

PRIORIZACIÓN DE RIESGOS OPERACIONALES EN LA RECOLECCIÓN Y
TRANSPORTE DE RESIDUOS CÁRNICOS EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA
COMERCIALIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS

YESICA DELGADO LENIS
BRYAN ÁNDRES GONZÁLEZ GÁLVIZ

TRABAJO DE GRADO

DIRECTOR
LIZETH CASTRO MERCADO M.Sc. Ph.D
NATHALY MARTÍNEZ ESCOBAR M.Sc.
INGENIERÍA INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
SECCIONAL BUGA
GUADALAJARA DE BUGA

2025

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN	6
1. INTRODUCCIÓN	7
3. PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA	8
4. OBJETIVOS	12
4.1 OBJETIVO GENERAL	12
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
5. MARCO REFERENCIAL	12
5.1 MARCO TEORICO	12
5.1.1 Riesgos operacionales	12
5.1.1.3 Manejo de residuos cárnicos.	14
5.2 MARCO LEGAL O NORMATIVO	15
5.2.1 Normatividad y regulaciones aplicadas en la industria en cuanto a residuos cárnicos.	15
5.3 ESTADO DEL ARTE	16
5.3.1 Antecedentes de otros trabajos de grado y artículos.	16
6. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA.	18
6.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA.	18
6.1.1 Entrevista.	21
6.1.2 Descripción y análisis de los procesos.	22
6.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS OPERACIONALES EN LOS PROCESOS DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE	27
6.2.1 Revisión de riesgos en la literatura.	28
6.2.2 Creación y aplicación de cuestionarios.	32
6.2.3 Consolidación de los resultados	35
6.2.4 Matriz de probabilidad e impacto.	39
6.3 PRIORIZACIÓN DE RIESGOS OPERACIONALES EN LA RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS CÁRNICOS	43
6.3.1 Selección de riesgos a priorizar	43
6.3.2 definición del equipo evaluador	46
6.3.3 Aplicación de la herramienta QFD difuso para priorizar los riesgos	46
6.3.3.1 Fase 1. Identificación de variables internas (“Qué’s”)	47
6.3.3.2 Fase 2. Determinar la importancia relativa de los “Qué’s”	48
6.3.3.3 Fase 3: Identificación de los “Cómo’s” (objetivos estratégicos)	50

6.3.3.4 Fase 4: Determinación de la correlación de los “Qué’s” con los “Cómo’s”.	51
6.3.3.5 Fase 5. Determinación del peso de los “Cómo’s”, “ Pc ”.....	53
6.3.3.6 Fase 6. Determinar el impacto de los riesgos sobre los objetivos estratégicos “Cómo’s”.	54
6.3.3.7 Fase 7. índice de prioridad de los riesgos <i>IPR</i>	56
.....	58
6.3.3.8 Priorización de los riesgos.	59
6.4 ELABORACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN.....	61
6.4.1 Plan de acción para los riesgos priorizados en la Recolección de RCO.	62
6.4.2 Plan de acción para los riesgos priorizados en el transporte de RCO.	63
7. CONCLUSIONES	68
8. REFERENCIAS.....	69
9. ANEXOS	74

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de los procesos.	25
Tabla 2. Riesgos identificados en la literatura para el proceso de transporte.	28
Tabla 3. Riesgos identificados en la literatura para el proceso de recolección.	31
Tabla 4 Impactos - riesgos en el transporte.	37
Tabla 5. Impacto - riesgos en la recolección.	38
Tabla 6. Probabilidad - impacto riesgos en la recolección.	40
Tabla 7. Probabilidad – impacto riesgos en el transporte.	42
Tabla 8. Riesgos en los procesos de recolección y transporte de RCO a priorizar.	44
Tabla 9. Grupo de expertos.	46
Tabla 10. QUÉ'S para el proceso de recolección.	48
Tabla 11. QUÉ'S para el proceso de transporte.	48
Tabla 12. Escala lingüística difusa.	48
Tabla 13. Calificaciones Qué's del proceso de transporte de RCO.	49
Tabla 14. Calificaciones Qué's del proceso de recolección de RCO.	49
Tabla 15. Calificación difusa de los qué's del proceso de recolección de RCO.	50
Tabla 16. Calificación difusa de los qué's del proceso de transporte de RCO.	50
Tabla 17. Cómo's en el proceso de recolección.	50
Tabla 18. Cómo's en el proceso de transporte.	51
Tabla 19. Correlación qué's - Cómo's en el proceso de recolección.	51
Tabla 20. Correlación qué's - cómo's en el proceso de transporte.	52
Tabla 21. Ejemplo correlación qué's / cómo's expresadas en No. triangular difuso.	52
Tabla 22. Promedio de las calificaciones de los Qué's / Cómo's de la recolección.	52
Tabla 23. Promedio de las calificaciones de los Qué's / Cómo's del Transporte.	52
Tabla 24. Importancia relativa de los "Cómo's" respecto a los "Qué's" en la recolección. ...	53
Tabla 25. Importancia relativa de los "Cómo's" respecto a los "Qué's" en el transporte.	53
Tabla 26. Peso de los "Cómo's" en el proceso de Recolección.	54
Tabla 27. Peso de los "Cómo's" en el proceso de Transporte.	54
Tabla 28. Calificación del impacto de los riesgos sobre los "Cómo's" del proceso de recolección.	55
Tabla 29. Calificación del impacto de los riesgos sobre los "Cómo's" del proceso de transporte.	55
Tabla 30. Promedio de las calificaciones Riesgos vs "Cómo's" en la recolección y el transporte.	56
Tabla 31. Valores IPR y IPRf para el proceso de Recolección de RCO.	58
Tabla 32. Valores IPR y IPRf para el proceso de Transporte de RCO.	58
Tabla 33. Límites para el proceso de Recolección.	59
Tabla 34. Límites para el proceso de Transporte.	59
Tabla 35. Riesgos priorizados para el proceso de transporte de RCO.	60
Tabla 36. Riesgos priorizados para el proceso de Recolección de RCO.	60

Tabla 37. Plan de acción para mitigar los riesgos priorizados en el proceso de Recolección de RCO.....	64
Tabla 38. Plan de acción para mitigar los riesgos priorizados en el proceso de Transporte de RCO.	66

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 Fases en un sistema de gestión de riesgos para la cadena de suministros.....	14
Imagen 2 Mapa de Proceso	19
Imagen 3 Cadena para la Recuperación de Residuos Cárnicos Orgánicos (RCO).	20
Imagen 4 Flujograma proceso de recolección y transporte.....	23
Imagen 5 Matriz de probabilidad / impacto.	39
Imagen 6 Matriz de probabilidad - impacto proceso de recolección.	41
Imagen 7 Matriz probabilidad - impacto de los riesgos en el proceso de transporte	43

1. RESUMEN

La gestión de riesgos operacionales en empresas dedicadas a la recolección y transporte de residuos cárnicos representa un desafío clave para garantizar la seguridad, eficiencia y sostenibilidad de sus operaciones. Este trabajo de grado tiene como objetivo priorizar los riesgos operacionales presentes en dichos procesos dentro de una empresa comercializadora de subproductos cárnicos, utilizando una metodología multicriterio basada en el Despliegue de la Función de la Calidad (QFD) con teoría difusa.

Inicialmente, se realizó la caracterización de los procesos de recolección, transporte, deshuese y almacenamiento mediante entrevistas y observaciones, lo cual permitió identificar los recursos, condiciones laborales y actividades específicas involucradas. Posteriormente, se identificaron riesgos operacionales a través de una revisión bibliográfica y la aplicación de cuestionarios al personal operativo, determinando su probabilidad de ocurrencia y nivel de impacto.

La fase de priorización permitió seleccionar y evaluar los riesgos más críticos, identificando uno con prioridad muy alta que es la ruptura de la cadena de frío, siete con prioridad alta en el proceso de transporte siendo contaminación biológica uno de los más relevantes y siete con prioridad alta en el proceso de recolección siendo la contaminación cruzada la más representativa. Estos riesgos fueron evaluados con base en su impacto sobre los objetivos estratégicos del proceso, aplicando la metodología QFD difusa para una clasificación más precisa.

Finalmente, se propuso un plan de acción orientado a mitigar los riesgos priorizados, el cual incluye medidas específicas como mantenimiento preventivo de vehículos, protocolos de comunicación con proveedores y fortalecimiento del uso de equipos de protección personal. Este trabajo ofrece una herramienta útil para mejorar la gestión de riesgos operacionales en la empresa objeto de estudio y puede servir como referencia para otras organizaciones del sector que enfrenten desafíos similares.

Palabras clave: Riesgos operacionales; Residuos cárnicos; Recolección y transporte; Metodología multicriterio; QFD; Lógica difusa; Mitigación de riesgos

1. INTRODUCCIÓN

En el entorno empresarial actual, caracterizado por su volatilidad y alta competitividad, las organizaciones se enfrentan a una amplia variedad de riesgos que pueden afectar su desempeño. Entre ellos, los riesgos operacionales representan un factor crítico, ya que están directamente relacionados con las actividades cotidianas que permiten el funcionamiento de una empresa. En especial dentro del ámbito operacional, logístico y de transporte, gestionar estos riesgos se ha convertido en un componente esencial para garantizar la eficiencia, la seguridad y la sostenibilidad (Wagner & Bode, 2008, p. 312).

Cada sector económico enfrenta riesgos operacionales específicos, según la naturaleza de sus procesos. En el caso del sector cárnico, su cadena operativa se caracteriza por una alta sensibilidad, dado que requiere un estricto control de sus actividades y una fuerte dependencia de condiciones sanitarias y logísticas. Estos factores lo hacen especialmente vulnerable a los riesgos operacionales, los cuales pueden impactar directamente en la eficiencia y productividad de sus procesos. Según la DAFP (2018), la identificación y priorización de estos riesgos es fundamental para implementar estrategias efectivas de mitigación y control, que contribuyan a la generación de valor en la organización.

Por lo anterior, el objetivo principal de este estudio es priorizar los riesgos operacionales en la recolección y transporte de residuos cárnicos orgánicos en la empresa dedicada a la comercialización de subproductos. Esta gestión ofrecerá una visión más clara sobre la importancia y urgencia con que se deben considerar los riesgos identificados, para así facilitar la asignación más eficiente de los recursos.

Una vez identificados los riesgos operacionales, se propone en este estudio realizar una priorización, basándose en una metodología multicriterio que permita integrar un análisis basado en criterios relevantes obtenidos a partir de la literatura. Con esta metodología se espera que se desarrolle una evaluación más objetiva de los riesgos, teniendo en cuenta factores como la probabilidad e impacto de ocurrencia.

Dado lo anterior, este estudio se enfoca en identificar, evaluar y priorizar riesgos operacionales que pueden afectar la eficiencia, seguridad y continuidad de las operaciones en una organización. Además de contribuir a la mejora de las operaciones de la empresa comercializadora de subproductos, también busca ofrecer una guía práctica para otras empresas del sector que enfrentan desafíos similares en la gestión de residuos cárnicos.

Finalmente, este documento parte con un planteamiento del problema donde se contextualiza la situación de la empresa y se justifica la importancia del estudio, después de ello se encuentran los objetivos que son los encargados de orientar y dar la visión del propósito del estudio, posterior está el marco teórico que presenta los fundamentos conceptuales necesarios para entender el estudio, seguido a ello la metodología, que nos dará

las acciones a seguir para cumplir con los objetivos y por último, se incluyen los anexos, que recopilan los soportes utilizados a lo largo del desarrollo del trabajo.

3. PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, la gestión de residuos orgánicos se ha convertido en un reto tanto para la industria como para el gobierno, ya que *“Las industrias alimentarias y afines a la agricultura suelen producir grandes cantidades de desechos y, cuando no se dispone de sistemas de eliminación adecuados, esos desechos causan problemas ambientales”* (Khan et al, 2021). Ante esta situación, surge la importancia y el desafío de hacer una buena gestión de residuos, ya que, si no se disponen de la mejor forma, estos desechos representan uno de los mayores riesgos para la salud pública y el medio ambiente, según un estudio realizado por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018)

En particular, dentro de esta problemática global, la gestión de los residuos de origen animal, especialmente los residuos cárnicos representan un desafío complejo. Estos residuos corresponden a “parte no comestible que puede utilizarse con fines industriales, como ejemplo de ello, los huesos, cueros, sangre y pezuñas” (Khan et al., 2021), provenientes de mataderos y establecimientos comerciales. Sin un tratamiento adecuado, estos materiales "contienen altos niveles de materia orgánica y pueden ser una fuente de patógenos, olores desagradables y contaminación si no se tratan y eliminan correctamente, en un tiempo específico que está determinado por la curva de deterioro de este tipo de residuos orgánicos" (Arvanitoyannis & Ladas, 2008).

En Colombia los sectores de alimentos que más carga contaminante orgánica generan son los Subsector de cárnicos y de aves, ya que aportan cerca del 22% de la carga orgánica por el total del sector de alimentos, siendo superado únicamente por el subsector de curtido y preparado de cuero que cuenta con un 25,8% del aporte a la carga orgánica” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2005). Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

Frente a este panorama, es de vital importancia que exista una intervención por parte de los sectores públicos y privados para mitigar los impactos ambientales que estas actividades generan para el ecosistema, tales como la contaminación del recurso hídrico y de los gases emitidos a la atmósfera. Estos efectos ambientales, además, las convierten en fuentes potenciales de enfermedades y emergencias sanitarias para la comunidad, (Reuter et al., 2023).

Según la Norma Técnica Colombiana NTC 5667/2020, las empresas relacionadas con la recolección y tratamiento de residuos cárnicos “son fundamentales para dar fin a estos

residuos, ya que su gestión previene la contaminación ambiental y contribuye a mejorar la salud pública al prevenir enfermedades y a reducir la presencia de olores desagradables, fomentando así un entorno seguro y sostenible para las personas”

En este contexto, es evidente que la globalización y el crecimiento exponencial de la población cada vez es más acelerada haciendo que la demanda de empresas que se dediquen a la actividad de recolección y transporte de residuos cárnicos tenga un alza significativa en el mercado. No obstante, se han incrementado los riesgos en las cadenas de suministro y abastecimiento en esta actividad, así como dice Chopra y Meindl (2007) “la incertidumbre de los riesgos que se pueden presentar cada vez se hace más amplia”. Por ello es necesario identificarlos, priorizarlos y abordarlos.

De hecho, Chopra y Meindl (2007), resaltan la importancia de que las cadenas de suministro globales estén conscientes de los diversos factores de riesgo que podrían afectar su funcionamiento y que desarrollen e implementen estrategias efectivas para reducir o mitigar esos riesgos. De manera complementaria, Manuj, I. y Mentzer, J.T. (2008) es fundamental reconocer que a lo largo de la cadena de suministro de cualquier empresa productiva se puede presentar cualquier tipo de riesgo, que pueden surgir en cualquier etapa del proceso. No identificarlos ni tratarlos a tiempo puede generar consecuencias mayores a largo plazo afectando así la rentabilidad de la empresa.

Para las organizaciones es muy importante la priorización de riesgos porque ayuda a centrar la atención en aquellos que representan una mayor amenaza para alcanzar los logros de sus objetivos estratégicos. Esto permite asignar recursos para su mitigación, de una manera costo-efectiva enfocándose primero en los de mayor prioridad (Canaza y Torres, 2019), lo que contribuye a disminuir la posibilidad de estar sujetos a gastos derivados por los daños ocasionados.

Además de lo anterior, no identificar los riesgos dentro de las empresas genera una serie de problemas. Estos van desde la falta de conciencia de los riesgos operacionales a los que están expuestos los trabajadores, hasta la aparición de desafíos imprevistos y dificultades para afrontarlos. Todo esto afecta directamente la competitividad y eficiencia de las organizaciones.

En este sentido, la empresa comercializadora de subproductos ubicada en la ciudad de Bogotá se dedica a la recolección, transporte, deshuese, almacenamiento y comercialización de subproductos relacionados con residuos cárnicos orgánicos. Esta organización ha estado en el mercado por más de 5 años y, a pesar de contar con experiencia en el sector, enfrenta una serie de desafíos que ha disminuido su competitividad.

En primer lugar, la empresa atiende a una amplia diversidad de proveedores distribuidos geográficamente en la Sabana de Bogotá, especialmente en localidades como Bosa y Suba. Esta dispersión territorial complica la planificación logística de las rutas, ya que implica cubrir grandes extensiones de terreno. Como resultado, la empresa se enfrenta al

desafío de coordinar eficientemente la recolección y el transporte de los residuos desde múltiples puntos de generación hasta sus instalaciones de almacenamiento, lo cual puede provocar demoras y dificultades en la atención a los clientes de los subproductos.

Este retraso en la recolección no solo afecta la imagen de la empresa ante sus clientes y proveedores, sino que también incumple con los estándares de salud y seguridad. En consecuencia, las empresas en Colombia que generan residuos de origen animal (proveedores) y no gestionan correctamente sus vertimientos, es decir, que excedan los límites permisibles, pueden ser objeto de sanciones como multas diarias hasta por una suma equivalente a 5,000 salarios mínimos mensuales legales vigentes, cierre temporal o definitivo del establecimiento, entre otras. Según la Resolución 0631 de 2015 del Ministerio de Ambiente y la Ley 1333 de 2009.

