel de servicio: 95%, definido por la vicepresidencia financiera de la empresa.
- ✓  $\sigma$ : Desviación estándar
- ✓  $\sqrt{PE}$ : Raíz cuadrada del tiempo de entrega del proveedor
- ✓ Tiempo de llegada desde el envío de la orden de compra: 100 días.
- ✓ Consumo SKU: Consumo promedio histórico 6 meses, el cual se divide por 30 días y luego se multiplica por el tiempo en días de entrega del proveedor.

Para definir la cantidad de papel de seguridad a solicitar se tienen las siguientes restricciones:

1. El pedido mínimo que recibe el proveedor por referencia de material es de 12.000 kg.
2. El material debe enviarse como carga LCL por sus siglas en ingles Full Container Load, donde todo el contenedor está a disposición del importador para poder tener el control y la trazabilidad de la carga en todo momento.
3. La cantidad máxima de papel que se puede cargar en un contenedor de 40 pies es de 25.000kg y el de un contenedor de 20 pies es de 15.000kg, puede variar dependiendo de las dimensiones a solicitar en más o menos 1.500kg.

#### *7.1.1.2 Generación del pedido del papel y proceso de tránsito internacional:*

Si se cumple el condicional donde el nivel del inventario del SKU del papel de seguridad sea menor al punto de reorden se debe activar una orden de compra al proveedor, la cual incluya las tres restricciones mencionadas.

El proceso de compra actual del papel de seguridad se describe en la figura 11.

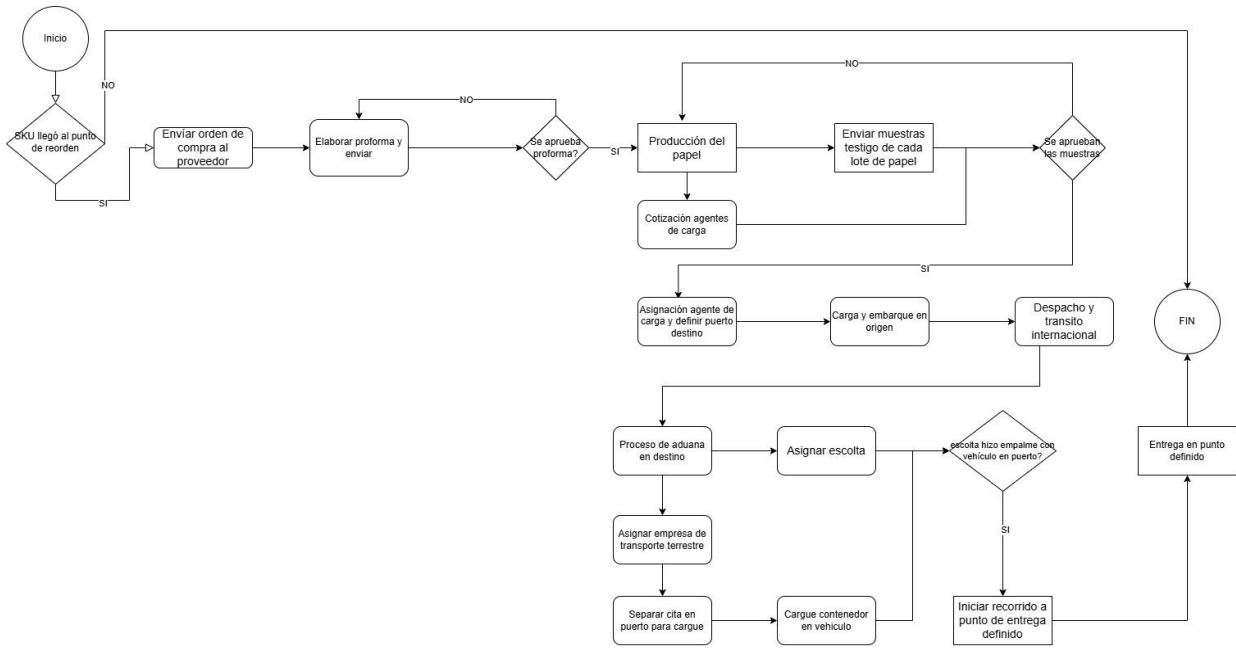


Figura 11. Diagrama de flujo del proceso actual del proceso de adquisición del papel.

N <sup>o</sup>	ACTIVIDAD Qué Se Hace	DESCRIPCIÓN Cómo Se Hace	RESPONSABLE Quién Los Hace	DOCUMENTO Dónde Lo Hace
1	Elaborar y enviar orden de compra al proveedor del exterior.	La orden de compra se elabora en el sistema metrics, se exporta en formato PDF y se envía orden de compra a través de correo electrónico al Proveedor.	Compras	Metrics y se envía al proveedor del exterior.
2.	Recibir y Revisar Factura Proforma.	El proveedor confirma recibo de la Orden de Compra y envía factura proforma. Esta se revisa con base en orden de compra.	Compras	Factura Pro forma.
3.	Confirmar Pedido y realizar apertura de Registro de Importación.	Si la proforma corresponde a lo solicitado en la orden de compra, se confirma pedido vía correo electrónico al proveedor junto con la proforma firmada.	Compras SIA	Factura Pro forma.

N°	ACTIVIDAD Qué Se Hace	DESCRIPCIÓN Cómo Se Hace	RESPONSABLE Quién Los Hace	DOCUMENTO Dónde Lo Hace
4.	Producción del papel y envío de muestras testigo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El proveedor una vez reciba la proforma firmada y aprobada debe realizar la programación de su producción e informar al cliente la fecha de fabricación del papel.</li> <li>• Una vez se termine la producción del papel, el proveedor enviará 10 hojas de cada lote de papel de seguridad producido, las hojas deben ser tamaño carta y deben estar anuladas con máquinas perforadoras donde impida que puedan utilizar este papel en un proceso de impresión</li> <li>• Las muestras testigo se entregan al área de seguridad de Cadena quien posteriormente las envía al área de calidad para realizar pruebas técnicas y validar que el papel esté dentro de los parámetros establecidos en la ficha técnica.</li> <li>• Si las muestras son aprobadas se da autorización al proveedor para poder despachar el pedido, si no son aprobadas se debe realizar una validación adicional y llegar a un acuerdo entre las partes para definir si se autoriza el lote del papel o si deben fabricar nuevamente.</li> </ul>	Proveedor	Correo electrónico Muestras físicas de prueba

N°	ACTIVIDAD Qué Se Hace	DESCRIPCIÓN Cómo Se Hace	RESPONSABLE Quién Los Hace	DOCUMENTO Dónde Lo Hace
5.	Cotización y asignación agentes de carga Internacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El termino incoterm negociado es FOB por lo tanto es responsabilidad del importador asignar el agente de carga internacional para transportar el papel desde el puerto origen hasta el puerto destino.</li> <li>• Se debe solicitar cotización del transporte marítimo al menos a 3 agentes de carga internacional.</li> <li>• Dependiendo de la necesidad del momento se define el agente de carga, en función del tiempo de tránsito, el costo de la oferta y los días libres ofrecidos en puerto destino.</li> <li>• Cuando la carga se transporta vía marítima, previo al aviso de arribo a puerto, CADENA informa a la Sociedad de intermediación aduanera (SIA) para terminar proceso de Nacionalización y contrata un transportador terrestre, para el traslado a la planta.</li> </ul>	Proveedor Compras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correo electrónico</li> <li>• Cotizaciones agentes de carga.</li> </ul>

N°	ACTIVIDAD Qué Se Hace	DESCRIPCIÓN Cómo Se Hace	RESPONSABLE Quién Los Hace	DOCUMENTO Dónde Lo Hace
6.	Carga y embarque en origen / despacho internacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El proveedor debe colocar la carga en el sitio acordado en la negociación, en este caso el termino negociado es FOB por lo cual sitio definido es puerto en Origen.</li> <li>• Se comunica formalmente al proveedor y al agente de carga por medio de correo electrónico por la del área de negociación y compras persona autorizada por la empresa únicamente. Solo las personas autorizadas formalmente pueden dar instrucciones de embarque a los proveedores de papel de seguridad.</li> <li>• El proveedor y el agente de carga en origen se ponen de acuerdo para la entrega y embarque en puerto origen para iniciar ruta internacional con destino al puerto destino definido por la persona de negociación y compras de la empresa en estudio.</li> <li>• El proveedor debe enviar los documentos originales a Cadena S.A. (Factura – Documento de Transporte (Bill of landing - B/L) – Lista de Empaque - Certificado de Origen). Se revisan, se envían a la SIA para iniciar proceso de Nacionalización.</li> </ul>	Proveedor Agente de Carga	Correo electrónico. Factura comercial Documento de transporte – BL Lista de empaque Certificado de origen

N°	ACTIVIDAD Qué Se Hace	DESCRIPCIÓN Cómo Se Hace	RESPONSABLE Quién Los Hace	DOCUMENTO Dónde Lo Hace
7.	Proceso de aduana en destino.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luego de que el proceso de Compras avisa a la SIA para iniciar el proceso de nacionalización, la SIA, envía por e-mail, una proyección de gastos de nacionalización, solicitando fondos para su pago. Esta información se revisa y si todo está conforme, se reenvía al área de Tesorería para que realice el pago correspondiente. Tesorería realiza el pago y entrega los soportes a compras.</li> <li>• Después del pago de los gastos de nacionalización, la SIA inicia su proceso ante la DIAN hasta lograr la Declaración de Importación.</li> <li>• Nota: Esto de acuerdo con lo establecido por la Dirección de Seccional de Impuesto y Aduana de acuerdo a lo establecido en la partida 48.</li> </ul>	SIA –Compras – Tesorería	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicativo para solicitud de anticipos.</li> <li>• Correo electrónico</li> </ul>
8.	Asignación escolta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La empresa ya tiene negociado y definido la empresa de seguridad para el servicio de escolta en el transporte de mercancías, este proveedor es administrado por el Coordinador de seguridad nacional de la empresa en estudio.</li> <li>• Una semana antes de la llegada de la carga a puerto destino, se informa la fecha de arribo a través de correo electrónico al Coordinador de seguridad para que alerte a la empresa de seguridad y reservar los escoltas que darían acompañamiento a la carga.</li> <li>• Mientras transcurre el proceso de nacionalización de la mercancía en puerto se va informando al Coordinador de seguridad la evolución del proceso para poder definir una fecha de cargue y así el escolta se pueda desplazar hasta el puerto destino.</li> </ul>	Coordinador de seguridad nacional. Empresa de seguridad	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>

9.	Transporte terrestre y entrega final.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La empresa ya tiene negociado y definido su empresa de transporte terrestre.</li> <li>• Una vez se obtiene la declaración de importación, la SIA hace la asignación de la carga a la empresa de transporte definida por la empresa en estudio a través de la Planillas depósitos BL. Se notifica a la empresa de transporte por correo y se entregan las planillas de depósitos físicamente en la oficina de la empresa de transporte en el puerto donde se encuentre la carga.</li> <li>• La persona de negociación y compras a través de correo electrónico hace la conexión de la empresa de transporte, empresa de seguridad y Coordinador de seguridad para coordinar la cita en puerto y el empalme físico del escolta con el vehículo que transportará la carga.</li> <li>• La empresa de transporte debe separar una cita en puerto para cargar el contenedor, el detalle de esta cita debe informarlo por correo electrónico a la empresa en estudio y a la empresa de seguridad junto con los datos (nombre, cedula, placa y numero de celular) del conductor y vehículo.</li> <li>• Una vez el vehículo realiza la carga del contenedor en el puerto hará empalme físico con el escolta a la salida del puerto para iniciar el trayecto final hasta la empresa en estudio, el vehículo no tiene autorización de iniciar el viaje sin haber hecho el empalme con el escolta.</li> <li>• El escolta realizará el empalme, notificará al coordinador de seguridad e instalará un candado de control satelital en la puerta del vehículo para monitorear la ubicación de la carga en tiempo real.</li> <li>• La apertura y cierre del candado es controlado por el mando central de la empresa de seguridad por instrucciones del coordinador de seguridad de la empresa en estudio.</li> <li>• El trayecto ente puerto y la empresa en estudio es directo, en caso de que se requiera pernoctar, se debe solicitar</li> </ul>	Compras	Planillas depósitos BL
----	---------------------------------------	--	---------	------------------------

N°	ACTIVIDAD Qué Se Hace	DESCRIPCIÓN Cómo Se Hace	RESPONSABLE Quién Los Hace	DOCUMENTO Dónde Lo Hace
		autorización escrita del coordinador de seguridad, quien definirá las condiciones para realizar esta actividad.		