El análisis anterior surge de los incidentes imprevistos que ocurren especialmente en las etapas de transporte y recolección residuos. Se ha identificado, según indicadores de la empresa objeto de estudio, que existe una probabilidad de ocurrencia del 23.3% (es decir, 7 de cada 30 días) durante el proceso de recolección y del 36.6% (11 de cada 30 días) durante el transporte. Estos eventos recurrentes están generando situaciones críticas para la empresa, ya que impiden cumplir con los cronogramas establecidos, afectan la atención oportuna a los clientes y reducen la capacidad operativa. Por esta razón, es fundamental identificar los factores de riesgo que provocan estos incidentes. De lo contrario, la empresa seguirá presentando retrasos e incumplimientos que agraven aún más esta situación, ya que estos eventos no solo disminuyen la productividad, sino que también generan costos adicionales, pérdidas de tiempo productivo y la posibilidad de pérdidas de clientes y proveedores.

Para una empresa como esta, que hasta el momento no identifica y prioriza adecuadamente los riesgos operacionales asociados con la recolección y transporte de residuos cárnicos, podría desencadenar una catástrofe ambiental y una crisis de salud pública. Un solo incidente grave, como un derrame o fuga de materiales contaminados, podría contaminar los recursos hídricos de toda una región, propagando enfermedades y poniendo en riesgo la vida de miles de personas (Comisión Europea, 2020; PNUMA, 2016).

No se trata de riesgos menores, ya que los residuos cárnicos representan un cóctel tóxico que puede contener patógenos mortales como: La bacteria *Escherichia coli* (*E. coli*), causante de enfermedades gastrointestinales graves como la colitis hemorrágica y el síndrome urémico hemolítico (OMS, 2018); El virus de la gripe aviar, responsable de epidemias de influenza en humanos y aves de corral (OMS, 2023); El parásito *Taenia solium*, que provoca la enfermedad conocida como teniasis/cisticercosis, una infección potencialmente mortal del sistema nervioso central (OMS, 2022).

Más allá de los daños ambientales y de salud pública, las multas por violaciones ambientales severas en su sector público pueden llegar a decenas de millones de pesos.

Asimismo, la compañía tendría que hacer frente a numerosos litigios y demandas millonarias por daños y perjuicios.

En el peor de los casos, un desastre operacional de tales proporciones tendría incluso el potencial de llevar a la quiebra. Por tanto, para esta empresa dedicada al manejo de materiales de alto riesgo biológico, implementar una gestión de riesgos operacionales ejemplares no es solo una opción, es una necesidad apremiante para prevenir consecuencias ruinosas.

A la hora de evaluar los riesgos operacionales, es importante tener en cuenta una variedad de criterios que reflejen la realidad de la organización. Entre ellos, se pueden considerar aspectos como la probabilidad de que el riesgo ocurra, el posible impacto que tendría, ya sea en lo financiero, en las operaciones diarias o incluso en la reputación de la empresa, así como la efectividad de los controles que ya están implementados (Zio, 2007).

Utilizar una metodología multicriterio permite analizar estos riesgos desde diferentes ángulos, lo que ayuda a evitar enfoques limitados o sesgados que solo consideran un aspecto del problema. Gracias a estas metodologías, se puede comparar y ponderar de forma sistemática cada uno de los criterios, en función de qué tan relevantes son para la organización. De esta manera, se obtiene una base más sólida y confiable para tomar decisiones que realmente ayuden a gestionar los riesgos de forma efectiva (Saaty, 2008).

Como lo señaló Rasmussen (1997), los riesgos operacionales forman parte de un sistema complejo. Justamente por eso, es fundamental entenderlos en profundidad, ya que no solo pueden reducir la productividad, sino también generar daños físicos y afectar los recursos disponibles (Raíán et al., 2023). lo cual se sustenta lo dicho anteriormente.

¿Cómo puede una empresa dedicada a la comercialización de subproductos cárnicos identificar y priorizar los riesgos operacionales asociados a la recolección y transporte de residuos orgánicos para establecer estrategias de mitigación adecuadas?

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Priorizar los riesgos operacionales en la recolección y transporte de residuos cárnicos orgánicos mediante una metodología multicriterio para establecer estrategias de mitigación y control.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Caracterizar los procesos de la empresa objeto de estudio
- ❖ Identificar los riesgos operacionales en la recolección y transporte de los residuos cárnicos en la empresa comercializadora de subproductos.
- ❖ Establecer los riesgos operacionales que tienen mayor impacto en los objetivos estratégicos de la organización mediante una metodología multicriterio.
- ❖ Proponer un plan de acción para la mitigación de los riesgos operacionales priorizados.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 MARCO TEORICO

5.1.1 Riesgos operacionales

De acuerdo con DAFP (2018), *“los riesgos operacionales son aquellos que se derivan de las actividades propias del negocio y pueden afectar la eficacia y efectividad de los procesos y el cumplimiento de los objetivos organizacionales”*, por otro lado, la norma ISO 31000:2018 define que *“El riesgo operacional es el riesgo de pérdida derivadas de procesos, personas y sistemas internos inadecuados, deficientes o de eventos externos. De las dos definiciones se puede concluir que, los riesgos operacionales están relacionados con cualquier condición o situación que pueda interrumpir el funcionamiento normal de las actividades dentro de una organización, y que se pueden originarse tanto en el interior de la empresa, pero también por factores externos que no se pueden anticipar fácilmente.*

5.1.1.1 Tipos de riesgos operacionales.

El Consejo Colombiano de Seguridad (2015) explica diferentes tipos de riesgos operacionales, como los de seguridad física, informática, de recursos humanos, ambientales, riesgos legales y riesgos de fallas en los procesos.

Información más actualizada rescatada de la Guía de Gestión de Riesgos Operacionales del Instituto de Auditores Internos (IIA, por sus siglas en inglés), los riesgos operacionales se clasifican en las siguientes categorías:

- **Riesgo de personal:** Este tipo de riesgo está relacionado directamente con las personas, esta se relaciona con errores humanos involuntarios, fallo en la ejecución de tareas o decisiones equivocadas que no siguen los procedimientos establecidos.
- **Riesgo de procesos:** Hace referencia a los fallos que se presentan en los procedimientos internos, como el uso de métodos inadecuados, controles mal ejecutados.
- **Riesgo externo:** Es un riesgo que procede del entorno y están fuera de control de la organización.
- **Riesgo de terceros:** Este tipo de riesgo relacionado con la dependencia de proveedores, contratistas, socios de negocios, entre otros terceros involucrados en los procesos.

5.1.1.2 Gestión de riesgos operacionales.

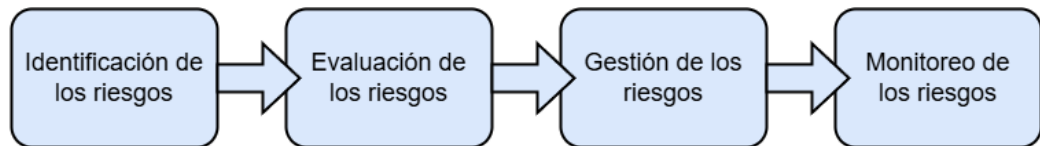
La gestión de riesgos operacionales se define como un proceso sistemático que permite a las organizaciones identificar, analizar, evaluar y tratar los riesgos asociados a sus operaciones. Según la **ISO 31000 (2018)**, este proceso implica las siguientes etapas:

- **Identificación de riesgos:** Consiste en encontrar, reconocer y describir los riesgos que pueden afectar el cumplimiento de los objetivos de las organizaciones.
- **Análisis de riesgos:** Implica comprender la naturaleza del riesgo y determinar su nivel, mediante el análisis de sus causas, fuentes, consecuencias y probabilidad de ocurrencia.

- **Evaluación de riesgos:** Se comparan los resultados del análisis de riesgos con los criterios establecidos para ellos, y de este modo, determinar si es aceptable o requiere un tratamiento.
- **Tratamiento de riesgos:** conlleva seleccionar e implementar opciones para abordar los riesgos, buscar formas de evitarlos, transferirlos, mitigarlos o en el peor de los casos aceptarlos.

Una vez identificados y evaluado, es necesario priorizarlos para enfocar los esfuerzos en los más críticos. Manotas et al., 2016 definió una secuencia de pasos para la correcta gestión de riesgos operacionales para una cadena de suministros **ver imagen 1**.

Imagen 1 Fases en un sistema de gestión de riesgos para la cadena de suministros.



Fuente: Manotas et al., 2016

5.1.1.3 Manejo de residuos cárnicos.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (2021) describe detalladamente cómo se lleva a cabo el proceso de manejo de residuos, desde la segregación inicial hasta la disposición final de los residuos. El manejo de residuos cárnicos abarca todas las actividades necesarias para garantizar que estos residuos se gestionen de manera responsable y efectiva. Según el Manual de Buenas Prácticas para la Gestión de Residuos de Origen Cárnico de la FAO (2015), este proceso se organiza en las siguientes etapas:

- **Segregación y almacenamiento:** Hace referencia a separar y almacenar correctamente los residuos cárnicos, evitando su mezcla con otros tipos de residuos.
- **Recolección y transporte:** Esta etapa consiste en recoger los residuos cárnicos y trasladarlos sin ningún tipo de riesgo, utilizando contenedores y vehículos adecuados que permitan evitar derrames, malos olores o cualquier tipo de contaminación durante el trayecto.
- **Tratamiento:** Se refiere aplicar métodos de tratamiento como compostaje, digestión anaerobia o incineración para reducir el volumen y peligrosidad de los residuos.
- **Disposición final:** Disponer los residuos tratados en rellenos sanitarios u otros sitios autorizados, siguiendo las normas y reglamentaciones aplicables.

Quiceno y López (2020) advierten sobre los riesgos sanitarios y ambientales que pueden surgir cuando los residuos cárnicos no se manejan correctamente. Entre las consecuencias más preocupantes están la contaminación del suelo y del agua, la aparición de vectores como insectos y roedores, y los posibles efectos negativos para la salud pública.

5.2 MARCO LEGAL O NORMATIVO

5.2.1 Normatividad y regulaciones aplicadas en la industria en cuanto a residuos cárnicos.

En Colombia es vital que los residuos sólidos, incluidos los cárnicos, se regulen por diversos motivos poblacionales y ambientales. Estas normativas y regulaciones permiten el control y la prevención de posibles afectaciones que puedan afectar el bienestar común social y del ambiente. Se destacan las siguientes disposiciones relacionadas con el manejo de residuos cárnicos, la seguridad y salud ocupacional en Colombia. Entre estos se encuentran:

- Decreto 1609 de 2002: Reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas, incluyendo los residuos cárnicos.
- Resolución 2674 de 2013: Estipula los requerimientos sanitarios que deben cumplir las actividades de recolección y transporte de residuos cárnicos.
- Resolución 1164 de 2002: Adopta el Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de Residuos Hospitalarios y Similares, el cual incluye los residuos de origen cárnico.
- Decreto 1076 de 2015: Compiló todas las normas reglamentarias del sector ambiente, incluyendo disposiciones sobre la gestión de residuos sólidos.
- Resolución 1407 de 2018: Reglamenta la gestión ambiental de los residuos de construcción y demolición, pero también aplica para otros tipos de residuos, como los cárnicos.
- Resolución 2674 de 2013 del Ministerio de Salud y Protección Social: Esta resolución establece los requerimientos sanitarios que deben cumplir las personas que ejercen actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos y materias primas de alimentos.
- **Resolución 1407 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible:** Establece los criterios para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) y regula aspectos clave del manejo, transporte y disposición final de residuos sólidos, incluyendo los residuos cárnicos orgánicos.

5.3 ESTADO DEL ARTE

5.3.1 Antecedentes de otros trabajos de grado y artículos.

Es fundamental hacer una revisión literaria de artículos, trabajos de grado y demás fuentes que permitan ahondar aún más en mundo de los riesgos operacionales y que del mismo modo hayan abordado temáticas similares y puedan aportar al estudio. Algunos de los estudios relevantes son:

- **Priorización de riesgos operacionales en una red logística inversa para la recuperación de aceite vegetal usado (AVU) (2020):** El trabajo de grado, realizó la caracterización de la red de estudio y la identificación de los riesgos operacionales en los procesos de recolección, transporte y almacenamiento, los cuales fueron priorizados mediante la herramienta QFD difuso, considerando su impacto sobre los objetivos estratégicos. Esto a través de encuestas aplicadas a empresas del sector, se identificaron riesgos críticos como la competencia informal, fallas mecánicas, manipulación inadecuada y deterioro de recipientes. Y por último concluyeron que la metodología utilizada fue eficaz para orientar acciones de mitigación y podría servir de replicada en otras redes logísticas inversas con las mismas condiciones.
- **Fortalecimiento de la gestión de residuos sólidos en la industria cárnica colombiana (2022):** Este trabajo tuvo como propósito diagnosticar el manejo actual de los residuos sólidos generados en la industria cárnica del país y proponer estrategias que contribuyan a su gestión integral. Para ello, se aplicaron encuestas a empresas del sector, se revisó la normatividad ambiental vigente y se desarrolló una matriz DOFA para identificar factores claves. Como resultado, se evidenció una gestión deficiente, especialmente en los subproductos de origen animal, y se plantearon acciones enfocadas en la mejora del cumplimiento normativo, la optimización de procesos internos y la articulación con políticas públicas. Llegando a la conclusión que fortalecer la gestión de residuos en esta industria es clave para mitigar impactos ambientales y mejorar la sostenibilidad del sector.
- ***Gestión del riesgo operacional en el proceso de transporte terrestre de producto terminado del sector azucarero (2018):*** Este estudio tuvo como finalidad identificar y gestionar los riesgos operacionales asociados al transporte terrestre, con el objetivo de mejorar la eficiencia del proceso. Se caracterizó el proceso, se recopiló información mediante entrevistas y observación directa, se utilizó la herramienta QFD para priorizar los riesgos según su impacto sobre los objetivos estratégicos. Entre los riesgos más relevantes se encontraron fallas mecánicas, accidentes viales y retrasos ocasionados por factores externos como el clima. Se concluyó que la

aplicación de la metodología facilita la toma de decisiones y permite enfocar esfuerzos en los riesgos que afectan de forma crítica el desempeño logístico.

- ***Propuesta metodológica de gestión de riesgos para el transporte de aguacate hass desde la línea de empaque hasta los puertos en el valle del cauca (2020):*** Este trabajo tuvo como objetivo diseñar una metodología de gestión de riesgos que permitiera identificar, analizar y controlar los eventos que afectan el transporte terrestre del aguacate Hass destinado a exportación. Se caracterizó el proceso logístico y se aplicó la herramienta multicriterio AHP para priorizar los riesgos según su impacto y probabilidad. Entre los principales riesgos se identificaron retrasos en la entrega, variaciones en la temperatura y fallas en la manipulación del producto. Se concluyó que la metodología propuesta permite anticiparse a posibles afectaciones y contribuye a la mejora de la eficiencia y seguridad del proceso logístico en este sector
- ***Identificación y priorización de riesgos operacionales en el transporte de residuos hospitalarios (2018):*** Este trabajo se centró en identificar y priorizar los riesgos operacionales presentes en el proceso de transporte de residuos hospitalarios, considerando su impacto en la seguridad, el medio ambiente y la salud pública. Se caracterizó el proceso de transporte y se aplicó la herramienta AHP difuso como metodología de análisis multicriterio para jerarquizar los riesgos identificados. Entre los más relevantes se encontraron el manejo inadecuado de los residuos, accidentes durante el transporte, y la exposición del personal a agentes biológicos. Se concluyó que la priorización de riesgos mediante AHP difuso permite establecer controles efectivos y mejorar la gestión del transporte en este tipo de residuos peligrosos.
- ***Priorización de Riesgos Operacionales para un Proveedor de Tercera Parte Logística - 3PL (2017):*** Este artículo tuvo como propósito identificar y priorizar los riesgos operacionales que afectan a un proveedor 3PL en sus actividades logísticas, con el fin de fortalecer la gestión del riesgo y optimizar el servicio. Se caracterizó el modelo operativo del proveedor, se recopiló datos mediante entrevistas y revisión documental, y se aplicó la herramienta AHP como método multicriterio para jerarquizar los riesgos en función de su impacto, probabilidad y capacidad de detección. Entre los riesgos más críticos se identificaron fallas en la trazabilidad de la información, pérdida de mercancía, y accidentes en la operación. Se concluyó que el uso del AHP facilita la toma de decisiones y permite enfocar los recursos en los puntos de mayor vulnerabilidad operativa.
- ***Hacia un marco conceptual para la gestión de la incertidumbre y el riesgo de la cadena de suministro en la industria australiana de la carne roja: un enfoque basado en los recursos (2019):*** Este artículo propuso un marco conceptual orientado a la gestión de la incertidumbre y los riesgos en la cadena de suministro de este sector, desde una perspectiva basada en los recursos. A través de una revisión teórica y del análisis del entorno operativo, se identificaron fuentes de riesgo como eventos climáticos extremos, fluctuaciones en la demanda y fallas logísticas.
- ***Desarrollo de Planes de Mitigación de Gestión de Riesgos para la Cadena de Suministro de Leches de Fórmula Infantil Utilizando un Modelo AHP (2023):*** El estudio tuvo como objetivo identificar, evaluar y priorizar los riesgos presentes en la

cadena de suministro de leches de fórmula infantil, con el fin de proponer planes de mitigación efectivos. A partir de una caracterización del proceso logístico y una revisión documental, se empleó el método AHP como herramienta multicriterio para jerarquizar los riesgos según su impacto, probabilidad y detectabilidad. Entre los riesgos más relevantes se identificaron interrupciones en el transporte, fallas en la calidad del producto y retrasos en el abastecimiento. Se concluye que la aplicación del AHP permite establecer prioridades claras y definir estrategias de mitigación alineadas con la criticidad de cada riesgo dentro de la cadena de suministro.