7.1.1.3 Cantidad de papel de seguridad comprado en los últimos 2 años.

fecha de llegada del papel	TOTAL kg	COP
ene-22	21.320	COP 199.289.208
feb-22	24.746	COP 239.366.326
jun-22	24.470	COP 218.742.690
ago-22	69.817	COP 722.673.795
nov-22	38.664	COP 523.540.310
ene-23	50.056	COP 693.734.767
abr-23	24.399	COP 305.222.098
may-23	23.870	COP 294.441.541
jun-23	48.959	COP 573.920.409
ago-23	24.983	COP 264.631.938
oct-23	24.236	COP 244.560.466
dic-23	103.239	COP 1.093.713.149
feb-24	73.624	COP 731.893.680
mar-24	25.629	COP 263.228.788
may-24	74.794	COP 724.385.126
	652.806	COP 7.093.344.290

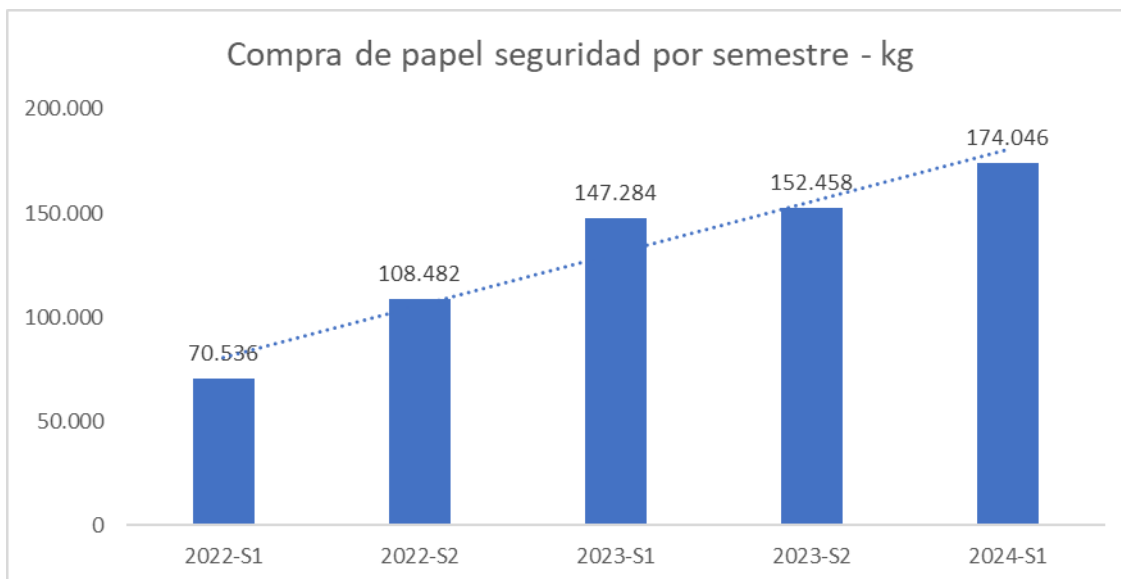


Figura 12. cantidad de kg comprados de papel de seguridad acumulados por semestre.

En la gráfica 9 Se han agrupado las compras de cada año por semestre, donde el primer semestre se representa con S1 y el segundo semestre se representa con S2. Se puede observar el incremento en el volumen de compras de este papel debido a que la demanda de este viene creciendo año a año.

Solo las compras del primer semestre del año 2024 representan el 97% de las compras realizadas en todo el año 2022 y si comparamos las compras del primer semestre del 2024 frente al 2023, el incremento ha sido del 18%.

#### 7.1.1.4 Cantidad de papel de seguridad consumido en producción en los últimos 2 años:

Mes de Consumo	Total kg consumidos	TOTAL COP
ene-22	17.758	COP 139.940.977
feb-22	14.617	COP 124.244.084
mar-22	11.609	COP 100.635.097
abr-22	15.416	COP 129.801.630
may-22	15.221	COP 130.301.756
jun-22	17.491	COP 155.050.936
jul-22	16.934	COP 148.026.053
ago-22	18.455	COP 186.225.897
sep-22	17.466	COP 177.583.661
oct-22	24.122	COP 243.125.110
nov-22	12.932	COP 132.016.305
dic-22	27.193	COP 286.079.271
ene-23	13.646	COP 175.540.935
feb-23	18.293	COP 235.679.301
mar-23	6.874	COP 88.010.404
abr-23	8.541	COP 104.004.972

<b>may-23</b>	8.476	COP 105.475.613
<b>jun-23</b>	28.890	COP 348.864.513
<b>jul-23</b>	17.493	COP 209.820.963
<b>ago-23</b>	20.258	COP 237.357.185
<b>sep-23</b>	33.755	COP 400.509.653
<b>oct-23</b>	34.020	COP 362.544.685
<b>nov-23</b>	21.364	COP 220.976.808
<b>dic-23</b>	52.021	COP 547.075.171
<b>ene-24</b>	37.676	COP 398.728.788
<b>feb-24</b>	16.233	COP 164.817.081
<b>mar-24</b>	35.935	COP 362.544.583
<b>abr-24</b>	30.785	COP 311.261.099
<b>may-24</b>	33.062	COP 323.231.079
<b>jun-24</b>	37.757	COP 367.609.215
<b>TOTAL</b>	<b>664.289</b>	<b>COP 6.917.082.826</b>

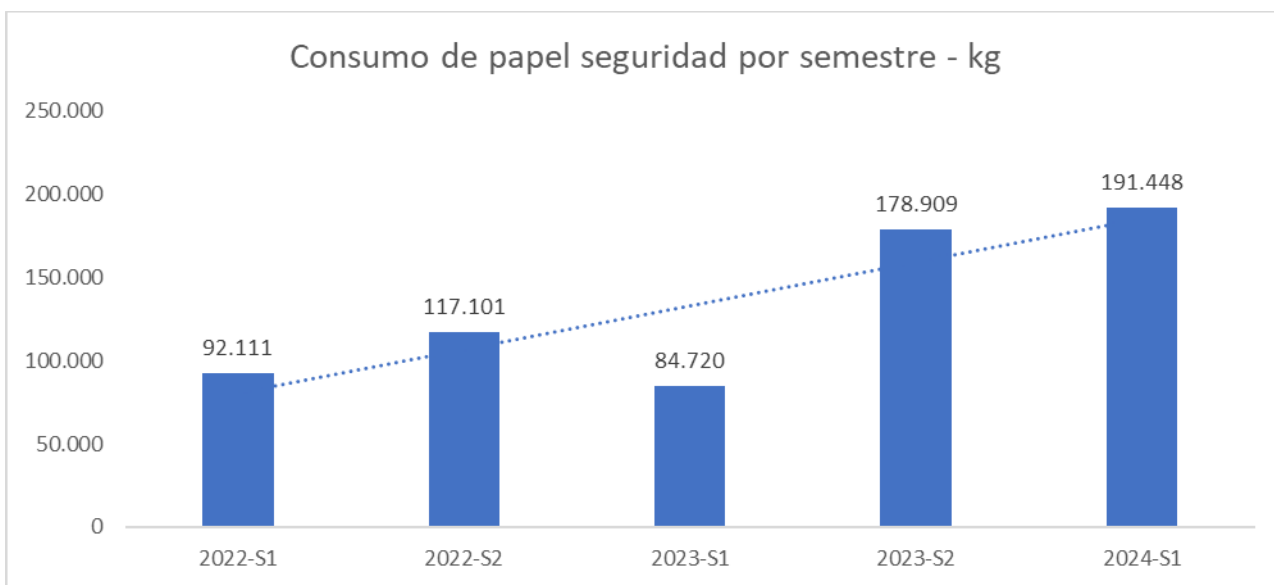


Figura 13. Consumo en kg de papel de seguridad acumulados por semestre.

Como se observa en la Figura 13, el consumo de papel se ha incrementado significativamente a partir del segundo semestre del año 2023, como consecuencia del ingreso de nuevos negocios a la compañía. El primer semestre del año 2024 ha sido el periodo de mayor demanda de papel de seguridad desde el 2022 y la tendencia sigue siendo positiva, lo que indica que el año 2024 puede terminar con un consumo histórico.

Ante este incremento en la demanda del papel, la necesidad de tener un mayor control del papel en cada flujo del proceso para garantizar de que no se pierda ni un kg cobra mayor relevancia debido a que es directamente proporcional al riesgo de fraude.

El volumen del consumo de papel en el primer semestre del año 2024 representa el 92% del consumo de papel durante todo el año 2022 y el 73% del 2023.

### 7.1.2 Proceso actual de recepción del papel de seguridad en almacén de materias primas e ingreso al sistema.

Actualmente el modelo de administración LOGISTICO que se tiene del papel de seguridad en la compañía en estudio, está basado en diferentes etapas de las cuales no se tienen datos almacenados en una base de datos, sino que trabaja con transacciones físicas.

A continuación, se muestra el diagrama de flujo actual distribuido en las diferentes etapas del proceso:

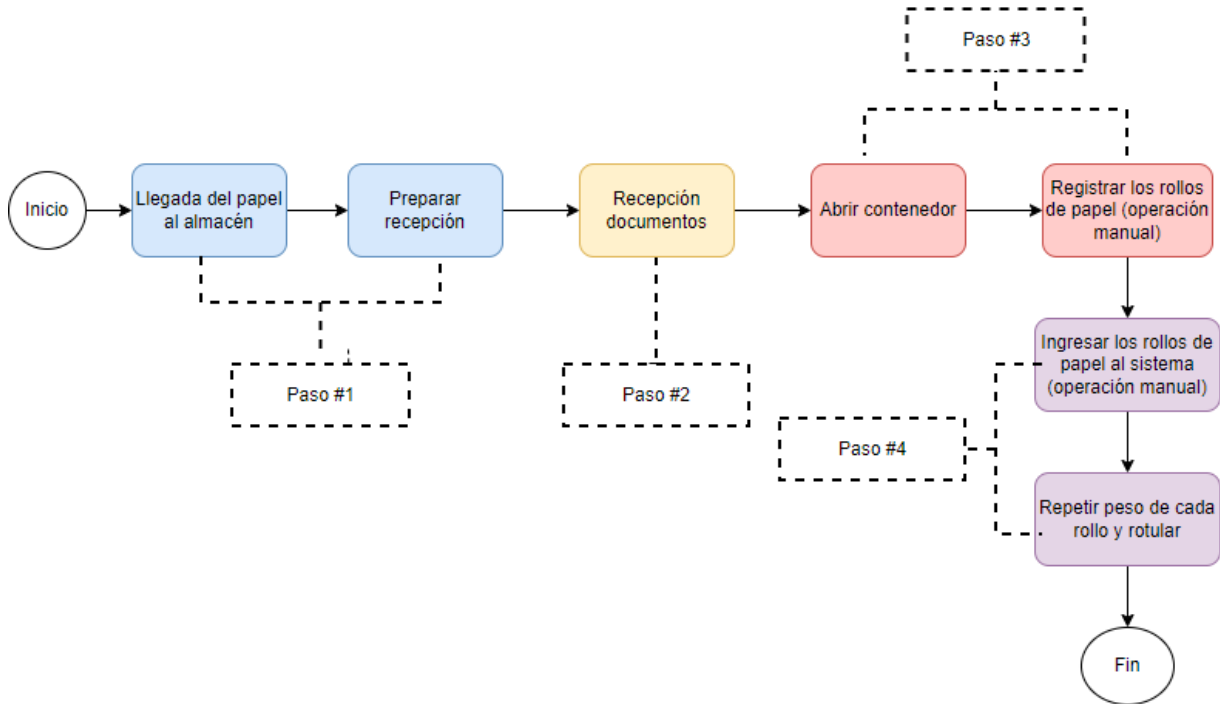


Figura 14. proceso de recepción e ingreso al sistema del papel de seguridad en almacén de materias primas.

#### 7.1.2.1 Paso 1:

Como se observa en la figura 14, se ha dividido el proceso en tres pasos, donde se inicia con la llegada del papel al almacén y se prepara todo para recibir el papel de acuerdo con los protocolos de seguridad definidos en la empresa.

Las herramientas que se utilizan para llevar a cabo en este primer paso son el teléfono, un radiotransmisor, un candado satelital y el precinto de seguridad tal como se ilustra en la figura 15.



Figura 15. Herramientas de comunicación del almacén de materias primas y validación de sellos de seguridad del contenedor.

### 7.1.2.2 Paso 2:

Se reciben los documentos aportados por el proveedor en donde se verifica que los dispositivos de seguridad no estén alterados y correspondan a los descritos en esta documentación y se pueden ver en la figura 16.