Cada trabajo proporciona valiosa información y estrategias adaptadas que se aplican en la investigación sobre los riesgos operacionales, especialmente en la gestión y control de residuos. Además, permiten comprender el impacto en las operaciones empresariales y ofrecen las bases necesarias para mitigar sus efectos y establecer planes de acción que garanticen un control adecuado

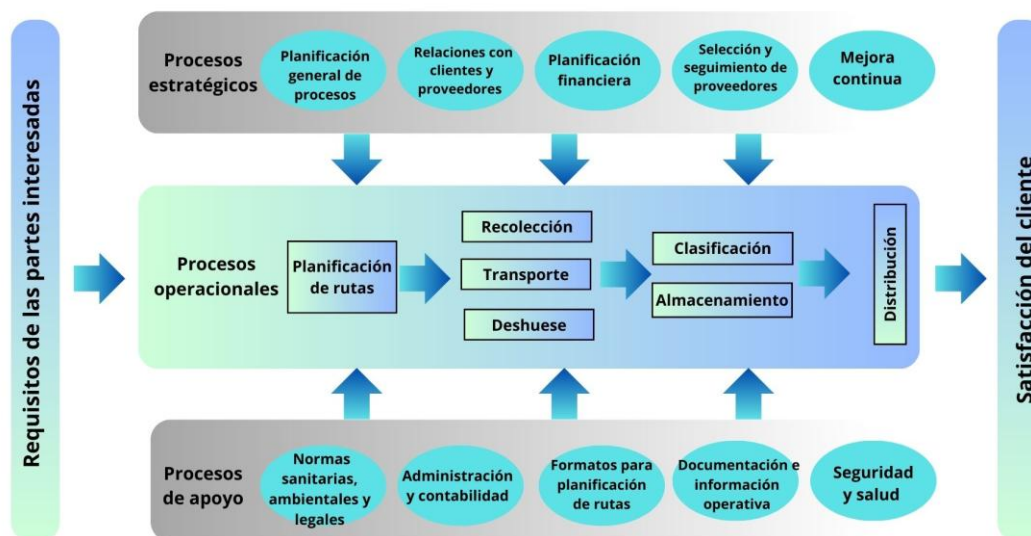
6. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA.

6.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA.

La empresa objetó de estudio, desempeña un papel clave dentro de la cadena de suministro de la industria de gestión y valorización de residuos cárnicos. Su función principal consiste en la **recolección, transporte, clasificación y comercialización de subproductos cárnicos**, actuando como un puente entre los generadores de residuos, como, por ejemplo, los mataderos, carnicerías, supermercados y avícolas, así como también, las industrias encargadas de transformar estos materiales en nuevos productos.

Gracias a su labor, la empresa aporta valor al cliente mediante un servicio eficiente de gestión de residuos cárnicos, y contribuye a la economía regional al generar empleo y fomentar el aprovechamiento de subproductos. En la imagen 2 se presenta el mapa de procesos, el cual muestra cómo la empresa organiza sus actividades para operar de forma eficiente. Desde la planificación hasta la distribución, cada paso está conectado para asegurar que los residuos se recojan, transporten, clasifiquen y entreguen correctamente. Además, cuenta con actividades de apoyo como la contabilidad, la seguridad y el cumplimiento de normas, que ayudan a que todo se realice sin interrupciones y de manera ordenada.

Imagen 2 Mapa de Proceso



Fuente: Elaboración propia

Dentro de la cadena de suministros, la empresa actúa como **proveedor de materias primas secundarias**, asegurando que los residuos sean recuperados y utilizados en sectores como el alimenticio, farmacéutico, cosmético y de biocombustibles (Greene Waste to Energy. 2021). Su operación no solo reduce el impacto ambiental de los residuos cárnicos, sino que también optimiza su aprovechamiento económico, contribuyendo a un modelo de economía circular.

La empresa se ubica en la ciudad de Bogotá, y opera principalmente en localidades como Kennedy, Bosa, el sur de Bogotá y municipios aledaños como Soacha, Fusagasugá, Facatativá, los cuales representan sus principales zonas proveedoras de residuos cárnicos para la empresa.

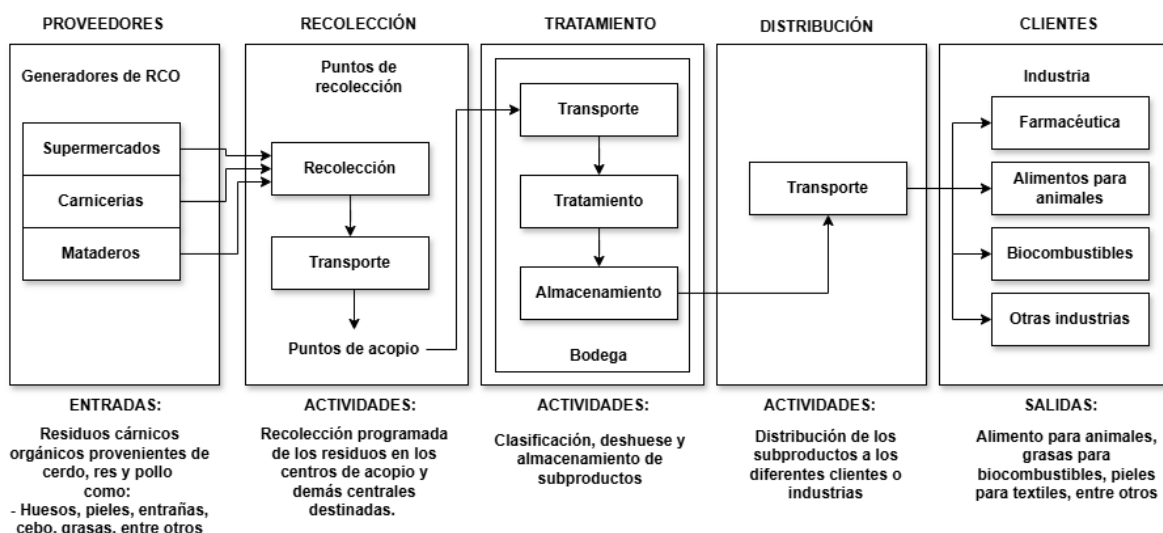
En cuanto a su equipo de trabajo, actualmente cuenta con 16 personas distribuidas de la siguiente manera: 4 son conductores, 4 operarios de recolección, 4 operarios de bodega encargados del deshuese y almacenamiento, 2 encargados de las relaciones con los proveedores y clientes, 1 gerente y 1 contador.

Se cataloga como pequeña empresa ya que cuenta con más de 10 trabajadores y menos de 50. Su producción mensual varía según los Residuos Cárnicos Orgánicos (RCO) procesados por la empresa. Para determinar la capacidad operativa, se consideraron las condiciones reales de operación: la empresa cuenta con cuatro vehículos, cada uno con una

capacidad promedio de 2,5 toneladas, que realizan rutas diarias recolectando entre el 65 % y el 100 % de su capacidad, durante los días hábiles del mes (excluyendo domingos y festivos). A partir de estas condiciones y del promedio diario de recolección por vehículo, se estableció que la empresa procesa aproximadamente 280 toneladas mensuales de residuos orgánicos cárnicos. Esta cifra corresponde exclusivamente a su capacidad de recolección, ya que la capacidad de transformación no es objeto de análisis en este estudio.

Para entender mejor su rol dentro de la cadena de suministro **ver imagen 3**, la cual ilustra la conexión entre los distintos actores involucrados en el proceso, desde la generación de los residuos hasta su transformación en productos comerciales.

Imagen 3 Cadena para la Recuperación de Residuos Cárnicos Orgánicos (RCO).



Fuente: *Elaboración propia*

Caracterizar los procesos de la empresa objeto de estudio aporta una visión más amplia sobre el tratamiento de los **RCO** de modo que facilite la identificación de riesgos operacionales en sus actividades.

A partir de estos procesos, la empresa transforma los residuos en subproductos que se puedan aprovechar para diferentes actividades industriales como: la harina de carne y hueso, utilizada en la fabricación de alimentos para animales; la grasa animal, que puede emplearse en la producción de biodiésel y jabones; y el cuero, que es aprovechado por la industria del

calzado y la marroquinería. Además, algunos de estos derivados son utilizados en la industria farmacéutica, como en la elaboración de cápsulas blandas, recubrimientos y supositorios.

Todos los procesos son importantes para esta actividad económica, ya que de ellos depende el nivel de aprovechamiento que se le puede dar a los RCO. En particular, la recolección y el transporte de residuos cárnicos son etapas clave dentro de la gestión de la industria cárnica, pues aseguran la adecuada disposición de los desechos y el buen aprovechamiento de los subproductos, minimizando riesgos operacionales y sanitarios (Minagícola,2001).

Una logística eficiente en estas etapas asegura que los residuos sean manejados de manera segura, reduciendo el impacto ambiental y optimizando su aprovechamiento en diversas industrias. Si bien los procesos de deshuese y almacenamiento representan un eslabón importante para la transformación de subproductos derivados de los RCO, en este estudio no son objeto de análisis, ya que el enfoque se centra en la recolección y el transporte.

6.1.1 Entrevista.

Para la implementación de las entrevistas semiestructuradas se tuvieron en cuenta varios factores que facilitaron el buen desarrollo de la actividad:

- primero se definieron los temas específicos a tratar, enfocándose en identificar las actividades, recursos, herramientas y condiciones laborales en los procesos de recolección y transporte de residuos cárnicos.
- Segundo, se seleccionó como persona a entrevistar al líder de la empresa, dado su conocimiento y experiencia directa con cada uno de los procesos a caracterizar. Es el encargado de direccionar y programar las rutas de recolección y la cantidad estimada de producción de la bodega.
- Tercero, se diseñó 3 entrevistas, una para el proceso de recolección y transporte, otra para el proceso de deshuese y la última para el proceso de almacenamiento. Todas con preguntas clave relacionadas con las herramientas utilizadas, etapas del proceso, medidas de seguridad y protocolos en caso de accidentes.

Las entrevistas se llevaron a cabo en horarios coordinados para no interrumpir las operaciones, empleando un espacio adecuado y herramientas de grabación con el consentimiento de los participantes. Durante las sesiones, se siguió una guía semiestructurada, permitiendo profundizar en temas relevantes según las respuestas dadas por el líder, **ver Anexo 1.**

6.1.2 Descripción y análisis de los procesos.

Por medio de la herramienta de recopilación de información, se logró establecer la secuencia de actividades que componen los procesos de recolección, transporte, deshuese y almacenamiento de **RCO**.

Como se puede observar en la **imagen 3**, la cadena de recuperación de los residuos cárnicos orgánicos inicia con los proveedores, que incluyen supermercados, carnicerías y mataderos, los cuales generan huesos, pieles, entrañas, cebo y grasas. Estos residuos son recolectados en puntos de acopio y recolección mediante un sistema programado de transporte. Posteriormente, en la fase de tratamiento, los materiales se clasifican, deshuesan y almacenan en bodegas para su aprovechamiento.

El primer proceso clave para la correcta descripción de las actividades es el de recolección y transporte, **ver imagen 4**.

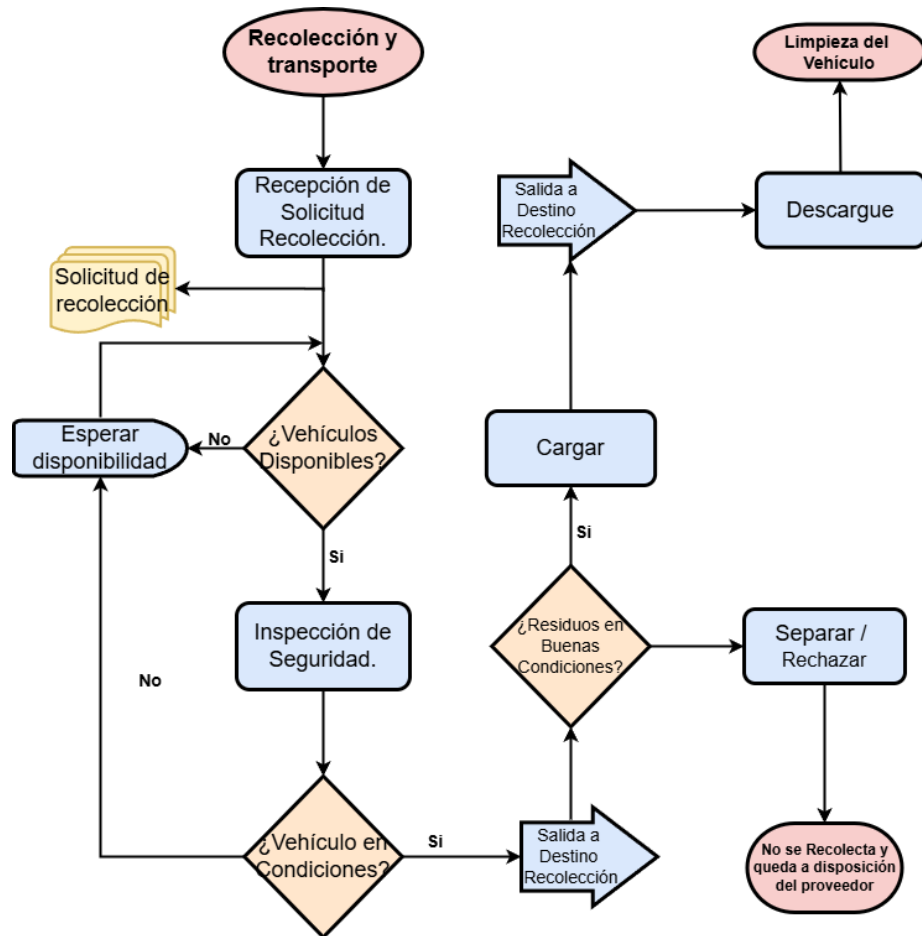
El proceso de recolección y transporte de RCO inicia con la recepción de la solicitud de recolección, seguido de la inspección de los vehículos y equipos de protección personal, garantizando el cumplimiento de las normativas de seguridad e higiene. En cada punto de recolección, se verifica que los residuos sean aptos para su traslado, en caso de no ser aptos para su tratamiento y comercialización, los residuos se dejan a disposición del proveedor, el cual, se le recomienda que se ponga en una bolsa roja que sea identificada como residuos peligrosos y dejar a disposición de la entidad pública, así como, lo nombra la resolución 591 de 2024 (Ministerio de Salud y Protección Social. (2024)). Los residuos en mal estado se desechan ya que para la empresa uno de sus principales objetivos es ofrecer subproductos en buen estado, y de alta calidad para la industria. Posterior a esto, los residuos seleccionados son transportados a la bodega de tratamiento, donde se almacena para su posterior procesamiento.

El siguiente proceso que caracteriza las actividades de la empresa es el de deshuese, **ver anexo 2**. El proceso de deshuese inicia con la recepción de los residuos cárnicos, donde se verifica la cantidad de entrada y el vehículo transportador. Luego, se realiza el descargue y pesaje de los residuos para su clasificación. Si los residuos están en buen estado, se transportan al área de trabajo, de lo contrario, se destinan directamente a los clientes que los requieran sin clasificación.

En el área de trabajo, los residuos se dividen según su origen (pollo, res o cerdo). Para el pollo, se separan huesos, piel, grasa y vísceras, los cuales se depositan en contenedores. En el caso de la res, se separa la carne del hueso y el sebo de la carne, almacenándolos en contenedores. Para el cerdo, se realiza el deshuese de la cabeza, separando hueso, carne, piel y cebo, además de clasificar las vísceras antes de su almacenamiento.

Posteriormente, se verifica si la separación fue realizada correctamente. Si es adecuada, los subproductos son transportados al área de carga para su entrega al cliente final. En caso contrario, pasan por una reclasificación. Si el producto no requiere entrega inmediata, se almacena hasta su distribución.

Imagen 4 Flujograma proceso de recolección y transporte.



Fuente: Elaboración Propia.

Por último, el tercer proceso que hace parte de las actividades de la empresa es el del almacenamiento, **ver anexo 3**.

El proceso de almacenamiento es la fase final en la gestión de los residuos cárnicos y subproductos. Luego del deshuese, los productos clasificados son evaluados para determinar su destino. Inicialmente, se realiza el etiquetado de los contenedores con información clave como la fecha, hora, volumen y peso del subproducto. A continuación, se define si el producto requiere almacenamiento. Si no es necesario almacenarlo, se procede al despacho directo al cliente. En caso contrario, el subproducto es cargado en un camión de mano y transportado al cuarto frío. Antes del ingreso, se verifica si es necesaria la rotación de productos almacenados previamente. Si la rotación es requerida, se efectúa una pausa operativa para reordenar los subproductos antes de la entrada del nuevo lote.

Luego, se abre el cuarto frío y se descarga el camión de mano, colocando los productos en los contenedores de almacenamiento según su clasificación previa. Una vez completado el proceso, se cierra el cuarto frío para garantizar la conservación adecuada hasta su posterior distribución a los clientes finales.

6.1.2.1 Análisis de la operación.

A partir de la información obtenida en la entrevista, se ha identificado y documentado los equipos, herramientas y condiciones laborales necesarias para cada proceso dentro de la empresa. En la siguiente tabla se detallan los recursos utilizados en las etapas de recolección y transporte, deshuese y almacenamiento, incluyendo los equipos y herramientas empleados en el trabajo diario, así como los elementos de protección personal (EPP) que los trabajadores necesitan para realizar sus tareas de forma segura. Esta información permite tener una visión clara de lo que se usa en cada proceso y de las condiciones en las que se llevan a cabo las operaciones. **ver tabla 1**.