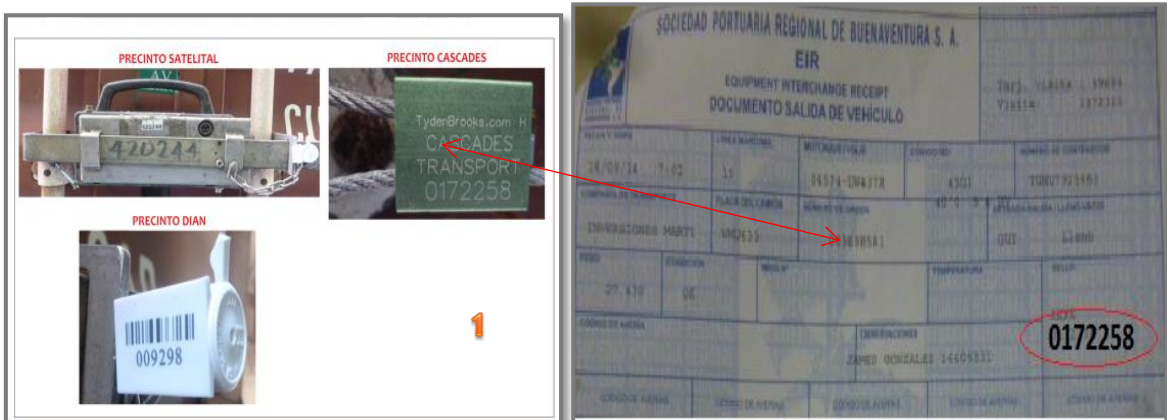


Figura 16. Validación y registro de controles de seguridad de la carga antes de abrir el contenedor.

### 7.1.2.3 Paso 3:

Se procede a abrir el contenedor y se descarga. Se registra de manera manual en un formato cada ID de rollo con su peso teórico, el cual se especifica en la documentación entregada por el proveedor en el formato de registro del papel marca de agua (PMA) como se muestra en la figura 17.

REGISTRO DE PMA					
Fecha de Recibido:		TGHU792546-3			
Número del Contenedor:		TGHU792546-3		Hora fin Recibido:	
Ancho del rollo: 45,7			Ancho del rollo:		
ID del Rollo	Peso Teorico (kg)	Peso Real (kg)	ID del Rollo	Peso Teorico (kg)	Peso Real (kg)
SJ4MH67	286				
SJ4HLH99	290				
SJ4HNN87	288				
SJ4HKK85	293	1157			
Total		1157	Total		

Figura 17. Tabla de registro del número de identificación del rollo con el peso teórico reportado por el proveedor y el peso reportado por la báscula del almacén de materias primas.

#### 7.1.2.4 Paso 4:

Los rollos de papel de seguridad se ingresan a una bodega de seguridad exclusiva para este tipo de papel, se pesa cada rollo nuevamente para contrastar el peso teórico que registra el proveedor en la lista de empaque frente al peso real registrado en el proceso de pesaje, posterior a este procedimiento se ingresa al sistema de información de la compañía y se genera una etiqueta describiendo las características del rollo. En la figura 18 se muestra el formato físico del registro mencionado.

Fecha de Recibido: 08/02/2024		Hora de Recibido: 07:00	
Número del Contenedor: TCU 6277436		Hora fin Recibido: 09:00	
Ancho del rollo: 43.2			
ID del Rollo	Peso Teorico (kg)	Peso Real (kg)	
S7658.1 11 B	307	308.4	
S7658.1 11 A	306	308.4	
S7658.1 11 D	306	308.0	
S7658.1 11 F	308	308.8	
S7658.1 9 A	304	306.0	
S7658.1 9 F	307	307.2	
S7658.1 9 B	305	306.2	
S7658.1 5 B	308	308.4	
S7658.1 14 G	296	299.4	
Total		2760.8	
Ancho del rollo: 43.2			
ID del Rollo	Peso Teorico (kg)	Peso Real (kg)	
S7658.1 9 D	305	307.2	
S7658.1 5 D	308	309.6	
S7658.1 13 A	300	302.6	
S7658.1 13 G	301	304.0	
S7658.1 25 G	310	(30)312.2	
S7658.1 5 A	305	306.8	
S7658.1 13 B	301	301.8	
S7658.1 25 B	312	315.0	
S7658.1 40 F	272	274.2	
Total		2733.4	

Figura 18. Tabla para el segundo registro del número de identificación del rollo con el peso teórico reportado por el proveedor y el peso reportado por la báscula del almacén de materias primas.

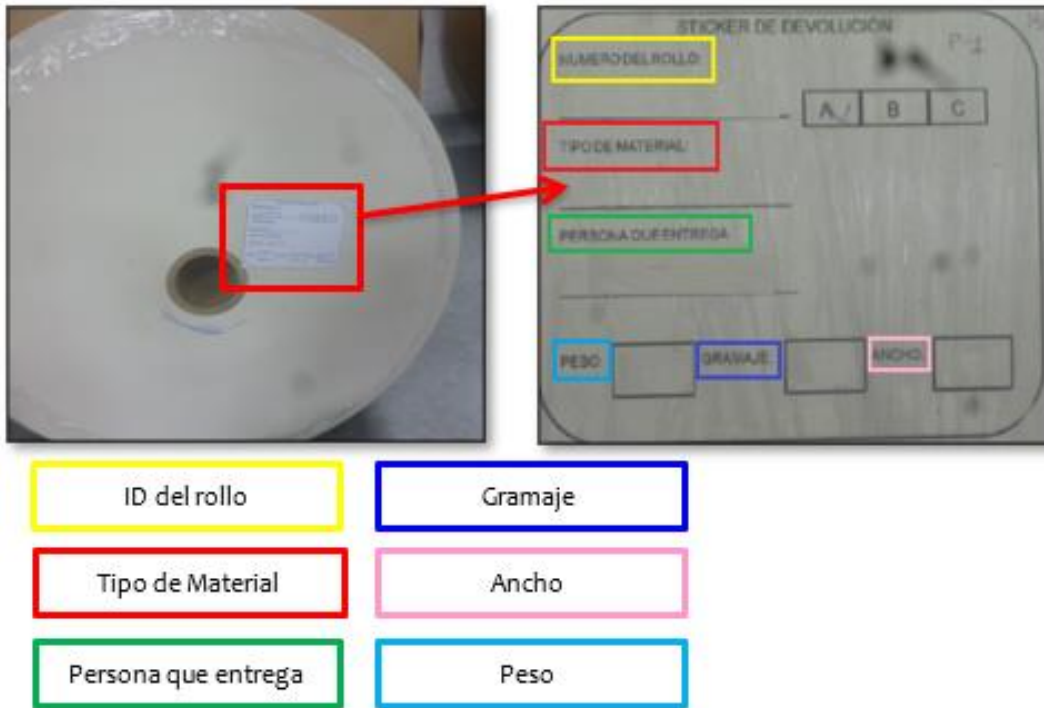


Figura 19. Rotulo único de cada rollo de papel de seguridad.

Como se muestra en la figura 19, cada rollo de papel de seguridad tiene un rotulo con la información necesaria para su identificación como lo es el número de identificación único (ID), el gramaje del papel en unidades de g/m<sup>2</sup>, el tipo de material que en este caso es papel de seguridad, el ancho del rollo del papel, el nombre de la persona del almacén de materias primas que hace la entrega del rollo y el peso del rollo en kg.

## 7.2 ANÁLISIS DEL PROCESAMIENTO ACTUAL DEL PAPEL DE SEGURIDAD EN PRODUCCIÓN.

### 7.2.1 Proceso de solicitud del papel desde producción y registro de la entrega.

El proceso de producción basado en su programa de manufactura solicita al almacén el papel de seguridad y el almacén lo entrega. Toda la información queda registrada en una planilla física como se muestra en la figura 21, en donde se describe el ID, el peso teórico, peso real de cada rollo, el código del producto asignado en el sistema de información, estado general del rollo y nombres del personal involucrado en la entrega del almacén y recepción en la planta, este proceso se ilustra en la figura 17.

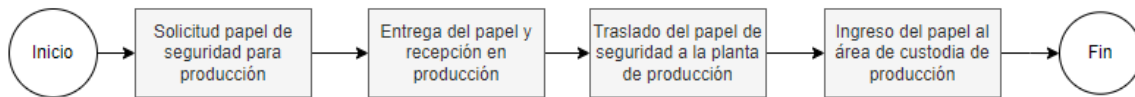


Figura 20. Proceso de solicitud del papel desde producción y registro de la entrega.

FECHA	HORA	ANCHO (cm)	_ID	PESO PROVEEDOR (Kg)	PESO BÁSCULA (Kg)	CÓDIGO	MAQUINA QUE RECIBE	DEVOLUCIÓN	NOMBRE AUXILIAR DE ALMACÉN	NOMBRE CONTROLADOR	OBSERVACIONES
13-02-24	10:00	43,2	199567-2	317	317	MO.15.00009	MMI		Barron G	Verde	
13-02-24	7:00:00	43,2	199572-9	309,6	309,6	MO.15.00009	MMI		Barron G	Verde	
14-02-24	10:00	43,2	200577-7	308,4	308,4	MO.15.00009	MMI		Barron G	Verde	
14-02-24	10:00	43,2	199660-2	304,6	304,6	MO.15.00009	MMI		Barron G	Verde	
14-02-24	10:00	43,2	199697-4	304,6	304,6	MO.15.00009	MMI		Barron G	Verde	
14-02-24	10:00	43,2	199777-0	304,6	304,6	MO.15.00009	MMI		Barron G	Verde	
14-02-24	10:00	43,2	199630-5	308	308	MO.15.00009	MMI		Barron G	Verde	
14-02-24	9:29	365	196777-9	265	265	MO.15.00009	MMI		Omar Rivas	Verde	
15-02-24	9:40	216	200992-9	157,8	157,8	MO.15.00009	P2		Omar Rivas	Verde	

Figura 21. Formato de registro del papel de seguridad entregado por el almacén y el recibido por parte de producción.

Finalmente, el rollo de papel es ingresado a una custodia de seguridad que se encuentra en la planta de producción, en la figura 22 se puede observar esta custodia.



Figura 22. Área de custodia del papel de seguridad de la planta de producción.

## 7.2.2 Registro del papel de seguridad para su consumo en producción.

La última etapa consiste en hacer un registro de datos relacionado con lo que se va a producir en la maquina en una tabla de Excel, la cual se divide en 3 partes que se muestran a continuación.

### 7.2.2.1 Parte 1:

Se registra todo lo relacionado con el detalle de la orden de producción, quien es el cliente y que operario va a producir. Estas variables que debe ingresar el operario de producción se detallan en la figura 23.

FECHA (D/M/A)
Máquina que genera el desperdicio
Orden de Producción
Cliente
Cantidad de Kg requerida en OP/JOB
ID Papel
ID Rollo
Tipo de Papel (Lista desplegable)
Operario
Peso real rollo Kg
Largo (pulg.)
Ancho inicial (CM)
Ancho entregado(CM)
Gramaje
Tiros buenos
Planta fabricación

Figura 23. Variables definidas en la orden de producción.

### 7.2.2.2 Parte 2:

En esta etapa se registra todo lo relacionado con el desperdicio. Cada causa de desperdicio está detallada en la figura 24, donde el operario debe indicar el tiempo de pérdida en cada orden de producción por la causa correspondiente.

Sabanas
Arreglo
Falla mecanica
falla electrica
Diseño
Planchas
Tintas
Core
Papel
Cambio rollo
Cambio de turno
Parada casino
material de ensarte
Cambio de archivos
Problemas varios
Pruebas
Refile

Figura 24: Causas del desperdicio definidas.

### 7.2.2.3 Parte 3:

En este paso con la información recolectada en la parte uno y dos se calculan los indicadores del proceso con relación al costo del desperdicio y se realiza la auditoria con respecto al balance de papel consumido real frente al cálculo teórico. Los indicadores calculados en esta parte se detallan en la figura 25.

Desperdicio Total (Kg) (Aparece automático)
Costo del desperdicio (Aparece automático)
Consumo bueno (Kg) (Aparece automático)
% desperdicio (Aparece automático)
Devoluciones (kg)
Auditoria
Observaciones

Figura 25: Tabla de indicadores del proceso calculados en el Excel de la maquina

### **7.3 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA EMPRESA.**

Al analizar el proceso actual de gestión del papel de seguridad dentro de la empresa hemos evidenciado varias deficiencias que comprometen tanto la eficiencia operativa como la seguridad del material. Estas debilidades se presentan en varias etapas del proceso, el cual tiene grandes oportunidades para mejorar los controles y garantizar la trazabilidad adecuada del papel de seguridad. Los principales problemas identificados son los siguientes:

#### **7.3.1 Dependencia de registros manuales**

En todas las fases del proceso, desde la recepción del papel hasta su consumo en producción, se utilizan registros manuales para anotar datos críticos como el peso, los ID de los rollos y el destino del material. Esta dependencia de planillas físicas introduce un alto riesgo de errores humanos, que no solo afectan la precisión de los datos registrados, sino que también dificultan la detección de inconsistencias o pérdidas de material. Además, la falta de uniformidad en los registros genera dificultades para consolidar la información y realizar auditorías de manera eficiente.

#### **7.3.2 Trazabilidad limitada y falta de visibilidad en tiempo real**

El sistema actual carece de un mecanismo de trazabilidad que permita monitorear el estado del papel de seguridad de forma continua y en tiempo real, lo que impide el seguimiento efectivo del papel a lo largo del proceso productivo, incrementando el riesgo de pérdidas o fraudes. La ausencia de una plataforma digital centralizada limita la capacidad de generar alertas tempranas o de rastrear el material de manera precisa, dificultando cualquier acción correctiva en caso de incidentes.

#### **7.3.3 Ineficiencia en la gestión del inventario**

El registro de entradas y salidas de material se realiza de manera manual, lo que puede generar retrasos y errores en la contabilización del papel disponible para la producción. Esta situación compromete la eficiencia operativa de la empresa y dificulta la optimización del uso del material, lo que puede traducirse en un incremento de desperdicios y en una gestión menos eficiente de los recursos.

#### **7.3.4 Riesgos de seguridad**

El control manual del papel de seguridad representa un alto riesgo para la empresa, la falta de un sistema automatizado que registre y controle el flujo de material en tiempo real eleva considerablemente la probabilidad de incidentes de seguridad, ya que cualquier error o falta de control en el proceso puede derivar en fraudes o mal uso del papel, lo que puede acarrear grandes afectaciones económicas y reputacionales para la compañía.

## **8 PROPUESTA DE CONTROL DEL PAPEL**

### **8.1 PLANTEAMIENTO PROCESO PRODUCTIVO**

Este trabajo plantea un método de control en una de las materias primas más sofisticadas que produce documentos de seguridad como lo es el papel de seguridad con el cual se fabrican documentos tales como cheques, papel notarial, certificados de empadronamiento, salvoconductos, CDT, chequeras, entre otros. Si bien, la empresa objeto de estudio cuenta con unas instalaciones con protocolos e infraestructura certificados por entes internacionales como lo es INTERGRAF, es necesario hacer más riguroso los controles actuales en el uso de papel de seguridad garantizando el balance de la materia prima virgen que ingresa a las instalaciones como se convierte en producto terminado y desperdicios de proceso de manera secuencial y automatizada. Con este método a implementar se dificultará más que se pierda de manera intencional esta materia prima.

Para este tipo de procesos en donde no se tienen bases de datos debido a que toda la información se usa en planillas físicas. Se ha estructurado este trabajo como el inicio para diseñar un sistema de control del consumo de papel de seguridad usado en el proceso de elaboración de documentos de seguridad para mitigar pérdidas internas que podrían potencialmente convertirse en fraudes, mediante el uso de herramientas de trazabilidad.

Para llevar a cabo el proceso el cual tiene un componente importante de tecnología se hizo un comité de apertura con un equipo interdisciplinario que incluye tecnología, operaciones de manufactura, logística y seguridad física para plantear el requerimiento. A continuación, este queda documentado en el formato de requerimientos que se muestra en la figura 26.

Formato de Requerimientos			
DATOS GENERALES			
Fecha de solicitud	1/04/2025	Cliente	CADENA
Área solicitante	Producción	Usuario	FEDERICO RIASCOS
Filial	Cadena	UEN	Protección contra el fraude
¿Aplicativo nuevo? (Sí/No)	Sí	Centro de costos	220
Aplicativo	NUEVO DESARROLLO	Fecha necesidad	1/01/2024
Sponsor	N/A	Elaborado por	FEDERICO RIASCOS
Presupuesto	Basado en la necesidad	Interesados	<p>área comercial gestion del riesgo</p> <p>Gerencia de operaciones Cali</p> <p>Gerencia Gestión del Riesgo</p> <p>Coordinación Planta Documentos y procesos Seguros</p>
¿Facturado al cliente? (Sí/No)	No		

DESCRIPCIÓN DE LA NECESIDAD
<i>Descripción requerimiento</i>
<p>Se requiere llevar a cabo el desarrollo y elaboración de un sistema para efectuar el registro de forma digital, de cada una de la etapas del flujo de la materia prima crítica, PAPEL MARCA DE AGUA (PMA), utilizado en las plantas y procesos para la elaboración de DOCUMENTOS y PROCESOS SEGUROS.</p> <p>Se tendrá el proceso sectorizado en 4 ETAPAS: el control de ingreso al almacén, control de salidas del almacén, control proceso en planta, custodias y destrucción (PICADORAS).</p>
<i>Alcance</i>
<p><b>APLICATIVO DE CONTROL Y REGISTRO:</b></p> <p>Se requiere desarrollar un aplicativo de registro de cada una de las etapas del proceso de la materia prima utilizada en la elaboración de productos de DOCUMENTOS Y PROCESOS SEGUROS, conocido como PAPEL MARCA DE AGUA (PMA).</p> <p>El proyecto se dividirá en tres (4) etapas para su mejor implementación, y se deberán contemplar la creación de los siguientes módulos para cumplir con:</p> <p>Control de Recepción de la materia prima: MODULO DE RECEPCIÓN Y ENTREGA A PLANTA</p> <p>Control Planta: MODULO DE CONVERSION DE ROLLO (KILOS [Kg] A UNIDADES)</p> <p>Control de Recepción de la materia prima: MODULO DE CONTROL/SEGUIMIENTO UNIDADES POR ESTACIÓN DE TRABAJO</p> <p>Control de Recepción de la materia prima: MODULO DE CUADRE DE MATERIAL (PMA).</p>
<p><b>ETAPA 1: MODULO DE RECEPCIÓN:</b></p> <p>En el módulo de recepción se requiere ingresar toda la documentación entregada por el proveedor en el momento de iniciar el proceso de entrega se debe informar mediante la apertura del proceso bajo qué orden cuántos kilos cuantas bobinas y la información de la empresa o proveedor que remite el material.</p> <p>Esta información, previamente entregada por el área de compras, se ingresará con orden de compra y de ser posible con anterioridad, para dar trazabilidad en el momento de su recepción. Cuando almacén inicie el proceso, esta información puede ser entregada al separar la cita de entrega del proveedor.</p> <p>Al iniciar el proceso de recepción el auxiliar de recepción de almacén activa protocolo para recibir el material cómo está establecido en el procedimiento de recepción de pma.</p>

Figura 26: Formato de requerimientos

Cabe resaltar que este trabajo tiene como alcance el planteamiento del problema y el diseño conceptual del sistema.

Basado en el entendimiento del área de tecnología, la propuesta es diseñar una base de datos relacional, el modelo entidad-relación proporciona una forma de visualizar y definir las entidades, atributos y relaciones que componen el sistema, dejando la implementación en manos de la empresa en estudio. Se recomienda que, para llevar a cabo dicha implementación, la organización conforme un equipo interdisciplinario que integre las áreas de tecnología y operaciones.

El modelo de entidad-relación describe las necesidades de información del proceso de negocio del usuario mediante un conjunto de entidades y relaciones entre ellas. Asimismo, detalla las descripciones de los datos y restricciones que los datos deben cumplir. Adicionalmente, el modelo contempla los atributos que son las características de la entidad y que para efectos de un modelo físico representarán los datos de una tabla de base de datos. También se describe la cardinalidad, que indica la cantidad de veces que se ejecuta una relación entre las entidades, las cuales pueden ser de uno a uno, de uno a muchos y de muchos a muchos. (Wong Durand, S., & Gutarra Meza, F. N. (2017).

La realización de un modelo entidad-relación es siempre un paso previo al diseño que finalmente se implementará en una base de datos y comprende exclusivamente una representación del diseño de los datos, y no lo que se pretende hacer con ellos. (<https://goo.su/RurQM>)

Una vez definido el modelo entidad relación se plantea trabajar sobre SQL, que significa "Structured Query Language" (Lenguaje de Consulta Estructurada), es un lenguaje de programación diseñado para gestionar y manipular bases de datos relacionales, el cual se ajusta muy bien al objetivo del trabajo.

## **8.2 PROPUESTA MODELO ENTIDAD RELACIÓN**

### **8.2.1 Identificar las entidades**

Una entidad es una cosa u objeto concreto o abstracto que existe y que puede diferenciarse de otros, como pueden ser personas, meses del año, etc. (<https://goo.su/RurQM>)

En esta etapa se analiza el sistema que se está modelando y determina los objetos o conceptos principales que necesitas representar y para el trabajo en cuestión se definen las siguientes entidades:

- Usuarios que intervienen en el proceso.
- Roles de cada usuario.
- Rollos de papel que ingresan al inventario.
- Rollos de papel que ingresan en el sistema.
- Estado de los rollos de papel en cada etapa del proceso
- Maquinas donde se procesan los rollos de papel.

## 8.2.2 Definir los atributos de cada entidad

Un atributo es una propiedad o característica de una entidad que describe algún aspecto de ella. Para cada entidad identificada, se determina qué información se necesita almacenar sobre ella. Estos serán los atributos de las entidades identificadas:

### A. Entidad usuario

Esta entidad hace referencia a los operarios que intervienen en el proceso de recepción de los rollos de papel del proveedor, el contralor de seguridad y el operario de producción de la planta de manufactura que recibe el papel del almacenista.

- ID Usuario
- Nombre
- Apellido
- Contraseña

### B. Entidad rol

En esta entidad se define el cargo de cada usuario a interactuar en el sistema, donde pueden ser operario, contralor y almacenista.

- Id Rol
- Nombre del cargo

### C. Entidad rollo

Para este caso se almacenan los datos de los rollos que ingresan al inventario de materia prima.

- ID Rollo
- Código producto
- Orden de compra
- Peso del proveedor
- Peso recibido
- Descripción rollo
- Fecha inicial

### D. Estado

La entidad estado es la que identifica el estado del rollo durante el proceso de producción, el cual puede estar disponible en diferentes etapas hasta su consumo total.

- ID Estado
- Fecha entrada almacén
- Fecha de entrega

#### E. Rollo estado

La entidad estado es la que suministra la información de la transformación del rollo en producción, registra las ordenes de producción que lo procesan, los operarios que lo manipulan y la cantidad consumida en cada etapa.

- ID Rollo estado
- ID Estado
- Fecha
- Hora
- Id usuario
- Peso estado
- ID ubicación rollo
- Orden de producción
- Artículo
- Id usuario aprobador

#### F. UBICACIÓN ROLLO

Esta entidad nos permite determinar la ubicación del rollo en las bodegas de inventario como almacén de materias primas o las máquinas de producción.

- Id Ubicación
- Maquina

### 8.2.3 Identificar las relaciones

Una relación representa una asociación entre dos o más entidades. Puede haber relaciones de diferentes tipos, como uno a uno, uno a muchos o muchos a muchos.

Entrando en el paso 2 en donde se analiza la relación entre las entidades y como están relacionadas entre sí se define lo siguiente:

Un artículo puede ser fabricado por muchos rollos.

Un rollo puede tener solo una entrada desde el proveedor al almacén.

Un rollo puede quedar disponible muchas veces.

Un rollo puede tener muchas devoluciones.

Un rollo disponible puede tener muchas entregas.

Un rollo puede pasar por muchas maquinas.

Un rollo puede estar en varios estados durante el proceso.

### 8.2.4 Dibujar el diagrama:

Utilizando el software <https://app.diagrams.net/> como herramientas de dibujo para crear el diagrama de relacional y el modelo entidad relación que se ilustra en la figura 27 y 28.