Tabla 1. Descripción de los procesos.

PROCESO	DESCRIPCIÓN	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	EMPLEADOS REQUERIDOS	TIEMPO REQUERIDO
Recolección	Recolecta los residuos cárnicos a los proveedores	-Canastillas -Canecas grandes - Bolsas - Ganchos - Básculas - 4 vehículos	-Uniforme antifluido - Tapabocas - Guantes - Botas de caucho - Delantal de cuero	4 operarios	12 horas
Transporte	Transporta los residuos recolectados hasta la bodega de deshuese.	- 4 vehículos con capacidad estimada de 3.5 toneladas	-Uniforme antifluido - Tapabocas - Guantes - Botas de caucho - Delantal de cuero	4 operarios	12 horas
Deshuese	Separa y clasifica los subproductos cárnicos según su categoría y calidad.	-Canastillas - Cuchillos - Linas para afilar cuchillos - Ganchos - Sierras eléctricas - mesas	Uniforme antifluido - Tapabocas - Guantes - Botas de caucho	4 operarios	8 horas
Almacenamiento	Conserva los subproductos hasta su distribución	- Cuarto frío - Canastillas - Estanterías - carros de mano	- Uniforme antifluido - Tapabocas - Guantes - Botas de caucho	4 operarios	2 horas

Fuente: *Elaboración Propia*

Nota: Los tiempos indicados corresponden al promedio estimado de duración de cada actividad dentro de la jornada laboral diaria. Cabe aclarar que los procesos de recolección y transporte se desarrollan de manera simultánea, ya que los residuos cárnicos recolectados en los diferentes proveedores son los que transportan hacia la bodega de deshuese, por esta razón tienen el mismo tiempo requerido.

6.1.2.2 Condiciones de trabajo y seguridad en la recolección y transporte.

El proceso de recolección y transporte de RCO inicia con la planificación de las rutas y los horarios, con el fin de minimizar el tiempo de exposición de los residuos y conservarlos

en las mejores condiciones. Para su almacenamiento al interior de los vehículos se utilizan contenedores que evitan derrames y contaminación, los cuales son desinfectados al final de cada jornada para garantizar la calidad del material recolectado.

La carga de los residuos a los vehículos se realiza de una forma manual, contando solo con cargadores de ruedas y rampas para facilitar el cargue, con lo cual, se están enfrentando constantemente a esfuerzos desmedidos, afectando así la ergonomía de los colaboradores.

Los operarios deben portar guantes resistentes a cortes, botas de seguridad con punta de acero, mascarillas para prevenir la inhalación de malos olores, y atuendos adecuados. A pesar de estas medidas, se identificaron situaciones donde los operarios no utilizan correctamente el equipo, ya sea por incomodidad o por desgaste.

Antes y después de cada jornada laboral, se realiza una inspección a los vehículos, en sistemas vitales como los frenos, neumáticos, refrigeración y combustible. No obstante, dichas inspecciones se efectúan de manera empírica, basándose únicamente en la experiencia de los operarios, sin el uso de herramientas adecuadas. Estas dificultades pueden incidir negativamente en la detección oportuna de fallas. Por otro lado, la limpieza y desinfección de los vehículos es una tarea obligatoria que se ejecuta diariamente, con el fin de dar cumplimiento a las normas sanitarias vigentes y prevenir la proliferación de malos olores y enfermedades.

En términos de riesgos laborales, los operarios enfrentan peligros como la manipulación de cargas pesadas, el contacto con materiales contaminados y el riesgo de accidentes viales. Actualmente no cuentan con ningún plan de acción que mitigue estos riesgos, resaltando la importancia de capacitar al personal en manejo seguro de residuos, manipulación de cargas y primeros auxilios en caso de incidentes.

6.1.2.3 Condiciones en la manipulación de material en el proceso de deshuese.

El proceso de deshuese se lleva a cabo en un ambiente controlado, donde prima la habilidad de los operarios para garantizar la eficiencia y calidad del trabajo. Los operarios utilizan herramientas especializadas, como cuchillos de distintos tamaños y sierras eléctricas, las cuales deben mantenerse en óptimas condiciones mediante afilados regulares y procedimientos de almacenamiento seguros.

En términos de higiene y seguridad alimentaria, se siguen estrictos protocolos de limpieza y desinfección de herramientas, superficies y áreas de trabajo. Se exige el lavado frecuente de manos, el uso de ropa limpia y la desinfección periódica de los utensilios. Cualquier producto que no cumpla con los estándares de calidad es separado y tratado según los procedimientos establecidos.

6.1.2.4 Condiciones y manejo del producto en el almacenamiento

El almacenamiento de los productos se realiza en cámaras de refrigeración y congelación, donde se debe garantizar que las condiciones de temperatura y humedad sean las adecuadas. Los operarios son responsables de organizar el producto de acuerdo con las fechas de procesamiento y los criterios de calidad establecidos.

Uno de los mayores desafíos en esta etapa es la manipulación de las cargas, ya que algunos productos deben apilarse en estanterías altas, lo que requiere el uso de montacargas o esfuerzos físicos considerables. A pesar de que existen normas sobre la forma en que deben transportarse y acomodarse los productos, en algunos casos los operarios han expresado dificultades debido a la falta de espacio o a la necesidad de mover manualmente ciertos productos pesados.

El uso de Elementos de Protección Personal (EPP), en esta área también es obligatorio. Se requiere ropa térmica en los cuartos fríos, guantes de protección contra bajas temperaturas y calzado antideslizante. Sin embargo, se identificó que en algunos casos no se dispone de suficiente dotación de ropa térmica, lo que puede afectar el desempeño y la salud de los operarios expuestos a temperaturas extremas.

Para garantizar la trazabilidad del producto, se realizan controles de registro detallados, donde se documenta la fecha de ingreso, el lote de producción y las condiciones de almacenamiento. Este procedimiento es fundamental para evitar pérdidas y garantizar que el producto cumpla con los estándares sanitarios.

Otro aspecto crítico es la gestión de residuos. Cualquier material que no cumpla con los estándares es identificado y separado para su posterior disposición. Se han establecido protocolos para el manejo de productos en mal estado, con el fin de evitar contaminación cruzada y mantener la calidad del almacenamiento.

6.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS OPERACIONALES EN LOS PROCESOS DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE.

La finalidad de este objetivo fue identificar los riesgos operacionales que afecten los procesos de recolección y transporte de residuos cárnicos en la comercializadora de subproductos (CSP), principalmente desde el estudio y profundización en la literatura, así como también desde la experiencia de las personas directamente relacionadas con el proceso.

Se consultaron diversos tipos de autores, incluyendo académicos, técnicos e institucionales, así algunos trabajos de grado que estuvieran directamente relacionados con la gestión de los riesgos operacionales en los procesos de transporte, recolección, deshuese y

almacenamiento de residuos cárnicos orgánicos. A continuación, se habla de algunos de los trabajos consultados que sirvieron de apoyo para esta etapa.

6.2.1 Revisión de riesgos en la literatura.

La identificación de riesgos operacionales en el proceso de transporte y recolección es fundamental para garantizar la eficiencia, seguridad y sostenibilidad de las operaciones. Jorion (2006) señala que una buena gestión de riesgos es vital para mitigar eventos inesperados que puedan comprometer la estabilidad de una organización. , los riesgos son importante debido a la alta exposición a factores externos. De manera similar, Lam (2014) resalta la importancia de un enfoque integral que contemple los aspectos operacionales como parte del mantenimiento de la continuidad del negocio. Por su parte, Kaplan y Mikes (2012) destacan que una detección temprana y un tratamiento eficaz de estas contingencias son determinantes para evitar consecuencias críticas y fortalecer la resiliencia de las organizaciones.

Como parte del desarrollo de este trabajo, se realizó una revisión de la literatura para la identificación de los riesgos operacionales en los procesos de recolección y transporte, esta revisión se enfocó en estudios relevantes del ámbito logístico y de gestión de riesgos en cadenas de suministro, especialmente en contextos relacionados con subproductos de origen animal.

Se seleccionaron artículos con enfoque metodológico claro, validados por instituciones académicas o científicas, publicados en los últimos 10 años, y que abordaran directa o indirectamente los riesgos en las fases de recolección y transporte. Además, se dio prioridad a investigaciones aplicadas en contexto en el sector agroindustrial, por su similitud con la operación objeto de estudio. Los artículos elegidos permiten construir una base teórica sólida y contextualizada para identificar los principales factores de riesgo, muchos de los cuales también han sido observados en la práctica operativa de la empresa analizada; en la siguiente tabla se presentan los riesgos más relevantes junto con sus respectivas referencias bibliográficas, lo que permite contextualizar su impacto y frecuencia, **ver tabla 2 y tabla 3.**

Tabla 2. Riesgos identificados en la literatura para el proceso de transporte.

RIEGOS EN EL PROCESO DE TRANSPORTE		
NOTACIÓN	RIESGO	AUTORES

RT1	Paros, huelgas, manifestaciones	• (Osorio, Manotas, & Rivera, 2017) • (Coronado, Colorado, & Osorio, 2019) • (Paredes, Chud,&Peña,2022) • (Siegel et al., 2010) • (Yeboah et al., 2014) • (Govindan and Chaudhuri, 2015)
RT2	Delitos, robos y actos terroristas	• (Osorio, Manotas & Rivera, 2017) • (Coronado, Colorado & Osorio,2019)
RT3	Desastres en las vías	• (Osorio, Manotas, & Rivera, 2017)
RT4	Fallas técnicas de los vehículos	• (Osorio, Manotas, & Rivera, 2017) • (Coronado, Colorado, & Osorio,2019) • (Paredes, Chud &Peña,2022)
RT5	Contaminación cruzada	• (Osorio, Manotas, & Rivera, 2017) • (Coronado, Colorado, & Osorio,2019) • (Paredes, Chud,&Peña,2022)
RT6	Rupturas en la cadena de frío	• (Osorio, Manotas, & Rivera, 2017) • (Paredes,Chud,&Peña,2022)
RT7	Accidentes de tránsito	• (Coronado,Colorado,& Osorio,2019)
RT8	Falta de experiencia del conductor	• (Coronado,Colorado,& Osorio,2019) • (Govindan and Chaudhuri, 2015)
RT9	Fatiga del conductor	• (Coronado,Colorado,& Osorio,2019)
RT10	Incendio o explosión	• (Coronado, Colorado,& Osorio,2019) • (Yeboah et al., 2014)

RT11	Incumplimiento a regulaciones de tránsito	• (Coronado, Colorado,& Osorio,2019)
RT12	Incumplimiento en los tiempos de entrega	• (Coronado, Colorado, & Osorio,2019)
RT13	Negligencia del conductor	• (Coronado,Colorado,& Osorio,2019)
RT14	Vías en mal estado	• (Coronado, Colorado,& Osorio,2019) • (Paredes, Chud, &Peña,2022) • (Siegel et al., 2010)
RT15	volcamiento	• (Coronado, Colorado,& Osorio,2019) • (Paredes,Chud,&Peña,2022)
RT16	Flota inapropiada	• (Paredes,Chud,&Peña,2022)
RT17	Prácticas, condiciones o equipos inapropiados para el cargue y descargue	• (Paredes,Chud,&Peña,2022)
RT18	Contaminación biológica	• (Paredes,Chud,&Peña,2022)
RT19	Demoras por inspecciones de las autoridades	• (Paredes,Chud,&Peña,2022)
RT20	Falta de planificación de enrutamiento	• (Yeboah et al., 2014)
RT21	Visión limitada de los conductores	• (Camargo,C. G,& Chinchay,2021)
RT22	Imprudencia del conductor.	• (Camargo,C. G,& Chinchay,2021)
RT23	Congestión vehicular	• (Yang, Chin, & Li, 2018)
RT24	Malas condiciones climáticas	• (Yang, Chin, & Li, 2018)
RT25	Capacidad limitada del vehículo	• (Yang, Chin, & Li, 2018)
RT26	Agotamiento de combustible	• (Insuasty & Tascòn,2020)
RT27	Inadecuada manipulación del producto	• (Insuasty & Tascòn,2020)
RT28	Inadecuada distribución de recipientes en el vehículo	• (Insuasty & Tascòn,2020)

Fuente: Elaboración Propia

En la literatura se han documentado múltiples riesgos que pueden afectar el proceso de transporte de residuos cárnicos. Algunos de los más relevantes incluyen fallas técnicas en los vehículos, accidentes de tránsito, fatiga del conductor y condiciones climáticas. Además, otros factores externos como paros, robos y vandalismo pueden representar amenazas significativas para la operación. Otros riesgos identificados están relacionados con la planificación y ejecución del transporte, como el incumplimiento en los tiempos de entrega, la congestión vehicular y la manipulación inadecuada del residuo. A través del presente estudio, se analizará si estos riesgos están presentes en la empresa y cuál es su impacto en la operación, **ver tabla 2.**

Tabla 3. Riesgos identificados en la literatura para el proceso de recolección.

RIEGOS EN EL PROCESO DE RECOLECCIÓN		
NOTACIÓN	RIESGO	AUTORES
RR1	Contaminación cruzada	• (Osorio, Manotas, & Rivera, 2017) • (Coronado, Colorado, & Osorio, 2019) • (Paredes, Chud, & Peña, 2022)
RR2	Rupturas en la cadena de frío	• (Osorio, Manotas, & Rivera, 2017) • (Paredes, Chud, & Peña, 2022)
RR3	Prácticas, condiciones o equipos inapropiados para el cargue y descargue	• (Paredes, Chud, & Peña, 2022)
RR4	Contaminación biológica	• (Paredes, Chud, & Peña, 2022)
RR5	Inadecuada distribución de recipientes en el vehículo	• (Insuasty & Tascón, 2020)
RR6	Incumplimiento con los requerimientos de los RCO	• (Congreso de Colombia, 2002)
RR7	contenedores al límite de la capacidad	• (Yang, Chin, & Li, 2018)
RR8	deterioro de contenedores	• (Osorio, Manotas, & Rivera, 2017)
RR9	Incumplimiento de entrega por parte del proveedor	• (Insuasty & Tascón, 2020)

RR10	Problemas de comunicación con proveedores	• (Insuasty & Tascòn,2020)
RR11	Insuficiente capacidad de recolección (vehículos)	• (Yang, Chin, & Li, 2018)
RR12	Falta de planeación	• (Coronado,Colorado,& Osorio,2019)

Fuente: Elaboración Propia

A partir de la revisión de la literatura, se han identificado diversos riesgos asociados al proceso de recolección de residuos cárnicos. Entre ellos se destacan la contaminación cruzada, las rupturas en la cadena de frío y el uso de equipos inadecuados para el cargue y descargue, los cuales pueden afectar la calidad e inocuidad del material recolectado. Asimismo, factores como la inadecuada distribución de recipientes en los vehículos, el incumplimiento de normativas y la falta de planeación pueden impactar la eficiencia operativa, **ver tabla 3**. En la siguiente etapa del estudio, se evaluará la presencia y relevancia de estos riesgos en la empresa en cuestión.

6.2.2 Creación y aplicación de cuestionarios.

Para el desarrollo de este estudio, se diseñaron y aplicaron cuatro encuestas independientes, las primeras dos con el objetivo de identificar la probabilidad de ocurrencia de los riesgos operacionales que se identificaron en la literatura, **ver tablas 2 y 3**. Los mismos que posiblemente estén presentes en el proceso de recolección y transporte de residuos cárnicos orgánicos en la empresa analizada y las otras dos para la evaluación del impacto de que estos riesgos se materialicen en las actividades diarias.

6.2.2.1 Encuesta de identificación de riesgos en el proceso de recolección de RCO.

Para la identificación de la probabilidad de ocurrencia de los riesgos operacionales en el proceso de recolección de residuos cárnicos, se diseñó y aplicó una encuesta dirigida al personal directamente relacionado con estos procesos. El instrumento fue dividido en varias secciones, buscando abordar de una mejor forma los distintos factores que, en este contexto, podrían afectar la calidad del proceso y la seguridad en la operación, **ver anexo 4**.

La primera parte se desarrolló en los riesgos asociados a la **contaminación cruzada y la cadena de frío**, fundamentales para garantizar la calidad del residuo. Un ejemplo de pregunta formulada en esta sección fue: "*¿Se han presentado situaciones en las que los residuos pierden su frío porque han pasado mucho tiempo sin refrigeración?*".

Luego, se abordaron temas como las **condiciones de cargue, descargue y almacenamiento de residuos**, buscando evaluar las condiciones de los recipientes. Dentro

de este tema, una de las preguntas relevantes fue: *"¿La empresa tiene equipos en buen estado para cargar y descargar los residuos?"*.

Otro eje temático importante fue el **estado físico de los residuos y los contenedores utilizados**, dado que el deterioro puede representar un riesgo tanto para la calidad del residuo como para la seguridad de los operarios. Por lo tanto, se planteó la siguiente pregunta: *"¿Los residuos recolectados llegan en buen estado o ha notado que algunos presentan signos de descomposición o deterioro?"*.

Finalmente, se incluyó una sección relacionada con **factores externos e interacción con proveedores**, que abarca desde el cumplimiento en la entrega de residuos hasta la calidad de la comunicación entre las partes. Una pregunta representativa de este tema fue: *"¿Existen dificultades en la comunicación con los proveedores durante la recolección?"*.

La encuesta para conocer la probabilidad de ocurrencia de los riesgos en la recolección fue contestada por 9 personas en total, donde 4 fueron operarios de recolección, los otros 4 fueron los conductores de la flota de vehículos y por último el gerente de la compañía.

5.2.2.3 Encuesta de identificación de riesgos en el proceso de transporte de RCO.

La encuesta aplicada para identificar la probabilidad de ocurrencia de los riesgos operacionales en el **transporte de residuos cárnicos orgánicos** fue elaborada tomando como base los riesgos más comunes reportados en la literatura y ajustada a las condiciones específicas de la empresa en estudio. Su estructura fue diseñada para obtener una visión completa del proceso de transporte, permitiendo identificar puntos críticos que podrían afectar la seguridad, eficiencia y cumplimiento normativo de la operación, **ver anexo 5**.

El cuestionario se organizó en diferentes **temas** que permitieron abordar los principales aspectos del proceso. El primer tema fue **factores externos que afectan el transporte**, enfocado en situaciones fuera del control de la empresa que pueden interferir en el traslado de los residuos. Un ejemplo de pregunta dentro de este tema es: *¿Las condiciones de las vías afectan la seguridad del transporte?*

El segundo tema fue **condiciones de los vehículos y seguridad vial**, donde se evaluó el estado físico de los vehículos, el cumplimiento de normas y las prácticas de conducción. Una pregunta representativa es: *¿Se han presentado fallas mecánicas en los vehículos que afecten el transporte?*

También se incluyó el tema **condiciones laborales de los conductores**, que abordó aspectos como la experiencia, la fatiga laboral y la capacidad de respuesta ante imprevistos.

Un ejemplo clave de esta sección es: *¿Se ha identificado fatiga en los conductores debido a las jornadas laborales?*

La encuesta para conocer la probabilidad de ocurrencia de los riesgos en el transporte fue contestada por 9 personas en total, donde 4 fueron operarios de recolección, los otros 4 fueron los conductores de la flota de vehículos y por último el gerente de la compañía.

En términos generales, la participación de personas directamente involucradas en un proceso es fundamental para la identificación y evaluación de riesgos, ya que son ellas quienes poseen el conocimiento más cercano y realista de lo que ocurre en la operación diaria. Su experiencia acumulada a lo largo del tiempo les permite identificar eventos críticos, fallos frecuentes y condiciones inseguras que podrían pasar desapercibidas para observadores externos. Por ello, su aporte resulta especialmente valioso en estudios donde se requiere comprender el comportamiento del proceso desde una perspectiva práctica.

Según Williams (2023), el juicio experto basado en la experiencia directa dentro del proceso es una fuente confiable para la identificación de riesgos, ya que refleja lo que realmente ocurre en la operación. Además, Riley et al. (2023) afirman que, en estudios aplicados, trabajar con muestras pequeñas es válido cuando los participantes cuentan con experiencia directa y conocimiento práctico del contexto evaluado.

Cada persona encuestada evaluó, con base en su experiencia, la frecuencia con la que ocurren ciertas situaciones asociadas a riesgos en los procesos de recolección y transporte de RCO. Para ello, se utilizó una escala de cinco niveles: 1 (nunca), 2 (rara vez), 3 (a veces), 4 (frecuentemente) y 5 (siempre). Esta escala permitió estimar la probabilidad percibida de ocurrencia de cada riesgo, en función del conocimiento práctico de los trabajadores sobre el contexto operativo real.

6.2.2.4 Encuestas para la evaluación del impacto que tienen los riesgos en los procesos de recolección y transporte.

Luego de haber aplicado las encuestas para conocer la probabilidad de ocurrencia de los riesgos que posiblemente estén presentes en los procesos de recolección y transporte, se consideró necesario identificar el impacto que generaría la materialización de cada uno de ellos. Por esta razón, se diseñaron y aplicaron dos encuestas adicionales, enfocadas específicamente en la evaluación del impacto. Estas fueron respondidas por el gerente de la empresa, quien fue considerado la persona más idónea para realizar dicha valoración, debido a su conocimiento, experiencia y criterio en relación con las actividades operativas (Williams. 2023) y los riesgos previamente identificados.

Las encuestas para definir el impacto de los riesgos presentes en los procesos de recolección y transporte constaron de una sola sección, donde la persona encuestada definía en una escala del uno a cinco, siendo 1 leve y 5 extremo el posible impacto. Se hizo una pregunta por cada riesgo identificado en la literatura, **ver anexos 6 y 7**.

6.2.3 Consolidación de los resultados

La recolección de la información se realizó a través de formularios digitales elaborados en Google Forms, lo cual facilitó el acceso y la participación a los encuestados. Los instrumentos contaron con una **estructura mixta**, combinando preguntas **cerradas de selección única**, orientadas a evaluar la frecuencia o presencia de ciertos riesgos, y **preguntas abiertas**, que permitieron a los participantes aportar observaciones adicionales desde su experiencia directa.

6.2.3.1 consolidación de los resultados de la encuesta de identificación de riesgos en la recolección de RCO

Como resultado de aplicar la encuesta sobre la probabilidad de ocurrencia de riesgos operacionales en la recolección de RCO, se identificaron diversos factores que, según la percepción del personal, ocurren con frecuencia y afectan directamente el desarrollo de esta actividad, ver la consolidación de los resultados en la tabla de “probabilidad – Riesgos Recolección”, donde se hace un análisis más estructurado de las respuestas, Anexo 4.

El riesgo con una probabilidad más alta de ocurrencia, con un promedio de 4.22 fue el de la **ruptura en la cadena de frío**, reportada con frecuencia por los colaboradores, lo cual representa un riesgo crítico dada la naturaleza perecedera del residuo. Asimismo, **la capacidad de los vehículos y de los contenedores** se identifica como insuficiente, generando condiciones operativas desfavorables que pueden derivar en sobrecarga o contaminación cruzada. La planificación del proceso también muestra debilidades importantes, ya que la mayoría de los participantes percibe una falta de organización, lo que podría estar incidiendo en la **acumulación de residuos, tiempos prolongados de recolección y deterioro del producto**.

Otros riesgos con presencia constante, aunque con menor intensidad, son los problemas de comunicación con proveedores, **la distribución inadecuada de los recipientes en los vehículos y el incumplimiento parcial de entregas pactadas**. Por otro lado, riesgos como el deterioro de los contenedores y el incumplimiento de requisitos normativos no fueron identificados como situaciones frecuentes por las personas encuestadas.

Adicionalmente, se consideraron los aportes realizados por los operarios a través de las preguntas abiertas de la encuesta, donde identificaron riesgos que experimentan de forma directa durante el desarrollo de sus actividades. Entre estos, destacan situaciones como:

- cortes o pinchazos ocasionados por residuos con huesos mal dispuestos o materiales filosos dentro de los contenedores.
- riesgo de caídas por superficies húmedas o resbalosas al momento del cargue y descargue.

Para conocer más a fondo los resultados de la aplicación de la encuesta **ver anexo 8.**

6.2.3.2 consolidación de los resultados de la encuesta de identificación de riesgos en el transporte de RCO

Como resultado de aplicar la encuesta sobre la probabilidad de ocurrencia de riesgos operacionales en el transporte de RCO, se identificaron diversos factores que, según la percepción del personal, ocurren con frecuencia y afectan directamente el desarrollo de esta actividad, ver la consolidación de los resultados en la tabla de “probabilidad – Riesgos Transporte”, donde se hace un análisis más estructurado de las respuestas, Anexo 5.

Entre los riesgos con mayor probabilidad de ocurrencia se destacan **la congestión vehicular** con un promedio de ocurrencia del 4.44 y la **contaminación biológica** con un resultado de 4.33, las cuales son reconocidas como situaciones habituales que dificultan el cumplimiento eficiente del proceso de transporte. También se identificó como probable los desastres en las vías, en menor medida, **la ruptura de la cadena de frío**, lo que sugiere que existen condiciones en la operación que favorecen la presencia de estos riesgos.

Por otro lado, se reportó una probabilidad moderada en aspectos como la **visibilidad limitada en horarios nocturnos**, con una calificación de 1; la mezcla de residuos dentro del vehículo y el **uso de equipos o condiciones no siempre adecuadas para el cargue y descargue**, lo que evidencia la necesidad de reforzar prácticas preventivas en estas áreas. En contraste, riesgos como **robos, actos vandálicos, volcamientos, incendios o agotamiento**

de combustible fueron considerados de ocurrencia poco probable, lo cual indica que no forman parte del panorama cotidiano de la operación, según los trabajadores encuestados.

También se tomaron en cuenta los aportes realizados por los conductores en las preguntas abiertas del cuestionario, donde mencionaron riesgos adicionales que, desde su experiencia diaria, tienden a presentarse en el proceso. Entre ellos se encuentran:

- Las inundaciones en ciertas rutas.
- La presencia de animales en las vías.
- Los olores fuertes derivados del estado de los residuos.

Para conocer más a fondo los resultados de la aplicación de la encuesta **ver anexo 8**.

6.2.3.3 consolidación de los resultados de las encuestas para la evaluación del impacto de los riesgos en los procesos de recolección y transporte de RCO.

Como resultado de la aplicación de la encuesta sobre el impacto de los riesgos operacionales en los procesos de recolección y transporte de residuos cárnicos orgánicos (RCO), fue posible determinar la magnitud que podría tener cada riesgo en caso de materializarse. Los resultados obtenidos ofrecen una visión valiosa sobre cuáles son considerados más críticos desde la perspectiva del experto. La información correspondiente a los riesgos en ambos procesos fue organizada y consolidada en **las tablas 4 y 5**.

Tabla 4 Impactos - riesgos en el transporte.

IMPACTO RIESGOS TRANSPORTE			
No.	RIESGO	IMPACTO	NIVEL
1	RT1	3	MODERADO
2	RT2	5	CRITICO
3	RT3	3	MODERADO
4	RT4	4	MAYOR
5	RT5	2	MENOR
6	RT6	3	MODERADO
7	RT7	5	CRITICO
8	RT8	3	MODERADO
9	RT9	5	CRITICO
10	RT10	5	CRITICO
11	RT11	2	MENOR
12	RT12	2	MENOR
13	RT13	4	MAYOR
14	RT14	2	MENOR
15	RT15	5	CRITICO
16	RT16	2	MENOR
17	RT17	2	MENOR
18	RT18	4	MAYOR
19	RT19	1	LEVE
20	RT20	3	MODERADO
21	RT21	4	MAYOR
22	RT22	4	MAYOR
23	RT23	3	MODERADO
24	RT24	2	MENOR
25	RT25	1	LEVE
26	RT26	4	MAYOR
27	RT27	2	MENOR
28	RT28	1	LEVE

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos de la encuesta muestran que para los riesgos en el proceso de transporte 5 de los riesgos son **críticos**, como lo es el riesgo **RT7 accidente de tránsito**, aunque, tenga una probabilidad baja de ocurrencia, dado el caso de que, al pasar, podría incurrir en daños graves para la empresa. En cuanto a los riesgos de impacto **mayor** se clasificaron 6 de los riesgos, como lo es el riesgo **RT4 fallas técnicas en los vehículos**, pues aunque este riesgo también tenga una probabilidad baja de ocurrencia se clasifica como mayor porque si llegase a pasar afectaría las operaciones de una forma indirecta; Por otro lado, los riesgos que se clasifican como **moderado** fueron un total de 6; El riesgo **RT23 congestión vehicular**, se clasifica como moderado, puesto que, un trancón puede afectar el tiempo de traslado de los residuos en el vehículo pero, no es considerado como un riesgo tan relevante, ya que, su impacto en el producto no es tan crítico.

La opinión del experto dice que, 8 de los riesgos se clasificaron como de impacto **menor**, pues por ejemplo el riesgo **RT11 incumplimiento en las regulaciones de tránsito**, no afectaría mucho las operaciones, pues la empresa procura y tiene como políticas siempre ser responsable con cualquier asunto legal que le competa, uno de esos es cumplir con absolutamente todas las regulaciones de tránsito y, por último, se clasificaron 3 riesgos de impacto **leve**.

Tabla 5. Impacto - riesgos en la recolección.

IMPACTO RIESGOS RECOLECCIÓN			
No.	RIESGO	IMPACTO	NIVEL
1	RR1	5	CRITICO
2	RR2	5	CRITICO
3	RR3	4	MAYOR
4	RR4	5	CRITICO
5	RR5	3	MODERADO
6	RR6	4	MAYOR
7	RR7	3	MODERADO
8	RR8	3	MODERADO
9	RR9	4	MAYOR
10	RR10	3	MODERADO
11	RR11	4	MAYOR
12	RR12	2	MENOR

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a los riesgos operacionales en el proceso de recolección, el experto no clasificó ninguno de los riesgos de impacto **leve**, solo clasificó uno de los riesgos de impacto **menor**, y cuatro de ellos obtuvieron una clasificación de impacto **moderado**. Se clasificaron 5 riesgos como impacto **mayor**, tomando como ejemplo el riesgo **RR9 incumplimiento de entrega por parte del proveedor**, pues para el experto es vital que los proveedores entreguen a tiempo y no entorpezcan las operaciones; por otro lado solo 3 riesgos fueron

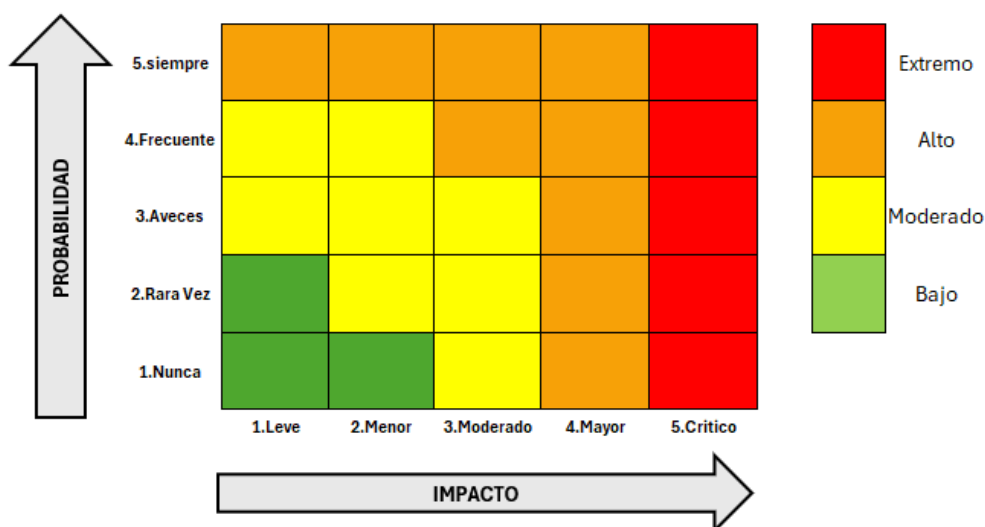
clasificados como **críticos** por el experto, siendo el riesgo **RR4 contaminación biológica** uno de los más destacados, pues para el experto, que se materialice este riesgo genera pérdidas a la empresa por la disminución de la calidad.

6.2.4 Matriz de probabilidad e impacto.

Con los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas a los procesos de recolección y transporte de residuos cárnicos orgánicos, y con el objetivo de facilitar una mejor visualización del estado de los riesgos identificados, se procedió a clasificarlos mediante una matriz de criticidad basada en la relación entre probabilidad e impacto. Esta herramienta de análisis cualitativo permite determinar con claridad cuáles riesgos deben ser atendidos con mayor urgencia, considerando tanto la frecuencia con la que pueden ocurrir como la magnitud de sus consecuencias.

La matriz empleada en este estudio utiliza cinco niveles escalonados tanto para la probabilidad como para el impacto, permitiendo así una clasificación detallada de cada riesgo. Además, se divide en cuatro zonas diferenciadas por colores que representan el nivel de criticidad: riesgo bajo, moderado, alto y extremo (DAFP, 2018), ver **imagen 5**.

Imagen 5 Matriz de probabilidad / impacto.



Fuente: Adaptada de Guía para la administración del riesgo y el diseño de controles en entidades públicas, DAFP, 2018.

Para lograr la consolidación de los resultados obtenidos de las encuestas en la matriz, se promediaron los resultados obtenidos en las dos encuestas que se destinaron para saber la

probabilidad de ocurrencia de cada uno de los riesgos, luego de conocer esa probabilidad, se consolidaron también los datos obtenidos de las dos encuestas aplicadas al gerente para conocer el impacto, de este modo se concretaron los datos para proceder con la matriz.

Una vez que todos los riesgos identificados en los procesos de recolección y transporte fueron ubicados en la matriz de probabilidad e impacto, fue posible determinar cuáles de ellos resultan más relevantes para la empresa objeto de estudio. Este análisis da paso a la tercera fase del trabajo, enfocada en la priorización de los riesgos mediante la metodología (Fuzzy Quality Function Deployment (QFD Difuso).

6.2.4.1 Matriz de Probabilidad – impacto, Riesgos en la Recolección

En cuanto al proceso de recolección se identificaron un total de 12 riesgos, los valores de la probabilidad e impacto de los riesgos se presentan en la **tabla 6**.