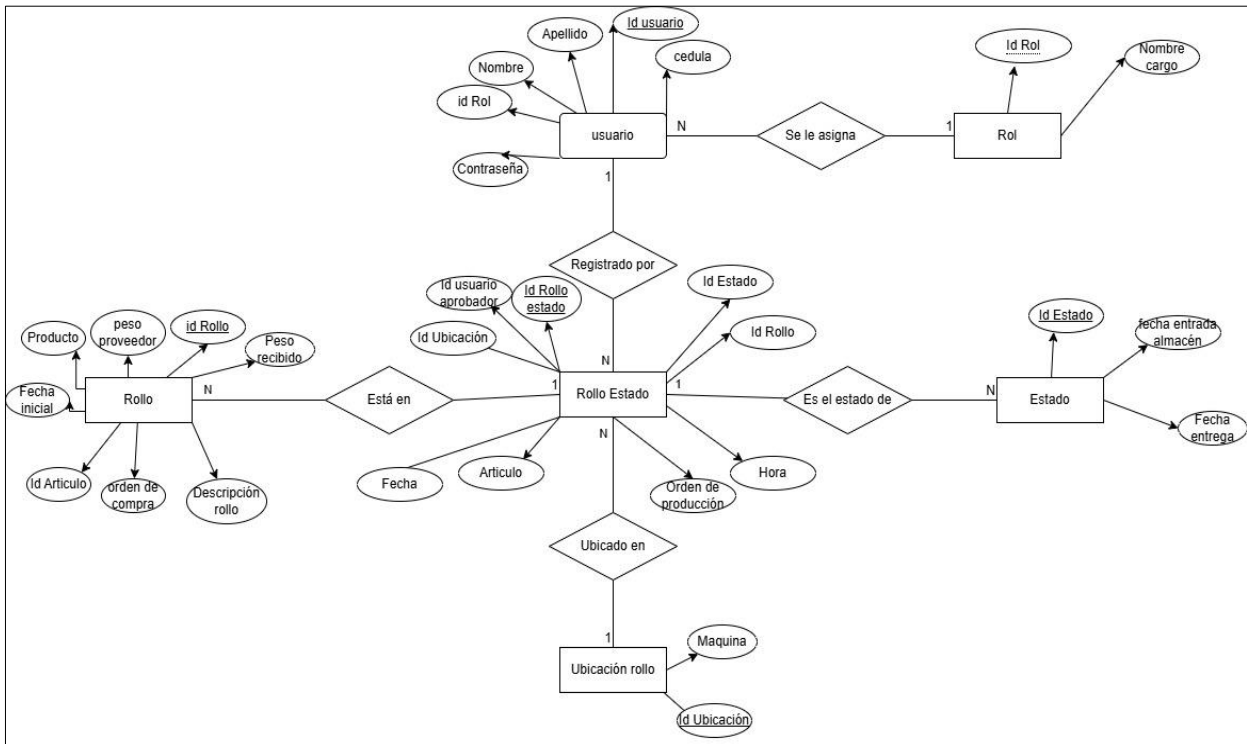


Figura 27. Modelo entidad relación.

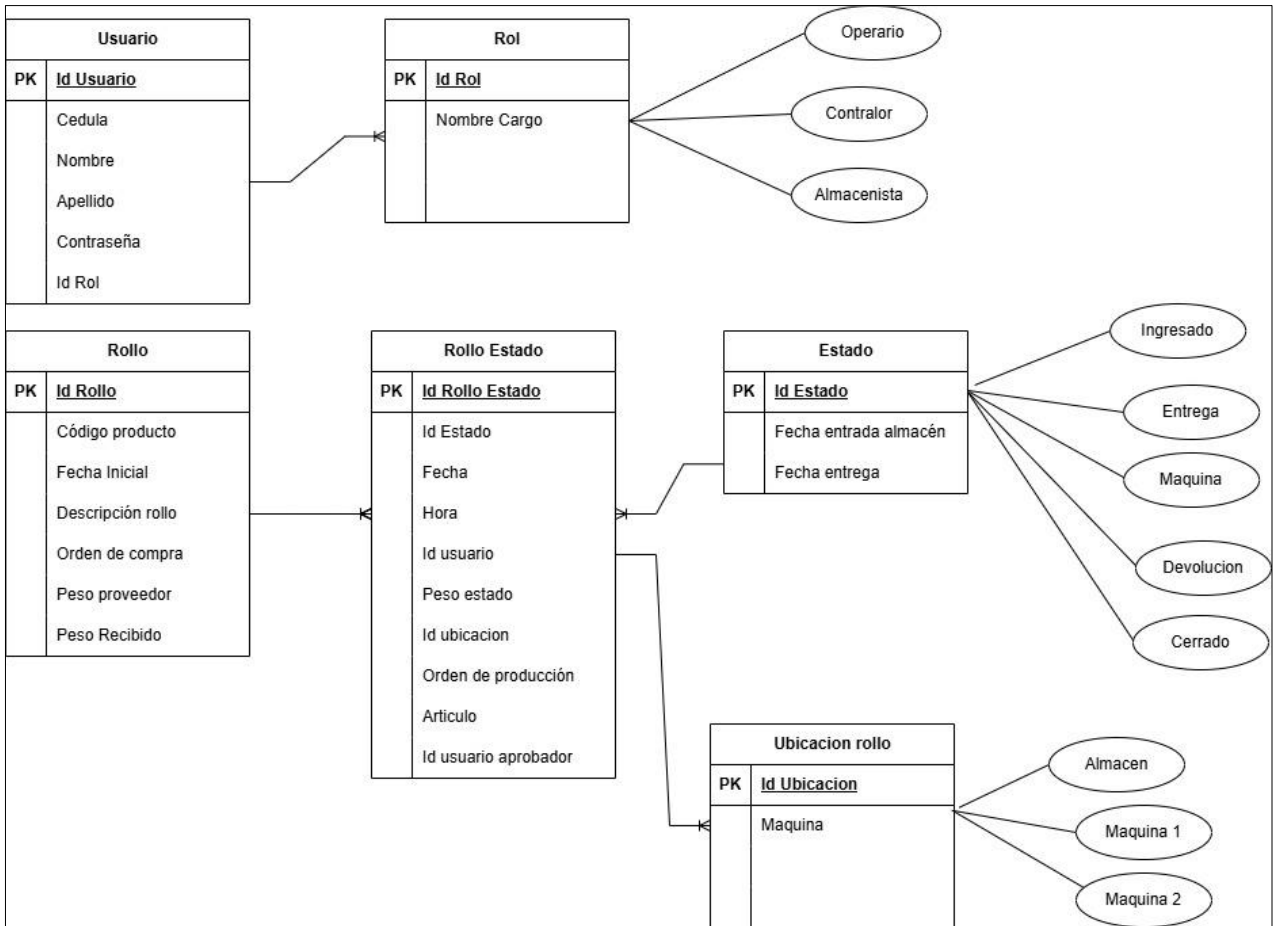


Figura 28. Modelo relacional.

### 8.2.5 Refinar el diagrama

Se realiza para asegurar de que todas las entidades, atributos y relaciones importantes estén representados de manera precisa.

Se valida la elección de los parámetros claves primarias y foráneas, pero antes de entrar en materia se define conceptualmente cada una:

Clave primaria:

Una clave primaria es un atributo o conjunto de atributos que identifica de manera única a cada instancia de una entidad.

Clave foránea:

Una clave foránea es un atributo (o conjunto de atributos) en una entidad que hace referencia a la clave primaria de otra entidad. Se utiliza para establecer relaciones entre entidades.

### 8.2.6 Documentar el diagrama:

Se realiza el diagrama especificando las relaciones de 1:N, N:1.

El planteamiento del desarrollo permite registrar ingresos y salidas de rollos de papel de seguridad al almacén de materias primas. Como se ha mencionado en el curso de este trabajo, el objetivo principal es poder realizar una trazabilidad a los movimientos y consumos de cada uno de los rollos que ingresan al almacén y luego son utilizados en la planta y que en su proceso de transformación se convierten en producción normal o en desperdicio.

### 8.2.7 Descripción del proceso a implementar.

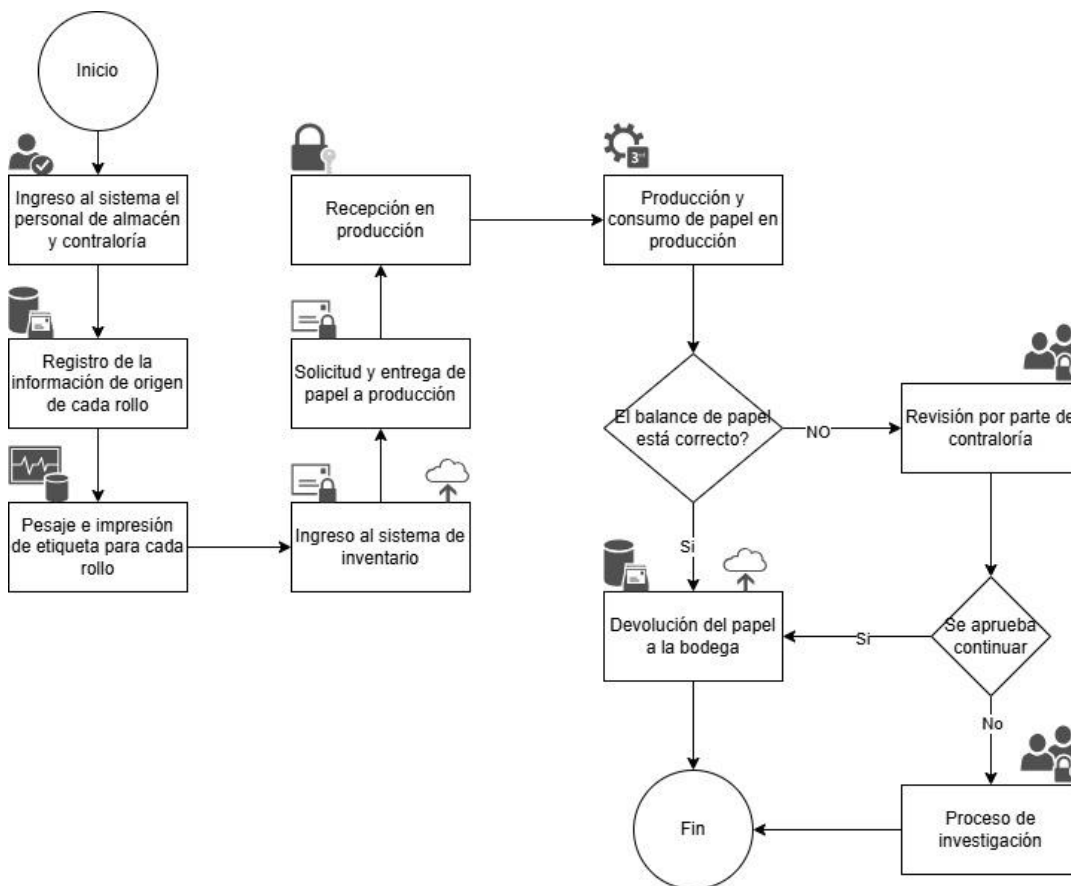


Figura 29. Diagrama de flujo del proceso propuesto.

Cada una de las etapas de la figura 29 se describen a continuación:

N°	ACTIVIDAD Qué Se Hace	DESCRIPCIÓN Cómo Se Hace	DOCUMENTO Donde lo hace	RESPONSABLE Quién Los Hace
1	Ingreso al sistema el personal de almacén y contraloría	El personal del almacén y contraloría se registra en la aplicación a desarrollar de manera segura con usuario y contraseña.	Aplicativo a desarrollar en la etapa de implementación	"Auxiliar almacén
2	Registro de la información de origen de cada rollo	Cada rollo de papel llega con una etiqueta desde el proveedor, la etiqueta incluye un código QR el cual contiene la información del número del rollo, numero de lote del rollo, peso registrado por el proveedor. Se realiza la lectura del código QR por medio de un lector 2D para capturar la información, como el lector de código QR está conectado a un aplicativo que se debe desarrollar como interfaz con el ERP de la compañía, esta información se irá almacenando en línea, cabe aclarar que esta información no se puede manipular ni editar.	Aplicativo a desarrollar. ERP compañía Lector de código QR.	Auxiliar almacén
3	Pesaje e impresión de etiqueta para cada rollo	El sistema indicará al personal que debe iniciar el proceso de registro de peso de cada rollo de papel asociándolo a la referencia previamente seleccionada (no digita información alguna que no sea la de acceso seguro), una vez tomado el peso por la báscula del almacén de materias primas y confirmado por el operador, se emite una etiqueta autoadhesiva con código QR que contiene el ID único para cada rollo y su peso para luego a ser estivado en lugar seguro.	Aplicativo a desarrollar. ERP compañía Lector de código QR Bascula	Auxiliar almacén
4	Ingreso al sistema de inventario	En tiempo real el sistema registra en base de datos la operación y esta información queda disponible para ser actualizada en el ERP de la compañía usando el medio de transferencia seguro que se determine. Cuando la información en esta pantalla está completa debe aparecer el botón INGRESAR. Al pulsar este botón, este indica un mensaje de confirmación si el dato fue almacenado exitosamente tal como se muestra en la figura 25.	Aplicativo a desarrollar. ERP compañía Lector de código QR 2D Bascula almacén	Auxiliar almacén

N°	ACTIVIDAD Qué Se Hace	DESCRIPCIÓN Cómo Se Hace	DOCUMENTO Donde lo hace	RESPONSABLE Quién Los Hace
5	Solicitud y entrega de papel a producción	Para entregar un rollo a la planta, debe seleccionar la opción de “Entrega” mostrado en la figura 29. Se hace la lectura del código QR del rollo a entregar, se debe escoger la máquina de destino en la planta, luego se debe ingresar el número de entrega y finalmente se debe ingresar en el espacio Contralor_ID el número de cédula del contralor quien aprobará la entrega.	Aplicativo a desarrollar. ERP compañía Lector de código QR Bascula almacén	Auxiliar almacén Contralor
6	Recepción en producción	Una vez se completan todos los datos requeridos en esta pantalla, el botón EJECUTAR se hará visible. Al pulsar el botón EJECUTAR se solicitará la clave del contralor para aprobar la entrega. El contralor deberá ingresar su clave como se detalla en la figura 30. Al entregar los rollos, el sistema confirmará con un mensaje de “comando exitoso” y se procede a hacer el movimiento físico del papel desde almacén hasta la planta de producción.	Aplicativo a desarrollar. ERP compañía. Lector de código QR	Auxiliar almacén
7	Producción y consumo de papel en producción	En la planta de producción el operario abre el aplicativo a desarrollar, ingresa con su usuario y contraseña, se hace la lectura del código QR, el sistema captura toda la información, se realiza el pesaje en la báscula de la máquina, el sistema captura el peso y si coincide con el reportado en el almacén de materias primas, el sistema acepta la entrega y el movimiento. Este movimiento queda automáticamente en el aplicativo y en ERP de la compañía por medio de la interface que se defina en su momento. Si el peso no coincide el contralor debe revisar la situación y justificar la diferencia, para poder continuar se necesita la aprobación de la gerencia de operaciones y la dirección de control interno. Finalmente el papel se almacena en la zona de custodia de la planta de producción.	Aplicativo a desarrollar. ERP compañía Lector de código QR Bascula almacén	Auxiliar almacén Contralor Operario de producción

N°	ACTIVIDAD Qué Se Hace	DESCRIPCIÓN Cómo Se Hace	DOCUMENTO Donde lo hace	RESPONSABLE Quién Los Hace
8	Producción y consumo de papel en producción	<p>En el proceso de producción, el operario retira el papel de la custodia en compañía de un contralor de seguridad, abren el aplicativo y se identifican, capturan el código QR con el lector asignado a la máquina para tener la información del rollo a trabajar, realizan el pesaje del rollo de papel en la báscula de la máquina para que el sistema lo valide, si coincide con el peso registrado puede iniciar el proceso de producción, de lo contrario se debe realizar un proceso de validación por el personal asignado por la compañía. Se ingresa al aplicativo la orden de producción a trabajar y se realiza el proceso operativo, al finalizar la producción se debe pesar el producto terminado en la báscula de la maquina y registrarlo en el aplicativo, el material de desperdicio y el usado en el arreglo de la maquina también se deben pesar y registrar en el aplicativo, finalmente el aplicativo hace el balance de material y si la suma de los pesos registrados coinciden con el peso de material virgen el aplicativo permite el consumo del papel y del inventario del ERP para finalizar el proceso. En caso de que el balance no cuadre, se debe realizar un proceso de validación por el personal asignado por la compañía.</p>	<p>Aplicativo a desarrollar. ERP compañía Lector de código QR Bascula almacén</p>	<p>Operario producción Contralor</p>
9	Devolución del papel a la bodega	<p>Los rollos se pueden devolver desde la planta al almacén utilizando la misma pestaña destinada para hacer las entregas, pero indicando que se trata de una devolución y seleccionando la opción "Devolución" de la pantalla que permite escoger entre una devolución y una entrega tal como se muestra en la figura 31.</p>	<p>Aplicativo a desarrollar. ERP compañía Lector de código QR Bascula almacén</p>	<p>Auxiliar almacén Contralor Operario de producción</p>

## 8.2.8 Propuesta del bosquejo de la solución (mockup).

A continuación, se muestra el bosquejo sobre la propuesta del aplicativo para la solución de control de inventarios.

El aplicativo inicia con la identificación del usuario que va a realizar movimientos a los rollos de papel de seguridad, para ello deberá ingresar con su número de cedula y clave asignada tal como se muestra en la figura 30.

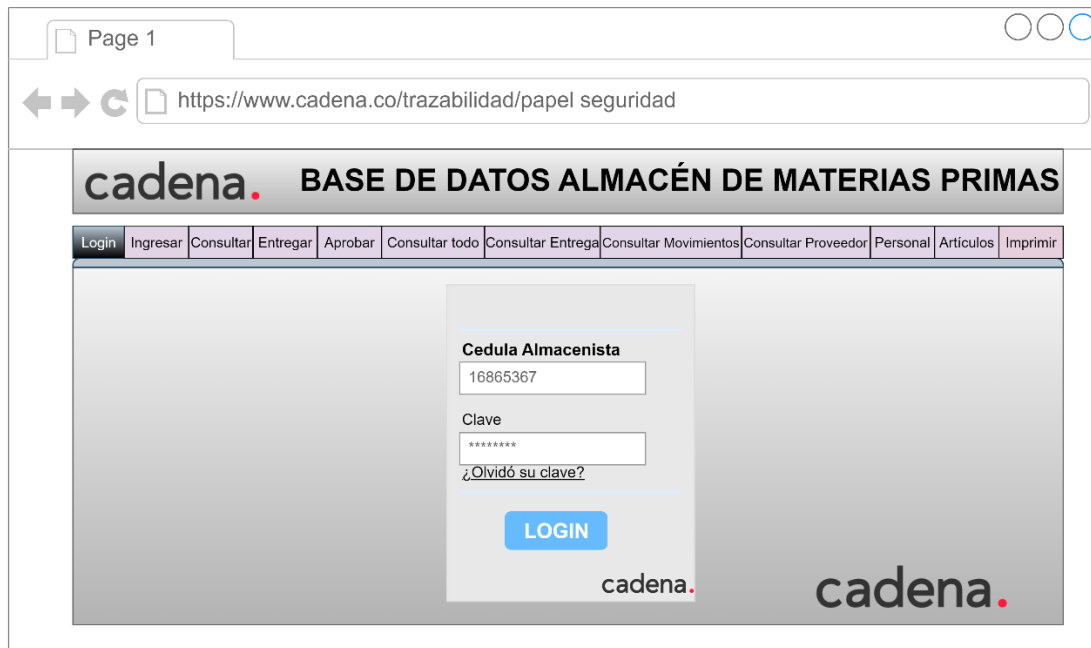


Figura 30. Pantalla ingreso al sistema.

### INGRESO DE ROLLOS

Para ingresar un rollo al sistema se deben escanear los siguientes códigos de barras:

- ID del rollo a ingresar (se puede digitar)
- Peso reportado por el proveedor
- Peso medido en la báscula del almacén (a través de la etiqueta que imprime la báscula)

En el proceso de ingresar un nuevo rollo al inventario, toda la información leída y capturada en el aplicativo se mostraría en tiempo real junto con el responsable de realizar la labor así como se muestra en la figura 31.

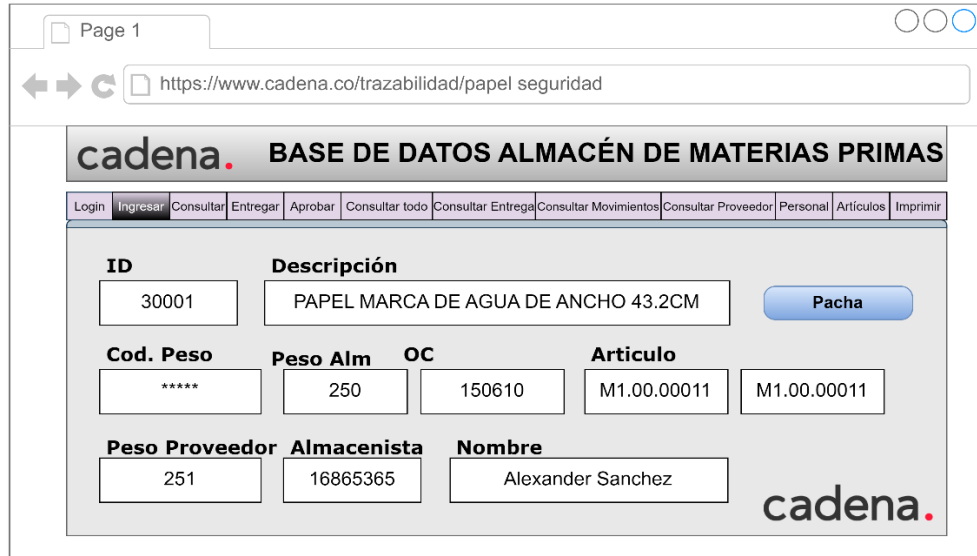


Figura 31. Pantalla para ingresar los rollos al sistema.

Se debe seleccionar el código del artículo y el número de la orden de compra del rollo ingresado.

Cuando la información en esta pantalla está completa debe aparecer el botón INGRESAR. Al pulsar este botón, este indica un mensaje de confirmación si el dato fue almacenado exitosamente.

El usuario del sistema puede imprimir los códigos de barras mostrados en pantalla al hacer clic en el botón IMPRIMIR. La ventana se cierra haciendo clic en el botón SALIR, tal como se muestra en la figura 32.



Figura 32. Códigos de barras para imprimir y pegar en los rollos físicos.

## CONSULTA INVENTARIO ROLLOS

Sería posible conocer el inventario de rollos de papel de seguridad disponibles en el almacén mediante una consulta en un rango de fechas.

Para hacerlo se debe ingresar el rango de fechas de interés y se debe hacer clic en el botón CONSULTAR y también se podría exportar la información a Excel para su análisis al hacer clic en el botón EXPORTAR, la ventana de consulta se plantea en la figura 33.

ID	Peso Recibido	Artículo	Descripción	Fecha Entrada
100	81,61	M1.00.00011	PAPEL MARCA DE AGUA	01/10/2024
222022	240,3	M1.00.00011	PAPEL MARCA DE AGUA	01/10/2024
300011	254	M1.00.00011	PAPEL MARCA DE AGUA	01/10/2024
300012	260	M1.00.00011	PAPEL MARCA DE AGUA	01/10/2024
40011	270	M1.00.00011	PAPEL MARCA DE AGUA	01/10/2024

Figura 33. Consulta rollos

Los campos reportados por la consulta son:

**ID Rollo:** Número de identificación único del rollo.

**Peso Almacén:** Es el peso neto del rollo. Los rollos recién ingresados al almacén no tienen ningún valor en este campo. Los rollos que han sido devueltos al almacén si lo tienen.

**Peso recibido:** Peso con el que el almacén recibió cada rollo proveniente del proveedor. En el caso de las pachas este peso es el del rollo padre.

**Artículo:** Número de artículo

**Descripción:** Descripción en palabras del producto.

**Fecha de entrada:** Fecha en la que se ingresó el rollo original al almacén.

## ENTREGA DE ROLLOS

Para entregar un rollo a la planta, debe seleccionar la opción de “Entrega” mostrado en la figura 34.

Se debe ingresar una lista de ID rollo, y se deben escanear los pesos de los stickers impresos por la báscula del almacén. Una vez construida la lista de ID rollo y pesos, se debe pulsar el botón “Convertir” para extraer el peso de los códigos de barras.

Se debe escoger la máquina de destino en la planta y escribir el número de entrega y finalmente se debe escribir en el espacio ContralorID el número de cédula del contralor quien aprobará la entrega.

The screenshot shows a web browser window with the URL [https://www.cadena.co/trazabilidad/papel seguridad](https://www.cadena.co/trazabilidad/papel%20seguridad). The page title is "cadena. ENTREGA PAPEL DE SEGURIDAD A PRODUCCIÓN". A navigation menu includes: Login, Ingresar, Consultar, **Entregar**, Aprobar, Consultar todo, Consultar Entrega, Consultar Movimientos, Consultar Proveedor, Personal, Artículos, Imprimir.

ID Rollo	Cod pesos	Pesos
2001A	*****	280

Maquina Destino: MULLER 1 (dropdown menu)

Entrega No: 11

Almacenista: 16865365

Nombre: Alexander Sanchez

Contralor\_ID: \*\*\*\*\*

Contralor: Yulieth Martinez

Buttons:  Entrega,  Devolución, **EJECUTAR**

cadena.

Figura 34. Pantalla entrega de rollos desde almacén de materias primas a producción.

Una vez se escriban todos los datos requeridos en esta pantalla, el botón EJECUTAR se hará visible.

POR FAVOR INGRESE LA CLAVE DEL SISTEMA

CLAVE

\*\*\*\*

Cancel OK

Figura 35. Pantalla de ingreso de clave del contralor de seguridad.

Al pulsar el botón EJECUTAR se solicitará la clave del contralor para aprobar la entrega. El contralor deberá ingresar su clave como se detalla en la figura 35.

Al entregar los rollos, el sistema confirmará con un mensaje de “comando exitoso”.