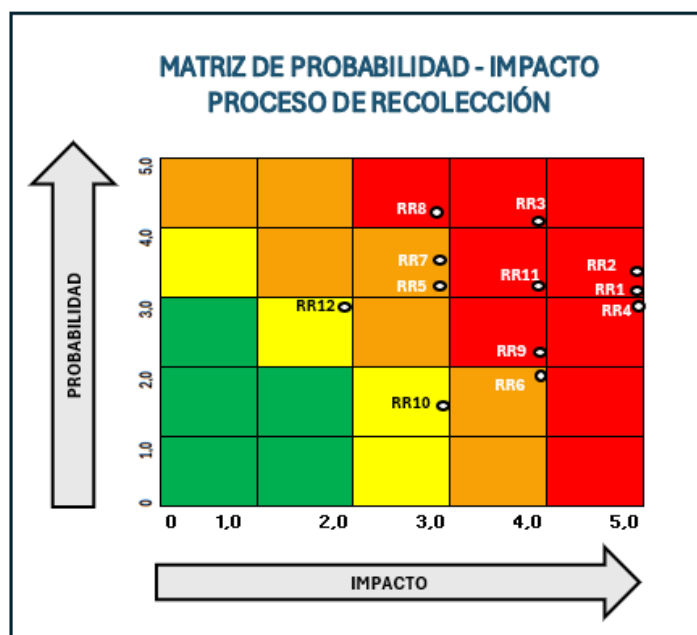
Seguido, se ubicaron los riesgos de este proceso en la matriz probabilidad - impacto. En esta quedan distribuidos así: ninguno queda en la zona de riesgo bajo, 2 en la zona de riesgo moderado, 3 en la zona de riesgo alto y 7 en la zona catalogada como riesgo extremo, ver imagen 6.

Tabla 6. Probabilidad - impacto riesgos en la recolección.

PROBABILIDAD - IMPACTO RIESGOS RECOLECCIÓN			
No.	RIESGO	PROBABILIDAD	IMPACTO
RR1	Contaminación cruzada	3,11	5
RR2	Rupturas en la cadena de frío	3,22	5
RR3	Prácticas, condiciones o equipos inapropiados para el cargue y descargue	4,22	4
RR4	Contaminación biológica	3,00	5
RR5	Inadecuada distribución de recipientes en el vehículo	3,11	3
RR6	Incumplimiento con los requerimientos de los RC	2,00	4
RR7	contenedores al límite de la capacidad	3,56	3
RR8	deterioro de contenedores	4,33	3
RR9	Incumplimiento de entrega por parte del proveedor	2,22	4
RR10	Problemas de comunicación con proveedores	1,56	3
RR11	Insuficiente capacidad de recolección (vehículos)	3,00	4
RR12	Falta de planeación	3,00	2

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 6 Matriz de probabilidad - impacto proceso de recolección.



Fuente: Elaboración Propia

6.2.4.2 Matriz de Probabilidad – impacto, Riesgos en el transporte.

En cuanto al proceso de recolección se identificaron un total de 28 riesgos relevantes, los valores de la probabilidad e impacto de los riesgos se presentan en la **tabla 7**.

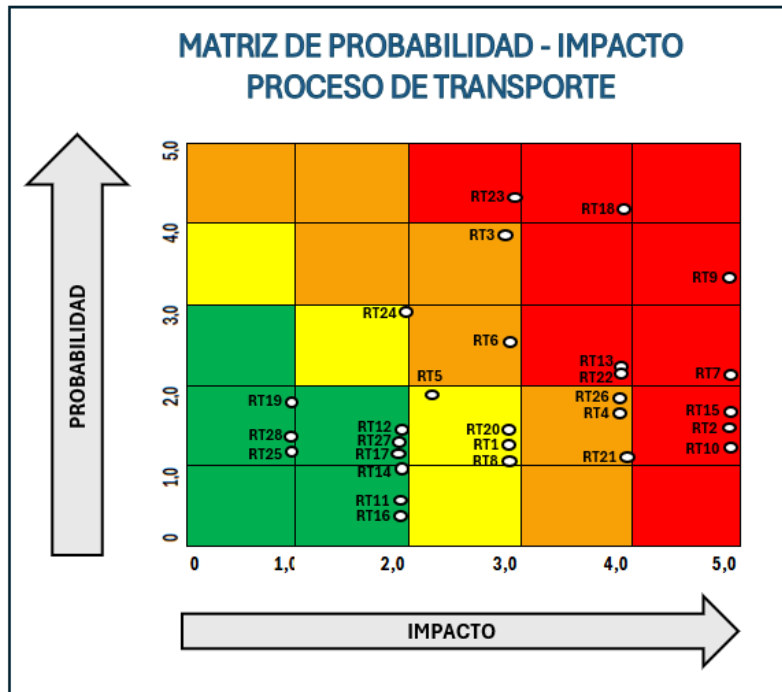
Tabla 7. Probabilidad – impacto riesgos en el transporte

PROBABILIDAD - IMPACTO RIESGOS TRANSPORTE			
No.	RIESGO	PROBABILIDAD	IMPACTO
RT1	Paros, huelgas, manifestaciones	1,33	3
RT2	Delitos, robos y actos terroristas	1,44	5
RT3	Desastres en las vías	4,00	3
RT4	Fallas técnicas de los vehículos	1,67	4
RT5	Contaminación cruzada	2,33	2
RT6	Rupturas en la cadena de frío	2,56	3
RT7	Accidentes de tránsito	2,11	5
RT8	Falta de experiencia del conductor	1,11	3
RT9	Fatiga del conductor	3,44	5
RT10	Incendio o explosión	1,22	5
RT11	Incumplimiento a regulaciones de tránsito	0,78	2
RT12	Incumplimiento en los tiempos de entrega	1,44	2
RT13	Negligencia del conductor	2,33	4
RT14	Vías en mal estado	1,00	2
RT15	volcamiento	1,56	5
RT16	Flota inapropiada	0,56	2
RT17	Prácticas, condiciones o equipos inapropiados para el cargue y descargue	1,11	2
RT18	Contaminación biológica	4,22	4
RT19	Demoras por inspecciones de las autoridades	1,78	1
RT20	Falta de planificación de enrutamiento	1,44	3
RT21	Visión limitada de los conductores	1,00	4
RT22	Imprudencia del conductor.	2,33	4
RT23	Congestión vehicular	4,44	3
RT24	Malas condiciones climáticas	3,00	2
RT25	Capacidad limitada del vehículo	1,22	1
RT26	Agotamiento de combustible	1,78	4
RT27	Inadecuada manipulación del producto	1,33	2
RT28	Inadecuada distribución de recipientes en el vehículo	1,33	1

Fuente: Elaboración Propia

Seguido, se ubicaron los riesgos de este proceso en la matriz probabilidad - impacto. En esta quedan distribuidos así: 9 quedan en la zona de riesgo bajo, 5 en la zona de riesgo moderado, 5 en la zona de riesgo alto y 9 en la zona catalogada como riesgo extremo, ver imagen 7.

Imagen 7 Matriz probabilidad - impacto de los riesgos en el proceso de transporte



Fuente: Elaboración Propia

6.3 PRIORIZACIÓN DE RIESGOS OPERACIONALES EN LA RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS CÁRNICOS

6.3.1 Selección de riesgos a priorizar

La toma de decisiones en gestión de riesgos exige enfocar los esfuerzos en aquellos eventos que representan un mayor nivel de amenaza para la operación. En este sentido, tras la aplicación de la **matriz de valoración de riesgos** incluida en DAFP (2018), se seleccionaron aquellos que se encuentran ubicados en las zonas de riesgo alto y extremo (naranja y rojo), los cuales combinan una probabilidad significativa de ocurrencia con un impacto considerable sobre el proceso de recolección y transporte de residuos cárnicos; Por ello, se establece como criterio de selección para la etapa de priorización mediante la metodología QFD difuso planteada por Osorio-Gómez et al., (2018).

Esta decisión permite orientar los recursos hacia la gestión de aquellos factores que generan mayor exposición y sobre los cuales se pueden generar estrategias de control más eficaces. De este modo a continuación se muestra los riesgos que se van a tener en cuenta en la priorización del proceso de recolección y transporte de RCO, **ver tabla 8.**

Tabla 8. Riesgos en los procesos de recolección y transporte de RCO a priorizar.

Riesgos en los procesos de recolección y transporte de RCO a priorizar			
No.	Proceso de Recolección	No.	Proceso de Transporte
RR1	Contaminación cruzada	RT2	Delitos, robos y actos terroristas
RR2	Rupturas en la cadena de frío	RT3	Desastres en las vías
RR3	Prácticas, condiciones o equipos inapropiados para el cargue y descargue	RT4	Fallas técnicas de los vehículos
RR4	Contaminación biológica	RT6	Rupturas en la cadena de frío
RR5	Inadecuada distribución de recipientes en el vehículo	RT7	Accidentes de tránsito
RR6	Incumplimiento con los requerimientos de los RCO	RT9	Fatiga del conductor
RR7	contenedores al límite de la capacidad	RT10	Incendio o explosión
RR8	deterioro de contenedores	RT13	Negligencia del conductor
RR9	Incumplimiento de entrega por parte del proveedor	RT15	volcamiento
RR10	Problemas de comunicación con proveedores	RT18	Contaminación biológica
RR11	Insuficiente capacidad de recolección (vehículos)	RT20	Falta de planificación de enrutamiento
		RT21	Visión limitada de los conductores
		RT22	Imprudencia del conductor.
		RT23	Congestión vehicular
		RT26	Agotamiento de combustible

Fuente: Elaboración Propia

En total, se seleccionaron **25 riesgos** que serán considerados en la aplicación de la metodología QFD difuso. De estos, **10 corresponden al proceso de recolección** y **15 al proceso de transporte**, todos ubicados en las zonas **alta** y **crítica** según la clasificación establecida por DAFP (2018). Esta selección se fundamenta en la necesidad de enfocar el análisis en los eventos que representan los niveles más elevados de exposición y potencial afectación sobre los procesos operacionales, con el objetivo de priorizarlos y orientar la toma de decisiones hacia intervenciones más efectivas.

6.3.1.1 Antecedentes metodología propuesta.

En la identificación y priorización de riesgos dentro de procesos operativos complejos, como es el caso del manejo de residuos cárnico orgánicos, es fundamental seleccionar una metodología que permita considerar no solo datos numéricos, sino también la experiencia, percepción y juicio experto de quienes están involucrados en las actividades.

Según Aven (2016), el conocimiento experto es esencial en contextos donde la incertidumbre es alta y los datos históricos son limitados, ya que permite interpretar la información disponible desde la experiencia práctica. En este sentido, enfoques cualitativos como las listas de verificación o el análisis por consenso permiten una comprensión contextual del riesgo, aunque pueden carecer de sistematicidad al momento de priorizar. Por su parte, métodos como AMFE (efectos de falla) o el MCDM (análisis de decisión multicriterio) aportan una mejor estructura y cálculo, pero, no siempre captan de manera eficaz la información dada por las personas, especialmente en entornos operacionales, donde se maneje una incertidumbre alta.

El uso de QFD difuso resulta más adecuado para priorizar los riesgos en este caso debido a dos razones importantes. En primer lugar, esta metodología ayuda a ver como las personas perciben o entienden las decisiones en un contexto operativo como lo es el manejo de los residuos cárnicos, donde identificar la relación entre riesgo-solución no es nada fácil, y encontrar soluciones optimas se convierte en un verdadero reto. Según Kahraman et al. (2006), la lógica difusa permite representar información imprecisa mediante términos lingüísticos, lo cual mejora la precisión de los juicios humanos. En segundo lugar, esta metodología aparte de ayudar a ordenar los riesgos identificados según su importancia, si no, que también conecta las posibles acciones correctivas a su impacto con el riesgo, de este modo se vuelve más fácil hacer una toma de decisiones estratégicas más efectiva. Para Chan y Wu (2005), esta metodología mejora la calidad de la priorización al integrar múltiples criterios y percepciones en un entorno complejo e incierto.

Algunos de los autores que han utilizado la metodología de QFD difuso son los siguientes:

- Bevilacqua, Ciarapica y Giacchetta (2006) analizan la aplicación del QFD-D en procesos de selección de proveedores, aportando fundamentos clave para comprender cómo esta herramienta puede estructurarse bajo la lógica difusa.
- Yang, Chin y Li (2018) presentan un caso en el cual el QFD-D se emplea para gestionar riesgos y prevenir pérdidas durante el transporte de materiales peligrosos. Esta aplicación permite observar cómo el uso de la teoría difusa contribuye a reducir la incertidumbre inherente a la toma de decisiones colectivas en escenarios operativos similares a los del presente trabajo. [OBJ]
- Osorio-Gómez, Manotas-Duque, Rivera-Cadavid y Canales-Valdiviezo (2018) proponen un enfoque metodológico basado en QFD-D para evaluar y priorizar riesgos en una empresa de transporte marítimo tipo 3PL. Su estudio permite identificar los riesgos más relevantes considerando los objetivos estratégicos, y plantea planes de acción alineados con estos fines para mitigar o eliminar los impactos potenciales.

- Paredes-Rodríguez, Andrés M., Chud-Pantoja, Vivian L., & Peña-Montoya, Claudia C. (2022) presentan un caso en el cual se emplean herramientas de manufactura esbelta para mitigar riesgos operacionales en la cadena de suministro del aguacate Hass en el Valle del Cauca, Colombia. A través del uso combinado de FMEA y QFD difuso, los autores logran priorizar los riesgos y relacionarlos con tipos de desperdicio, lo que permite proponer acciones de mejora concretas.

6.3.2 definición del equipo evaluador

Para la aplicación de la herramienta de priorización, y en concordancia con lo propuesto por Osorio-Gómez et al., (2018) quien destaca la importancia de conformar un equipo evaluador con criterio técnico y conocimiento directo del proceso analizado, se establecieron una serie de criterios para la selección de los participantes. Según el autor, el éxito de la metodología QFD difuso depende en gran medida de que el equipo decisor esté compuesto por personas 'responsables del proceso que posean conocimiento y experiencia en el área de la decisión'.

En este sentido, para el presente trabajo se consideraron los siguientes criterios: rol dentro de la organización, nivel de involucramiento en el proceso, conocimiento global del funcionamiento operativo y comprensión de las necesidades y metas del proceso. Con base en estos parámetros, se seleccionaron los integrantes del equipo evaluador encargado de emitir las valoraciones necesarias para la aplicación de la metodología. La conformación final del equipo puede observarse en la **Tabla 9**.

Tabla 9. Grupo de expertos.

I D	Cargo
E1	Gerente logístico de almacén
E2	Ingeniero en procesos
E3	Jefe de operaciones
E4	Coordinador de almacén

Fuente: Elaboración Propia

6.3.3 Aplicación de la herramienta QFD difuso para priorizar los riesgos

El Despliegue de la Función de Calidad (QFD, por sus siglas en inglés) fue desarrollado en Japón hacia 1966 como una herramienta orientada inicialmente al diseño y desarrollo de productos, siendo su primera aplicación formal documentada en 1972. Desde entonces, el QFD ha evolucionado hacia diversos ámbitos, siendo considerado actualmente

como una herramienta de apoyo en procesos de decisión, especialmente aquellos que involucran múltiples criterios (Osorio-Gómez et al., 2018).

Básicamente, la metodología QFD busca traducir las necesidades de los clientes (QUÉ'S), En características o deseos, y los (CÓMO'S) en los objetivos para alcanzar los deseos, a través de una matriz conocida como “casa de la calidad”. Según, Osorio-Gómez et al. (2018) esta matriz permite relacionar lo que se desea y como se va a lograr. No obstante, una de sus mayores limitaciones radica en la poca fiabilidad de la opinión de los expertos, pues solo se expresan en términos lingüísticos, como “alta importancia”, “baja relación”, entre otros, lo que introduce ambigüedad y subjetividad en la evaluación.

Con el propósito de dar una solución a esta problemática, (Osorio-Gómez et al., 2018) propone la integración de la lógica difusa a la metodología QFD. Este enfoque, permite representar la escala lingüística definida, mediante números difusos triangulares, lo cual mejora la precisión del análisis y refleja de manera más realista las valoraciones humanas, Así, se convierte en una herramienta eficaz para la toma de decisiones multicriterio, permitiendo jerarquizar alternativas o variables clave a partir de un conjunto de criterios definidos por expertos.

La metodología QFD difuso planteada por (Osorio-Gómez et al., 2018) tiene seis fases importantes para su desarrollo:

6.3.3.1 Fase 1. Identificación de variables internas (“Qué’s”)

En esta fase se establecen las variables internas conocidas como “Qué’s”, las cuales representan los beneficios esperados o los factores clave que se desean priorizar dentro del proceso. Para ello, se realizó una entrevista con los miembros del equipo evaluador, **ver anexo 9**. A partir de sus aportes se consolidaron los atributos clave que deben ser evaluados, del mismo modo, estos elementos son representativos de las necesidades internas de los procesos.

De acuerdo con Osorio Gómez (2011), los “Qué” son definidos por medio de procesos participativos y corresponden a los elementos que “se desea obtener o mantener”. La información recolectada fue agrupada, depurada y clasificada de forma que abarque de manera global las opiniones de los expertos, cuyos resultados pueden observarse en las **tablas 10 y 11**.

Tabla 10. QUÉ'S para el proceso de recolección.

PROCESO DE RECOLECCIÓN RCO	
No.	QUE'S
Q1	Los RCO cuentan con condiciones optimas
Q2	Mantener una frecuencia de recolección acorde con el volumen generado.
Q3	Asegurar condiciones sanitarias adecuadas durante la manipulación.
Q4	Disponibilidad de RCO para la recolección

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11. QUÉ'S para el proceso de transporte.