## DEVOLUCIONES

Los rollos se pueden devolver desde la planta al almacén utilizando la misma pestaña destinada para hacer las entregas, pero indicando que se trata de una devolución y seleccionando la opción “Devolución” de la pantalla que permite escoger entre una devolución y una entrega tal como se muestra en la figura 36.

Page 1

https://www.cadena.co/trazabilidad/papel seguridad

### cadena. DEVOLUCIÓN PAPEL DE SEGURIDAD DESDE PRODUCCIÓN

Login Ingresar Consultar **Entregar** Aprobar Consultar todo Consultar Entrega Consultar Movimientos Consultar Proveedor Personal Artículos Imprimir

**Convertir**

ID Rollo	Cod pesos	Pesos
2001A	*****	260

**Almacenista**  
16865365

**Operador ID**  
16865365

**Contralor ID**  
\*\*\*\*\*

**EJECUTAR**

Entrega  
 Devolución

**Nombre**  
Alexander Sanchez

**Nombre Operador**  
Alexander Sanchez

**Contralor**  
Yulieth Martinez

cadena.

Figura 36. Pantalla de devolución de papel desde producción hasta almacén de materias primas.

Se debe ingresar el ID del rollo a devolver al almacén. Se debe leer el código de barras del peso que el almacén va a recibir desde la planta y pulsar el botón “Convertir”.

Debe escribirse el número de cédula de la persona que hace la devolución y el número de cédula del contralor que aprobará la devolución. Cuando todos estos campos se han ingresado, se debe presionar el botón EJECUTAR.

Para aprobar la devolución se solicitará la clave del sistema al contralor, de la misma manera como se ejecutó en el proceso de entrega e ilustrado en la figura 35.

## CONSULTAR UBICACION

Esta pestaña permitiría consultar la ubicación física y el peso actual de los rollos que se encuentran en el sistema. Es posible conocer los números de identificación de los ID Rollo, la ubicación física de cada rollo y la fecha en que ingresó un rollo al almacén.

ID Rollo	Artículo	Descripción	Fecha Ingreso	Peso Actual	Ubicación
100	M1.00.00011	PAPEL MARCA DE AGUA	01/10/2024	50	ALMACEN
222022	M1.00.00011	PAPEL MARCA DE AGUA	01/10/2024	70	PRONTO
300011	M1.00.00011	PAPEL MARCA DE AGUA	01/10/2024	85	MULLER 1
300012	M1.00.00011	PAPEL MARCA DE AGUA	01/10/2024	30	ALMACEN
40011	M1.00.00011	PAPEL MARCA DE AGUA	01/10/2024	120	PRONTO 2

Figura 37. Pantalla para consultar ubicación del rollo.

La consulta se hace introduciendo un rango de fechas y luego presionando el botón CONSULTAR. La tabla de datos puede exportarse a Excel con el botón EXPORTAR. Esta pestaña se representa en la figura 37.

## CONSULTA DE ENTREGAS Y DEVOLUCIONES

Esta pestaña permite consultar las entregas y devoluciones que se han realizado de los rollos. Se debe introducir un rango de fechas para hacer la consulta.

Page 1

https://www.cadena.co/trazabilidad/papel seguridad

**cadena.**

Login Ingresar Consultar Entregar Aprobar Consultar Ubi **Consultar Entrega** Consultar Movimientos Consultar Proveedor Personal Artículos Imprimir

**Entregas**

ID Rollo	peso	Entrega	Artículo	Descripción	Almacenista	Nombre	Contralor	Nombre	fecha Entrega
222022	50	ALMACEN	M1.00.0001	PAPEL MARCA DE AGUA	1639865	Jairo Muñoz	345677	Ximena Mejia	07/10/2024
222022	70	PRONTO	M1.00.0001	PAPEL MARCA DE AGUA	1639865	Jairo Muñoz	345677	Ximena Mejia	07/10/2024
222022	85	MULLER 1	M1.00.0001	PAPEL MARCA DE AGUA	1639865	Jairo Muñoz	345677	Ximena Mejia	07/10/2024

**Devoluciones**

ID Rollo	peso	Entrega	Artículo	Descripción	Almacenista	Nombre	Contralor	Nombre	fecha Entrega
222022	50	ALMACEN	M1.00.0001	PAPEL MARCA DE AGUA	1639865	Jairo Muñoz	345677	Ximena Mejia	07/10/2024
222022	70	PRONTO	M1.00.0001	PAPEL MARCA DE AGUA	1639865	Jairo Muñoz	345677	Ximena Mejia	07/10/2024
222022	85	MULLER 1	M1.00.0001	PAPEL MARCA DE AGUA	1639865	Jairo Muñoz	345677	Ximena Mejia	07/10/2024

Desde: 01/10/2024 Hasta: 10/10/2024

**CONSULTAR** **EXPORTAR** **cadena.**

Figura 38. Pantalla para consultar el registro de entrega de los rollos seleccionados.

Esta consulta muestra para cada ID entregado, el peso con el que se entregó, el número de la entrega, el destino, el almacenista que lo entrega, el contralor que lo aprobó y la fecha en la que se realizó la entrega.

En la lista de devoluciones aparecen el ID del rollo devuelto, el peso de la devolución, al artículo, la persona que lo recibe en el almacén, el contralor que aprueba la devolución y la fecha. Esta pestaña se representa en la figura 38.

## CONSULTA POR ID DE ROLLO

Esta consulta permite conocer los movimientos que ha tenido un rollo ingresando su ID. La consulta muestra la entrada al almacén (desde el proveedor), las entregas que se han hecho a la planta y las devoluciones que ha tenido este rollo.

Es posible exportar a Excel la información mediante el botón destinado para este fin tal como se muestra en la figura 39.

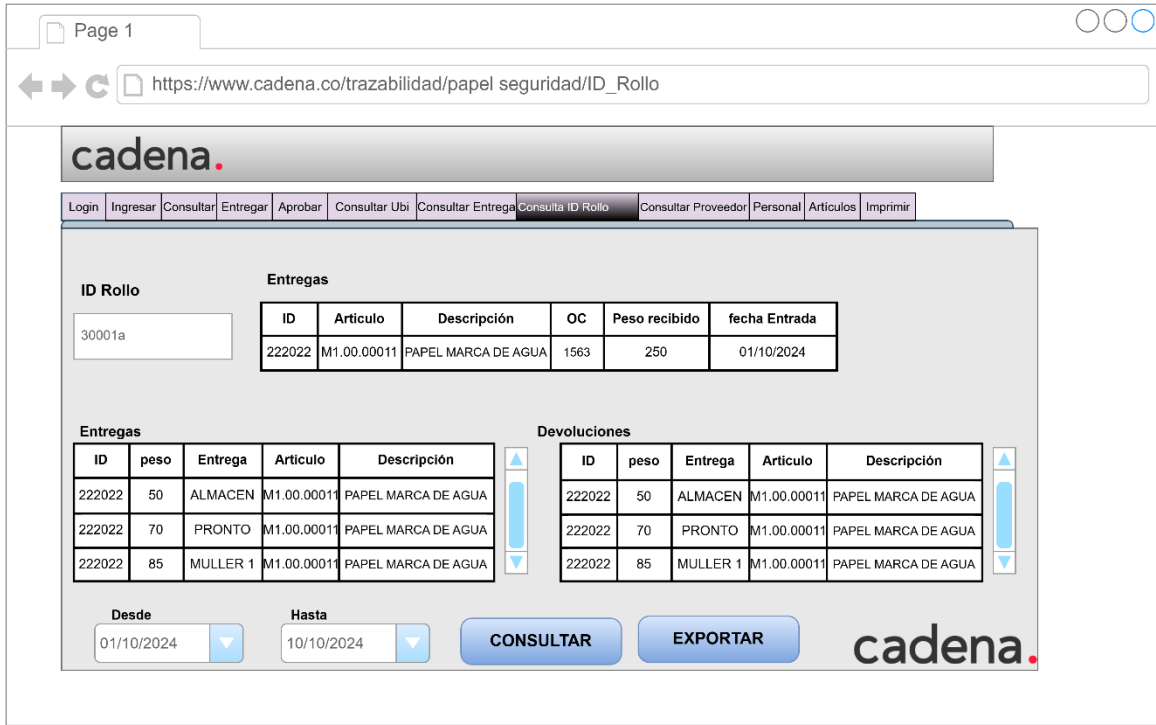


Figura 39. Pantalla de consulta del ID rollo.

### CONSULTA PROVEEDOR

Esta consulta entrega la información correspondiente a los ID rollo recibidos desde el proveedor, principalmente los pesos reportados por el proveedor y los pesos registrados como recibidos del almacén. Aplica también un rango de fechas para realizar la consulta y permite exportar los datos reportados a Excel. Esta pestaña se muestra en la figura 40.

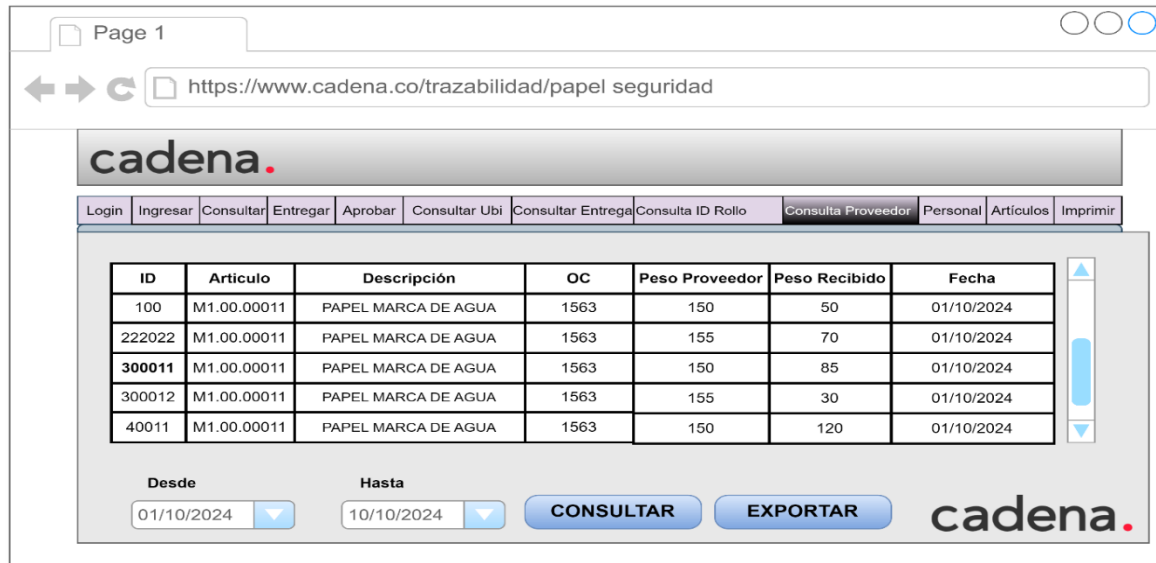


Figura 40. Pantalla para consultar la información de los rollos recibidos por el proveedor.

## PERSONAL

Esta pestaña permite ingresar o borrar personal a la base de datos y definir su rol como almacenistas, operadores y contralores. También permite cambiar las claves de los usuarios del sistema (almacenistas y contralores). Esta pestaña se muestra en la figura 40.

Page 1  
https://www.cadena.co/trazabilidad/papel seguridad

**cadena.**

Login Ingresar Consultar Entregar Aprobar Consultar todo Consultar Entrega Consulta ID Rollo Consultar Proveedor **Personal** Articulos Imprimir

**Cedula**  
16865365

**Nombre**  
Alexander Sanchez

**Rol**  
▼

**INGRESAR** **NUEVA CLAVE**

**ELIMINAR**

**Clave**

**cadena.**

Figura 41. Pantalla para administrar usuarios.

## ARTICULOS

La pestaña artículos permite definir nuevos productos en el sistema o modificar los que ya existen. Esta pestaña se muestra en la figura 42.

Page 1  
https://www.cadena.co/trazabilidad/papel seguridad

**cadena.**

Login Ingresar Consultar Entregar Aprobar Consultar todo Consultar Entrega Consulta ID Rollo Consultar Proveedor Personal **Articulos** Imprimir

**Artículo ID**  
16865365

**Descripción**  
Alexander Sanchez

**Ancho**  
43,2

**Gramaje**  
90

**EJECUTAR** **EJECUTAR**

**cadena.**

Figura 42. Pantalla administración de artículos.

## IMPRIMIR

La pestaña Imprimir permite ingresar un número de ID y sacar una copia del código de barras. Se imprimen dos casillas con el mismo código. Esta pestaña se muestra en la figura 43.

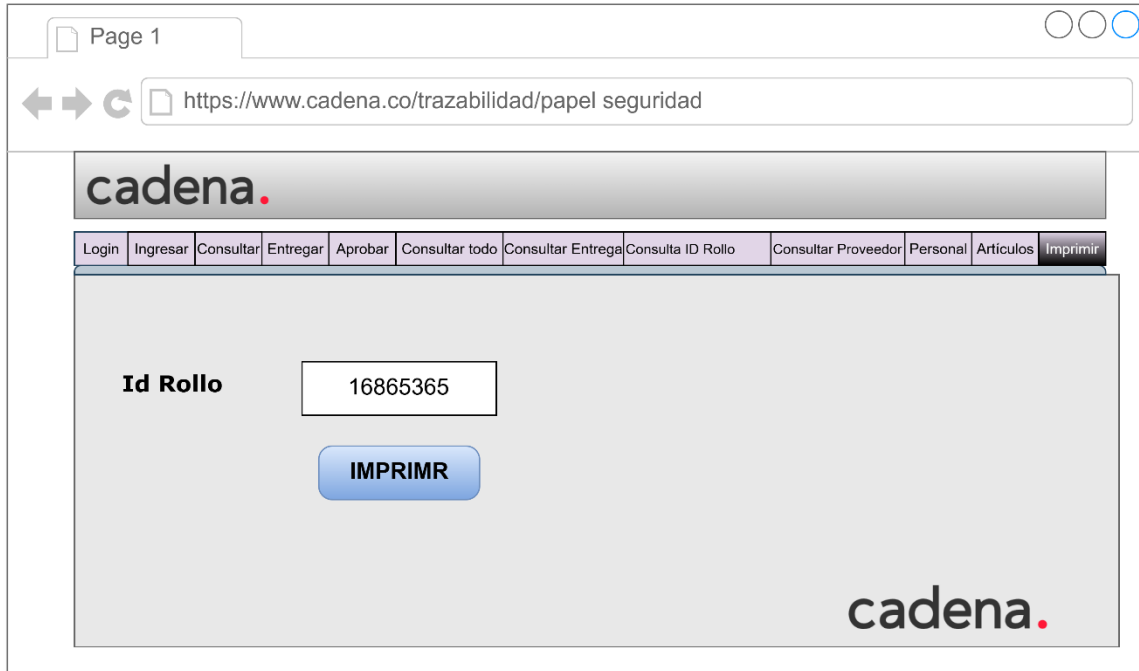


Figura 43. Pantalla para imprimir ID de rollo.

### 8.2.9 Validar el diagrama:

Cada uno de los campos planteados en el mockup del punto 8.2.8 se encuentran incluidos y validados en el modelo relacional de la figura 24 para que de esta manera se pueda dar viabilidad a la solución conceptual propuesta, adicional el paso a paso descrito en el mockup permite entender como se pasaría de un proceso con ingresos manuales al ingreso de información sin manipulación por parte de las personas que intervienen en el proceso, toda esta información es capturada directamente por los lectores QR al leer las etiquetas que vienen desde el proveedor, las etiquetas generadas automáticamente por las básculas del almacén de materias primas y las maquinas de producción. Este aplicativo también toma la información del ERP de la compañía a través de una interfaz de comunicación que se debe definir al momento de la implementación.

Hasta este punto se deja planteado el control de papel de seguridad con un alcance definido desde proveedor, recepción en el almacén y entrega al proceso de producción.

## 8.2.10 Resultados esperados:

En la figura 44 se muestra de manera teórica el resultado esperado.

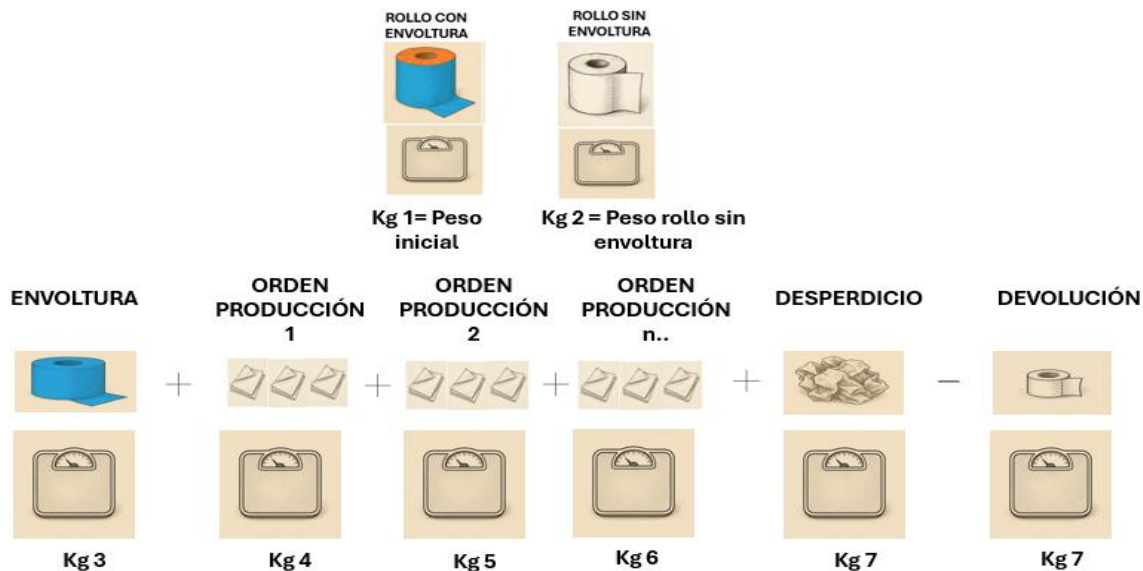


Figura 44. Funcionamiento sistema

En donde:

**Kg 1:** Peso del rollo inicial con la envoltura

**Kg 2:** Peso del rollo inicial sin envoltura

**Kg 3:** Peso de la envoltura

**Kg 4:** Peso de orden de producción 1

**Kg 5:** Peso de orden de producción 2

**Kg 6:** Peso de orden de la última orden de producción producida con el rollo inicial

**Kg 7:** Peso del desperdicio correspondiente al rollo inicial

**Kg 8:** Peso del rollo devuelto que es usado para producir más órdenes de producción hasta que se finalice

El balance del rollo que nos debe mostrar el sistema cada vez que se produzca un orden de producción es:

**Ecuación 1:**

$Kg\ 1$  (peso inicial del rollo) =  $Kg\ 2$  (peso del rollo sin envoltura) +  $Kg\ 3$  (peso de la envoltura) +  $Kg\ 4$  (peso real de la orden de producción 1) +  $Kg\ 5\ 4$  (peso real de la orden de producción 2) +  $Kg\ 6$  (peso real de la orden de producción n) +  $Kg\ 7$  (peso del desperdicio) -  $Kg\ 8$  (peso de la devolución)  $\pm 1\%$

Los Kg de las ordenes de producción realizadas tambien se hacen de manera teórica para validar que el peso reportado sea coherente con el peso teórico.

El caculo del peso teórico de las ordenes producidas es:

**Ecuación 2:**

$Kg\ orden\ de\ producción\ (1, 2, 3, n \dots)\ teórico = Hojas\ producidas\ (unidad) \times ancho\ del\ rollo\ inicial \times Largo \times gramaje\ del\ papel$

El sistema debe validar cada vez que se produzca una orden de producción que:

**Ecuación 3:**

$Kg\ teóricos\ de\ la\ producción\ (Ecuación\ 2) = Kg\ que\ se\ pesan\ de\ la\ producción \pm 1\%$

Es muy importante esta validación ya que el balance debe hacerse cada vez que se produzca una orden y no esperar hasta que se consuma el rollo para validad el balance.

El área de monitoreo debe estar conectada a las maquinas en donde se hace la producción y en el momento que un balance no cuadre y se debe activar una alarma y cerrar el área para entender que pasó y resolver en el momento.

En la figura 45 se puede ver el flujo de cómo es el proceso.



Figura 45. Sistema implementado.

## 9 CONCLUSIONES:

- La dependencia de registros manuales en el proceso de control del papel de seguridad genera ineficiencias, incrementa el riesgo errores al digitar la información y no permite hacer una trazabilidad oportuna, esto impacta directamente la seguridad del material y aumentan las probabilidades de fraudes, afectando tanto la operatividad como la reputación de la empresa.
- En el presente estudio se muestra como los sistemas de trazabilidad, como metodología de control entre diferentes etapas es conveniente para administrar en tiempo real el uso de papel de seguridad de manera rápida y precisa, lo que permite detectar irregularidades en su consumo y hacer los correctivos que sean pertinentes de manera inmediata.
- Este trabajo permitirá a la empresa en estudio entregar el requerimiento completo de la solución al equipo de desarrollo que estará a cargo de la implementación, logrando ahorrarse el tiempo de entendimiento y diagnóstico que normalmente realiza el equipo de implementación, lo que se reflejará también en un menor costo para la empresa.
- En la caracterización del proceso realizada para el presente estudio se identifican las siguientes etapas:
  1. Ingreso de la materia prima por parte del proveedor en las instalaciones de la empresa en estudio.
  2. Entrega de papel a los procesos de producción.
  3. Procesamiento de papel para elaboración de producto en las diferentes etapas del proceso.
  4. Control de producto terminado.
  5. Manejo de desperdicios.
- Como lo recomienda la revisión bibliográfica que se realizó para el presente estudio, usar tecnologías de trazabilidad por medio del uso de diferentes códigos según sea la necesidad (ver figura 5) fue de gran ayuda para recomendar que los códigos 2D eran suficientes para realizar el control y así usar los dispositivos de lectura existentes en la empresa en estudio y no invertir en recursos adicionales.

## 10 RECOMENDACIONES:

- El alcance de este trabajo fue plantear un modelo de control para los dos primeros puntos mencionados anteriormente, se recomienda continuar con el desarrollo de los puntos 3 hasta el 5 para tener un control completo en todas las etapas del proceso, teniendo como base lo planteado para el punto 1 y 2.
- Para llevar a cabo dicha implementación, se sugiere a la organización conformar un equipo interdisciplinario que integre las áreas de tecnología y operaciones.
- Se pueden realizar dos trabajos de maestría en diferentes campos para el proceso de implementación, uno sería todo el desarrollo de bases de datos y el segundo sería la implementación electrónica de la solución final.

## 11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Butticè, V., Caviggioli, F., Franzoni, C., Scellato, G., Stryszowski, P., & Thumm, N. (2020). Counterfeiting in digital technologies: An empirical analysis of the economic performance and innovative activities of affected companies. *Research Policy*, 49(5), 103959.

Gartner, P., Benfer, M., Kuhnle, A., & Lanza, G. (2021). Potentials of Traceability Systems-a Cross-Industry Perspective. *Procedia CIRP*, 104, 987-992.

Global Standards One, 2012. GS1 Standards Document GS1 Global Trace-ability Standard. Standard. Brussels, Belgium.

Kuhn, M., Kaminski, E. T., & Franke, J. (2022). Track and Trace: Integrating static and dynamic data in a hybrid graph-based traceability model. *Procedia CIRP*, 112, 250-255.

Jansen-Vullers, M. H., van Dorp, C. A., & Beulens, A. J. (2003). Managing traceability information in manufacture. *International journal of information management*, 23(5), 395-413.

Patidar, A., Sharma, M., & Agrawal, R. (2021). Prioritizing drivers to creating traceability in the food supply chain. *Procedia CIRP*, 98, 690-695.

Regattieri, A., Gamberi, M., & Manzini, R. (2007). Traceability of food products: General framework and experimental evidence. *Journal of food engineering*, 81(2), 347-356.

Riexinger, G., Doppler, J. P., Haar, C., Trierweiler, M., Buss, A., Schöbel, K., ... & Bauernhansl, T. (2020). Integration of traceability systems in battery production. *Procedia CIRP*, 93, 125-130.

Schuitemaker, R., & Xu, X. (2020). Product traceability in manufacturing: A technical review. *Procedia CIRP*, 93, 700-705.

Soon, J. M., & Manning, L. (2019). Developing anti-counterfeiting measures: The role of smart packaging. *Food Research International*, 123, 135-143.

Wong Durand, S., & Gutarra Meza, F. N. (2017). Análisis y requerimientos de software: manual autoformativo interactivo, 25-26,  
[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4281/1/DO\\_FIN\\_103\\_MAI\\_UC0939\\_2\\_018.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4281/1/DO_FIN_103_MAI_UC0939_2_018.pdf) (abreviatura <https://goo.su/F1B2IP>)

Vilaplana, P. C. Caso práctico sobre bases de datos relacionales, 7-8.  
<https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/6788/10/Caso%20pr%C3%A1ctico%20sobre%20bases%20de%20datos%20relacionales.pdf> (abreviatura <https://goo.su/RurQM>)