PROCESO DE TRANSPORTE RCO	
No.	QUE'S
Q1	Mantenimiento adecuado de los vehículos
Q2	Adecuada planificación de cada ruta y carga trasportada
Q3	Cumplir protocolos de seguridad y bioseguridad del transporte.
Q4	Impedir la contaminación cruzada en el proceso de trasnporte

Fuente: Elaboración Propia

6.3.3.2 Fase 2. Determinar la importancia relativa de los “Qué’s”

Para asignar la importancia relativa de cada “Qué”, se utilizó una escala lingüística difusa, la cual permite traducir valoraciones cualitativas como “alta” o “media” en números difusos, facilitando una priorización más precisa en entornos inciertos Osorio Gómez, Manotas Duque, Rivera (2018), **ver tabla 12**. Esta metodología también ha sido aplicada por Bevilacqua et al. (2006) para capturar la subjetividad en la toma de decisiones.

Tabla 12. Escala lingüística difusa.

ESCALA	NÚMEROS DIFUSOS
MA	Muy Alto (8-9-10)
A	Alto (6-7-8)
M	Medio (4-5-6)
B	Bajo (2-3-4)
MB	Muy Bajo (0-1-2)

Fuente: (Bevilacqua, Ciarapica & Giacchetta 2006; Osorio-Gómez et al., 2018)

Para asignar la importancia relativa a cada deseo, se hizo una encuesta la cual se le aplico a el panel de expertos, donde cada uno mediante una calificación lingüística se definen el nivel de importancia que se le da a cada atributo. Esta encuesta permitió determinar la importancia que se le da a cada uno de los deseos frente a los procesos de recolección y transporte de **RCO**, ver anexo 10. Los resultados se pueden ver tablas 13 y 14.

Tabla 14. Calificaciones Qué's del proceso de recolección de RCO.

PROCESO DE RECOLECCIÓN RCO				
	E1	E2	E3	E4
QR1	MA	MA	A	MA
QR2	A	MA	A	A
QR3	A	A	MA	MA
QR4	B	M	B	M

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13. Calificaciones Qué's del proceso de transporte de RCO.

PROCESO DE TRANSPORTE RCO				
	E1	E2	E3	E4
QT1	A	M	A	A
QT2	MA	MA	MA	MA
QT3	A	A	M	M
QT4	MA	MA	MA	A

Fuente: Elaboración Propia

Una vez que cada uno de los integrantes del equipo decisor ha calificado los deseos, se determina la importancia relativa a partir de la siguiente ecuación:

$$Peso_{Que} = \{w_i, \text{donde } i = 1, \dots, q\}$$

$$w_i = \frac{1}{n} * (w_{i1} + w_{i2} + \dots + w_{in})$$

Donde:

q = Número de Qué's.

n = Número de expertos del equipo

w_i = Número difuso triangular (w_{ia} , w_{ib} , w_{ic})

Para convertir el número a difuso, se hizo un promedio para cada “qué”, sumando así los pesos dados por los expertos y dividiéndolos entre el número total de miembros, de este modo obteniendo el peso o importancia relativa de cada “Qué” I_q , ver Tablas 15 y 16.

Tabla 15. Calificación difusa de los qué's del proceso de recolección de RCO.

PROCESO DE RECOLECCIÓN RCO							
	E1	E2	E3	E4	I_q		
QR1	(8-9-10)	(8-9-10)	(6-7-8)	(8-9-10)	7,5	8,5	9,5
QR2	(6-7-8)	(8-9-10)	(6-7-8)	(6-7-8)	6,5	7,5	8,5
QR3	(6-7-8)	(6-7-8)	(8-9-10)	(8-9-10)	7	8	9
QR4	(2-3-4)	(4-5-6)	(4-5-6)	(4-5-6)	3,5	4,5	5,5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16. Calificación difusa de los qué's del proceso de transporte de RCO.

PROCESO DE TRANSPORTE RCO							
	E1	E2	E3	E4	I_q		
QT1	(6-7-8)	(4-5-6)	(6-7-8)	(6-7-8)	5,5	6	7,5
QT2	(8-9-10)	(8-9-10)	(8-9-10)	(8-9-10)	8	9	10
QT3	(6-7-8)	(6-7-8)	(4-5-6)	(4-5-6)	5	6	7
QT4	(8-9-10)	(8-9-10)	(8-9-10)	(6-7-8)	7,5	8,5	9,5

Fuente: Elaboración Propia

6.3.3.3 Fase 3: Identificación de los “Cómo's” (objetivos estratégicos).

Los “cómo's” son acciones técnicas o estratégicas que permiten cumplir con los Que's, es decir, con los requerimientos o necesidades del proceso. Si la empresa no los tiene definidos, deben ser construidos con base en el conocimiento de expertos, donde se debe hacer un análisis de la misión y visión de la empresa, con énfasis en los procesos a estudiar.

Por ello, se aplicó otra entrevista al panel de expertos **ver anexo 11**, quienes ayudaron a identificar los “cómo's” más adecuados para atender cada deseo, los resultados se pueden consolidaron en **las tablas 17 y 18**.

Tabla 17. Cómo's en el proceso de recolección.

PROCESO DE RECOLECCIÓN RCO	
No.	Cómo's
CR1	Implementar controles de calidad al momento de la recolección
CR2	Establecer frecuencias fijas y rutas de recolección según datos históricos.
CR3	Implementar protocolos de limpieza y desinfección diarios.
CR4	Coordinar con los generadores los horarios de recolección.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18. Cómo's en el proceso de transporte.

PROCESO DE TRANSPORTE RCO	
No.	Cómo's
CT1	Establecer un programa preventivo de mantenimiento.
CT2	Usar software de gestión logística para planificación de rutas.
CT3	Desarrollar e implementar manuales de seguridad/bioseguridad.
CT4	Implementar compartimientos separados en los vehículos.

Fuente: Elaboración Propia

6.3.3.4 Fase 4: Determinación de la correlación de los “Qué’s” con los “Cómo’s”.

Para esta fase, cada uno de los expertos, establece la relación entre los deseos y los objetivos estratégicos de la empresa, para esto se estableció una encuesta donde se registraron los datos, mediante la aplicación de la escala lingüística antes mencionada, **ver anexo 12**, convirtiéndolas, del mismo modo en números triangulares difusos.

La correlación se determina del siguiente modo:

$$Correlación = \{r_{ij}, \text{donde } i = 1, \dots, q \text{ \& } j = 1, \dots, c\}$$

$$r_{ij} = \frac{1}{n} * (r_{ij1} + r_{ij2} + \dots + r_{ijn})$$

Donde:

c = Número de “cómo’s”.

q = Número de “Qué’s”.

n = Número de expertos del equipo.

r_{ij} = Valores de correlación consolidado entre cada i-esimo “Qué” y j-esimo “cómo”.

Luego de aplicar la encuesta, se consolidaron los resultados obtenidos en las **tablas 19 y 20** dadas por cada integrante del panel de expertos.

Tabla 19. Correlación qué's - Cómo's en el proceso de recolección.

PROCESO DE RECOLECCIÓN RCO																
R_{qc}	Cómo's															
	CR1				CR2				CR3				CR4			
QUE'S	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
QR1	MA	MA	MA	MA	A	A	A	MA	M	B	B	M	MA	MA	A	MA
QR2	M	B	B	B	MA	MA	MA	MA	B	B	B	MB	A	MA	MA	A
QR3	MA	A	A	MA	M	M	M	MB	A	MA	MA	MA	B	M	B	M
QR4	M	B	MB	B	M	A	A	M	B	MB	MB	B	MA	MA	MA	A

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20. Correlación qué's - cómo's en el proceso de transporte.

R_{qc}	PROCESO DE TRANSPORTE RCO															
	Cómo's															
	CT1				CT2				CT3				CT4			
QUE'S	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
QT1	MA	MA	MA	MA	B	B	MB	B	B	B	MB	B	B	M	B	M
QT2	B	MB	B	MB	A	MA	MA	MA	M	B	M	B	B	B	B	MB
QT3	B	MB	B	MB	MB	B	MB	MB	MA	MA	MA	MA	A	MA	A	A
QT4	B	B	B	B	MB	B	B	MB	A	A	A	M	M	A	MA	A

Fuente: Elaboración Propia

Luego se realizó un promedio a partir de los números difusos (Osorio-Gómez et al., 2018) que representan cada una de las calificaciones que dieron los expertos, entre los cuales cada componente correspondiente al número triangular difuso se suma para después dividirse por el número de expertos, ver en las **tablas 22 y 23** la consolidación total de los resultados.

Tabla 21. Ejemplo correlación qué's / cómo's expresadas en No. triangular difuso.

que's / como's	PROCESO											
	Cómo's											
	E1			E2			E3			E4		
QR1	8	9	10	8	9	10	8	9	10	8	9	10
QR2	4	5	6	2	3	4	2	3	4	2	3	4
QR3	8	9	10	6	7	8	6	7	8	8	9	10
QR4	4	5	6	2	3	4	0	1	2	2	3	4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22. Promedio de las calificaciones de los Qué's / Cómo's de la recolección.

que's / como's	PROCESO DE RECOLECCIÓN											
	CR1			CR2			CR3			CR4		
QR1	8,0	9,0	10,0	6,5	7,5	8,5	3,0	4,0	5,0	7,5	8,5	9,5
QR2	2,5	3,5	4,5	8,0	9,0	10,0	1,5	2,5	3,5	7,0	8,0	9,0
QR3	7,0	8,0	9,0	3,0	4,0	5,0	7,5	8,5	9,5	3,0	4,0	5,0
QR4	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	0,5	1,5	2,5	7,5	8,5	9,5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23. Promedio de las calificaciones de los Qué's / Cómo's del Transporte.

que's / como's	PROCESO DE TRANSPORTE											
	CT1			CT2			CT3			CT4		
QT1	8,0	9,0	10,0	1,5	2,5	3,5	0,5	1,5	2,5	2,0	3,0	4,0
QT2	1,0	2,0	3,0	7,5	8,5	9,5	2,0	3,0	4,0	0,0	1,0	2,0
QT3	1,0	2,0	3,0	0,5	1,5	2,5	8,0	9,0	10,0	6,5	7,5	8,5
QT4	2,0	3,0	4,0	1,0	2,0	3,0	5,5	6,5	7,5	6,0	7,0	8,0

Fuente: Elaboración Propia

6.3.3.5 Fase 5. Determinación del peso de los “Cómo’s”, “ P_c ”.

Para establecer el peso de los “Cómo’s”, se consolida los datos registrados en la importancia relativa de los Qué’s y los de la correlación Qué’s - Cómo’s, usando la siguiente ecuación:

$$P_c = \{w_j, \text{donde } j = 1, \dots, c\}$$

$$W_j = \frac{1}{n} * [(r_{ij} * w_1) + \dots + (r_{jq} * w_q)]$$

Donde: el resultado es un número difuso triangular W_j .

c = Número de “Cómo’s”.

q = Número de “Qué’s”.

r_{ij} = Valores de correlación consolidado entre cada i-esimo “Qué” y j-esimo “cómo”.

$w_{1\dots q}$ = Importancia relativa de los “Qué’s”.

Para obtener la importancia relevante de cada “Cómo” respecto a los “Qué’s” Ver **Tabla 24 y 25**, para los procesos de recolección y transporte de RCO, es necesario multiplicar el resultado de la fase cuatro, correlación de los “Qué’s” con los “Cómo’s” por la importancia relativa de los “Qué’s” hallados en la fase 2, con lo cual, después permitirá establecer el peso de los “Cómo’s” llegando así a la fase 5.

Tabla 24. Importancia relativa de los “Cómo’s” respecto a los “Qué’s” en la recolección.

que's / como's	PESO DE LOS COMO'S - PROCESO DE RECOLECCIÓN											
	CR1			CR2			CR3			CR4		
QR1	60,0	76,5	95,0	48,8	63,8	80,8	22,5	34,0	47,5	56,3	72,3	90,3
QR2	16,3	26,3	38,3	52,0	67,5	85,0	9,8	18,8	29,8	45,5	60,0	76,5
QR3	49,0	64,0	81,0	21,0	32,0	45,0	52,5	68,0	85,5	21,0	32,0	45,0
QR4	7,0	13,5	22,0	17,5	27,0	38,5	1,8	6,8	13,8	26,3	38,3	52,3
P_c	33,06	45,06	59,06	34,81	47,56	62,31	21,63	31,88	44,13	37,25	50,63	66,00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25. Importancia relativa de los “Cómo’s” respecto a los “Qué’s” en el transporte.

que's / como's	PESO DE LOS COMO'S - PROCESO DE TRANSPORTE											
	CT1			CT2			CT3			CT4		
QT1	44,0	54,0	75,0	8,3	15,0	26,3	2,8	9,0	18,8	11,0	18,0	30,0
QT2	8,0	18,0	30,0	60,0	76,5	95,0	16,0	27,0	40,0	0,0	9,0	20,0
QT3	5,0	12,0	21,0	2,5	9,0	17,5	40,0	54,0	70,0	32,5	45,0	59,5
QT4	15,0	25,5	38,0	7,5	17,0	28,5	41,3	55,3	71,3	45,0	59,5	76,0
P_c	18,00	27,38	41,00	19,56	29,38	41,81	25,00	36,31	50,00	22,13	32,88	46,38

Fuente: Elaboración Propia

Luego de haber calculado la importancia relativa del paso anterior, para calcular el peso de los “Cómo’s”, “ p_c ” también dado por un numero triangular difuso, se calcula hallando el promedio de los valores de las columnas, en otras palabras, es el promedio de la multiplicación del peso de los “Qué’s” y la correlación entre cada “Qué” y objetivo estratégico “Cómo”, ver tablas 26 y 27.

Tabla 26. Peso de los "Cómo's" en el proceso de Recolección.

p_c			
Cómo's	PROCESO DE RECOLECCIÓN		
CR1	33,06	45,06	59,06
CR2	34,8	47,6	62,3
CR3	21,6	31,9	44,1
CR4	37,3	50,6	66,0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27. Peso de los "Cómo's" en el proceso de Transporte.

p_c			
Cómo's	PROCESO DE TRANSPORTE		
CT1	18,00	27,38	41,00
CT2	19,6	29,4	41,8
CT3	25,0	36,3	50,0
CT4	22,1	32,9	46,4

Fuente: Elaboración Propia

6.3.3.6 Fase 6. Determinar el impacto de los riesgos sobre los objetivos estratégicos “Cómo’s”.

Para calcular el impacto de los riesgos sobre los “Cómo’s” Cada miembro del equipo evaluador lo determino mediante una **encuesta, ver anexo 13**. En la cual se tuvo en cuenta las estimaciones de los evaluadores de acuerdo con la escala lingüística utilizada en fases

anteriores, Los resultados obtenidos se pueden ver en la **tabla 28 y 29** para los procesos de recolección y transporte de RCO.

Tabla 28. Calificación del impacto de los riesgos sobre los "Cómo's" del proceso de recolección.

IR_{hj}	PROCESO DE RECOLECCIÓN															
	CR1				CR2				CR3				CR4			
RIESGOS	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
RR1	MA	MA	MA	MA	A	A	A	M	A	MA	MA	MA	M	B	B	B
RR2	M	M	B	B	M	M	M	M	B	B	MB	MB	M	B	B	MB
RR3	MA	MA	MA	MA	B	B	B	B	A	A	A	MA	B	B	B	MB
RR4	MA	MA	A	MA	M	M	B	M	A	MA	MA	MA	A	M	M	M
RR5	A	M	A	M	MA	A	MA	MA	B	MB	B	MB	A	A	A	M
RR6	A	A	A	A	M	M	M	A	B	B	M	M	MA	A	MA	MA
RR7	M	M	M	M	MA	MA	MA	MA	B	B	MB	MB	MA	MA	A	MA
RR8	A	A	A	A	MB	MB	B	B	A	MA	MA	MA	B	B	B	MB
RR9	B	MB	MB	B	MA	MA	MA	MA	B	B	B	MB	MA	MA	MA	MA
RR11	B	B	B	B	A	M	M	A	MB	B	B	MB	MA	MA	MA	MA

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29. Calificación del impacto de los riesgos sobre los "Cómo's" del proceso de transporte.

IR_{hj}	PROCESO DE TRANSPORTE															
	CT1				CT2				CT3				CT4			
RIESGOS	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4	E1	E2	E3	E4
RT2	MB	MB	B	MB	A	MA	MA	A	M	A	A	M	MB	MB	MB	MB
RT3	B	B	M	B	A	MA	MA	MA	M	B	M	B	MB	MB	B	B
RT4	MA	MA	MA	MA	A	M	M	A	A	A	MA	MA	B	MB	MB	MB
RT6	A	A	MA	A	A	A	A	A	A	A	M	A	A	A	A	MA
RT7	B	B	M	B	M	M	A	M	A	MA	MA	A	MB	B	MB	B
RT9	B	M	B	B	M	A	A	MA	A	MA	MA	MA	MB	MB	MB	MB
RT10	MA	MA	MA	MA	M	B	B	M	MA	MA	MA	MA	MB	MB	MB	MB
RT13	B	B	B	MB	M	A	M	A	A	MA	A	A	MB	MB	MB	MB
RT15	MA	MA	MA	MA	M	M	B	B	A	MA	MA	MA	MB	MB	MB	MB
RT18	B	M	M	M	M	M	M	M	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA
RT20	B	B	M	B	MA	MA	MA	MA	A	MA	MA	A	MB	MB	B	B
RT21	B	MB	MB	MB	B	B	B	MB	A	M	M	M	MB	MB	MB	MB
RT22	B	B	B	B	A	A	M	M	A	MA	A	A	MB	MB	MB	MB
RT23	B	M	B	B	A	MA	MA	MA	M	B	B	B	MB	MB	MB	MB
RT26	A	A	M	M	A	MA	MA	MA	A	M	A	A	MB	MB	MB	MB

Fuente: Elaboración Propia

Luego de que los expertos evaluaran el impacto de los riesgos sobre los objetivos estratégicos de la empresa, se procede a transformar a números triangulares a partir de la siguiente ecuación:

$$IR = \{IR_{hj}, \text{donde } h = 1, \dots, p \text{ \& } j = 1, \dots, c\}$$

$$IR_{jh} = \frac{1}{n} * (ir_{hj1} + \dots + ir_{jhn})$$

Dónde:

p = Número de riesgos identificados.

n = Número de integrantes del equipo.

ir_{hjn} = Evaluación del impacto de los riesgos con relación al objetivo j .

Empleando la matemática difusa, se lleva a cabo la transformación de los datos anteriores para obtener el promedio de las calificaciones de los expertos, esto con el fin de encontrar la calificación difusa de los riesgos respecto a los “Cómo’s” **Ver Tabla 30.**

Tabla 30. Promedio de las calificaciones Riesgos vs "Cómo's" en la recolección y el transporte.

IR	RECOLECCIÓN											
	CR1			CR2			CR3			CR4		
RR1	6,0	7,0	8,0	6,0	7,0	8,0	6,0	7,0	8,0	5,5	6,5	7,5
RR2	3,5	4,5	5,5	3,0	4,0	5,0	2,0	3,0	4,0	1,5	2,5	3,5
RR3	4,5	5,5	6,5	4,5	5,5	6,5	4,5	5,5	6,5	4,5	5,5	6,5
RR4	6,0	7,0	8,0	6,0	7,0	8,0	5,0	6,0	7,0	6,0	7,0	8,0
RR5	6,5	7,5	8,5	4,0	5,0	6,0	6,5	7,5	8,5	4,0	5,0	6,0
RR6	5,0	6,0	7,0	4,5	5,5	6,5	5,5	6,5	7,5	6,0	7,0	8,0
RR7	5,5	6,5	7,5	5,5	6,5	7,5	4,5	5,5	6,5	5,0	6,0	7,0
RR8	3,5	4,5	5,5	4,0	5,0	6,0	4,5	5,5	6,5	4,0	5,0	6,0
RR9	5,0	6,0	7,0	4,5	5,5	6,5	4,5	5,5	6,5	4,5	5,5	6,5
RR11	4,0	5,0	6,0	4,0	5,0	6,0	4,0	5,0	6,0	4,0	5,0	6,0
IR	TRANSPORTE											
	CT1			CT2			CT3			CT4		
RT2	2,5	3,5	4,5	3,5	4,5	5,5	4,0	5,0	6,0	2,5	3,5	4,5
RT3	3,0	4,0	5,0	3,0	4,0	5,0	4,5	5,5	6,5	3,5	4,5	5,5
RT4	5,5	6,5	7,5	4,5	5,5	6,5	5,0	6,0	7,0	5,5	6,5	7,5
RT6	6,0	7,0	8,0	6,0	7,0	8,0	6,0	7,0	8,0	6,5	7,5	8,5
RT7	3,0	4,0	5,0	4,0	5,0	6,0	4,5	5,5	6,5	3,5	4,5	5,5
RT9	3,0	4,0	5,0	4,5	5,5	6,5	4,0	5,0	6,0	4,5	5,5	6,5
RT10	5,0	6,0	7,0	4,5	5,5	6,5	4,5	5,5	6,5	5,0	6,0	7,0
RT13	3,0	4,0	5,0	4,0	5,0	6,0	3,0	4,0	5,0	3,0	4,0	5,0
RT15	4,5	5,5	6,5	5,0	6,0	7,0	4,5	5,5	6,5	4,5	5,5	6,5
RT18	5,0	6,0	7,0	6,0	7,0	8,0	6,0	7,0	8,0	6,0	7,0	8,0
RT20	4,0	5,0	6,0	4,5	5,5	6,5	5,5	6,5	7,5	4,5	5,5	6,5
RT21	2,5	3,5	4,5	1,5	2,5	3,5	1,5	2,5	3,5	1,0	2,0	3,0
RT22	3,5	4,5	5,5	4,0	5,0	6,0	3,0	4,0	5,0	3,0	4,0	5,0
RT23	3,0	4,0	5,0	3,5	4,5	5,5	3,0	4,0	5,0	3,0	4,0	5,0
RT26	4,5	5,5	6,5	4,5	5,5	6,5	4,5	5,5	6,5	4,5	5,5	6,5

Fuente: Elaboración Propia

6.3.3.7 Fase 7. índice de prioridad de los riesgos *IPR*.

Para conseguir el orden de prioridad de los riesgos seleccionados se tomó la información del peso de los “Cómo’s” hecha en la fase 5 y el promedio del impacto de los

riesgos en los objetivos estratégicos de la **tabla 30** de la fase anterior y se aplicó la siguiente ecuación, de la cual el resultado es el índice de prioridad del riesgo (*IPR*).

$$IPR = \{IPR_h, \text{donde } h = 1, \dots, p, \& j = 1, \dots, c\}$$

$$IPR_h = \frac{1}{c} * \{(ir_{h1} * p_1) + \dots + (ir_{hc} * p_c)\}$$

Donde:

IPR = Índice de prioridad del riesgo.

ir_{h1} = Impacto del riesgo h sobre el objetivo estratégico.

p_c = peso del Cómo.

c = “Cómo’s”.

El IPR obtenido se debe traducir de números difusos a un número de un solo valor, lo cual permite definir el ranking a partir del índice de priorización del riesgo final *IPR_f* calculado con la siguiente ecuación:

$$IPR_f = \frac{IPR_{ha} + (2 * IPR_{hb}) + IPR_{hc}}{4}$$

Donde:

IPR_f = Valor único del riesgo IPR del riesgo *f* “desfusificado”.

IPR_{ha} = Primer valor del número triangular difuso.

IPR_{hb} = Segundo valor del número triangular difuso.

IPR_{hc} = Tercer valor del número triangular difuso.

A partir de la aplicación del *IPR_f* se pueden ordenar los valores obtenidos de forma descendente para poder identificar la atención necesaria de los riesgos más relevantes involucrados en los procesos de recolección y transporte de RCO.

Realizando el proceso mencionado anteriormente, a continuación, se muestra, la prioridad calculada de cada uno de los riesgos para cada uno de los procesos, **ver tablas 31 y 32.**

Tabla 31. Valores IPR y IPR_f para el proceso de Recolección de RCO.

RECOLECCIÓN				
Riesgos	Calificación Difusa IPR			IPR _f
RR1	185.47	300.14	454.75	310.13
RR2	79.82	153.80	260.98	162.10
RR3	142.59	240.80	376.19	250.09
RR4	184.72	298.50	451.97	308.42
RR5	160.93	266.99	411.74	276.66
RR6	166.10	273.38	419.35	283.05
RR7	164.22	270.28	414.78	279.89
RR8	125.32	217.26	345.38	226.30
RR9	146.73	246.43	383.57	255.79
RR11	126.75	218.91	347.25	227.95

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32. Valores IPR y IPR_f para el proceso de Transporte de RCO.

TRANSPORTE				
Riesgos	Calificación Difusa IPR			IPR _f
RT2	67.20	131.16	230.79	140.07
RT3	75.66	143.66	248.53	152.88
RT4	108.43	192.77	319.27	203.31
RT6	129.80	224.50	364.17	235.74
RT7	80.55	151.01	258.98	160.39
RT9	85.40	158.36	269.55	167.92
RT10	100.29	180.70	302.10	190.95
RT13	68.41	133.28	234.44	142.35
RT15	97.72	176.84	296.41	186.95
RT18	122.53	213.55	348.13	224.44
RT20	99.27	178.82	298.55	188.87
RT21	33.49	81.45	161.24	89.41
RT22	70.66	136.70	239.56	145.91
RT23	65.96	129.61	229.21	138.60
RT26	95.27	173.16	291.18	183.20

Fuente: Elaboración Propia

6.3.3.8 Priorización de los riesgos.

Para la consolidación de los límites de prioridad de los riesgos de cada proceso, en primer lugar, se estableció la misma escala lingüística usada en fases anteriores (ver **tabla 12**) y así poder identificar la urgencia de atención de cada riesgo.

Para establecer estos límites, se multiplico el valor del número triangular difuso original, por el peso p_c de los “Cómo’s” hallado en la fase 5 (ver **tablas 26 y 27**). luego se obtuvo el valor de IPR de cada zona, para así finalmente obtener los valores de IPR_f y su valor no difuso, Ver **tablas 33 y 34**.

Tabla 33. Límites para el proceso de Recolección.

RECOLECCIÓN					
Límites		IPR			IPR_f
Muy alta	MA	253,5	394,0	578,8	405,1
Alta	A	190,1	306,5	463,0	316,5
Media	M	126,8	218,9	347,3	228,0
Baja	B	63,4	131,3	231,5	139,4
Muy baja	MB	0,0	43,8	115,8	50,8

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34. Límites para el proceso de Transporte.

TRANSPORTE					
Límites		IPR			IPR_f
Muy alta	MA	169,4	283,4	448,0	296,0
Alta	A	127,0	220,4	358,4	231,5
Media	M	84,7	157,4	268,8	167,1
Baja	B	42,3	94,5	179,2	102,6
Muy baja	MB	0,0	31,5	89,6	38,1

Fuente: Elaboración Propia

Por último, para hacer la priorización de los riesgos, según la escala y los límites definidos anteriormente, se ordenaron de forma descendente según el índice de prioridad IPR_f no difuso. Los resultados se consolidaron en las **tablas 35 y 36**.

Tabla 35. Riesgos priorizados para el proceso de transporte de RCO.

TRANSPORTE		
IPR_f	DESCRIPCIÓN	IPR_f
MA	MUY ALTO	296,02
RT6	Rupturas en la cadena de frío	235,74
A	ALTO	231,55
RT18	Contaminación biológica	224,44
RT4	Fallas técnicas de los vehículos	203,31
RT10	Incendio o explosión	190,95
RT20	Falta de planificación de enrutamiento	188,87
RT15	volcamiento	186,95
RT26	Agotamiento de combustible	183,20
RT9	Fatiga del conductor	167,9
M	MEDIO	167,1
RT7	Accidentes de tránsito	160,39
RT3	Desastres en las vías	152,88
RT22	Imprudencia del conductor.	145,91
RT13	Negligencia del conductor	142,35
RT2	Delitos, robos y actos terroristas	140,07
RT23	Congestión vehicular	138,60
B	BAJO	102,6
RT21	Visión limitada de los conductores	89,41

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 36. Riesgos priorizados para el proceso de Recolección de RCO.

RECOLECCIÓN		
	DESCRIPCIÓN	IPR_f
A	ALTO	316,52
RR1	Contaminación cruzada	310,13
RR4	Contaminación biológica	308,42
RR6	Incumplimiento de los requerimientos de los RCO	283,05
RR7	Contenedores al límite de la capacidad	279,89
RR5	Inadecuada distribución de recipientes en el vehículo	276,66
RR9	Incumplimiento de entrega por parte de los proveedores	255,79
RR3	Prácticas, condiciones o equipos inapropiados para el cargue y descargue	250,09
M	MEDIO	228,0
RR11	Insuficiente capacidad de recolección (vehículos)	227,95
RR8	Deterioro de contenedores	226,30
RR2	Rupturas en la cadena de frío	162,10

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, luego de haber aplicado la metodología QFD difuso para priorizar los riesgos presentes en los procesos de recolección y transporte de RCO, se puede observar que 14 riesgos obtuvieron una categoría de prioridad **alta**, 7 en el proceso de recolección y los otros 7 en el proceso de transporte. En la zona de prioridad **media** se posicionaron 9 riesgos, siendo el transporte el que más riesgos tiene esta categoría con un total de 6, los otros 3 son del proceso de recolección. Solamente un riesgo se ubicó en la categoría de **muy alto**, siendo el riesgo de Rupturas en la cadena de frío, mismo que fue considerado importante por todos los miembros del equipo evaluador, ya que los involucrados en el estudio consideran que conservar la cadena de frío significa mantener una alta calidad para los subproductos, y riesgos como Accidentes de tránsito u daños provocados por fallas técnicas en los vehículos, por tratarse de una ciudad como Bogotá caracterizada por ser caótica tienden a materializarse.

Se observa que ningún riesgo fue clasificado como de muy baja prioridad y que solo uno fue ubicado en la categoría de baja prioridad, correspondiente al proceso de transporte. Este último es, además, el que concentra la mayor cantidad de riesgos identificados, lo que indica la necesidad de prestarle especial atención dentro del análisis.

Para el proceso de recolección, el riesgo de contaminación cruzada representa una prioridad elevada, pues siendo la calidad del subproducto el aspecto más importante a tener en cuenta, ya que si se materializa puede representar pérdidas para la empresa, del mismo modo, el riesgo de contaminación biológica obtuvo una prioridad alta, pues dadas las condiciones en las que se transporta los residuos es de vital importancia que se tomen acciones para mitigarlos.

Para el proceso de transporte riesgos como volcamiento, incendio o explosión, aunque se considera que son riesgos poco probables, la falta de medidas para la prevención de estos puede ocasionar grandes pérdidas donde se lleguen a materializar.

Los resultados obtenidos en este capítulo permiten identificar de manera más clara el nivel de prioridad de cada riesgo estudiado, lo cual ayudara a la empresa objeto de estudio a realizar planes de acción que permitan controlar o mitigar todos los riesgos que posiblemente puedan afectar el rendimiento operativo de la compañía y limiten el cumplimiento de sus objetivos.

6.4 ELABORACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN

Como parte final del presente trabajo de grado, se propone dos planes de acción dirigido a mitigar los riesgos operacionales previamente identificados y priorizados en los procesos de recolección y transporte. Este paso es fundamental dentro el proceso de la gestión de riesgos, ya que según la norma **ISO 31000:2018**, el tratamiento del riesgo es una fase esencial que implica seleccionar e implementar opciones para modificar el riesgo, incluyendo

acciones para evitarlo, reducirlo, transferirlo o aceptarlo. En este contexto, los planes de acción permiten desarrollar estrategias orientadas a reducir la probabilidad de ocurrencia o el impacto de los riesgos, asegurando así una mayor eficiencia, continuidad y seguridad en los procesos críticos de la organización.

Además, organismos y autores expertos coinciden en que la planificación estructurada de respuestas a los riesgos es clave para una gestión efectiva. El Project Management Institute (2021), en su guía del PMBOK, resalta la importancia de asignar responsables, recursos y plazos específicos como parte del proceso denominado “Plan Risk Responses”, con el fin de garantizar una ejecución oportuna y eficiente de las medidas propuestas. A su vez, Hillson y Murray-Webster (2007) dice que el verdadero valor de la gestión de riesgos no reside únicamente en el análisis, sino en la implementación de acciones que conviertan ese conocimiento en resultados concretos para la organización. Por tanto, el presente objetivo busca facilitar la toma de decisiones y fortalecer el control de los riesgos priorizados.

Las estrategias de mitigación propuestas en los planes de acción fueron formuladas con base en enfoques recientes de gestión del riesgo organizacional, considerando lineamientos actualizados sobre evaluación y tratamiento. Se tomaron como referencia los planteamientos de Hopkin (2022), quien señala que las respuestas eficaces al riesgo deben diseñarse considerando la cultura organizacional, la capacidad operativa y la asignación clara de roles. Asimismo, se tuvo en cuenta lo planteado por Aven (2020), quien enfatiza la necesidad de combinar medidas de reducción con mecanismos de monitoreo continuo, para garantizar una mejora progresiva en la gestión del riesgo. El diseño de los planes se realizó en conjunto con el gerente de la empresa, asegurando que las acciones propuestas se alinearan con los objetivos estratégicos y operativos, y respondieran a las capacidades reales de ejecución.

Según Robbins y Coulter (2018), un plan de acción debe contener elementos claros que permitan ejecutar y dar seguimiento efectivo a una estrategia. Entre estos se incluyen la descripción del riesgo, los objetivos específicos, las acciones a implementar, los responsables, los recursos necesarios, los tiempos establecidos y los indicadores de seguimiento. No obstante, en este caso particular se incluyeron únicamente los más relevantes, seleccionados en conjunto con el gerente de la organización, considerando la aplicabilidad práctica y las condiciones específicas de cada proceso.

6.4.1 Plan de acción para los riesgos priorizados en la Recolección de RCO.

Como resultado del análisis de priorización de riesgos, se definió un plan de acción concreto para reducir el impacto de los riesgos priorizados en el proceso de recolección. Por ejemplo, uno de los riesgos identificados fue la posible contaminación cruzada. Para dar una idea de cómo se abordaría este tipo de situación, se propuso crear e implementar un manual con instrucciones claras para la limpieza y desinfección diaria de los vehículos y equipos de recolección. Esta actividad se llevará a cabo todos los días, se supervisará cada tres meses y se usará personal capacitado junto con productos certificados.

Este tipo de medidas están diseñadas para fortalecer el proceso de recolección, mejorar el control de las actividades operativas y prevenir problemas que puedan afectar el desarrollo normal de la operación. Para más detalles, se puede consultar el plan de contingencia en la tabla 37.

6.4.2 Plan de acción para los riesgos priorizados en el transporte de RCO.

En el proceso de transporte, se identificaron varios riesgos con alto impacto para el proceso, para los cuales se definió un plan de acción específico y orientado a fortalecer el control operativo y garantizar las buenas condiciones de los residuos durante su desplazamiento.

Por ejemplo, uno de los riesgos más críticos fue la posible ruptura en la cadena de frío, lo cual puede afectar directamente la conservación de los residuos cárnicos orgánicos recolectados. Como medida para prevenir esta situación, se propone instalar registradores automáticos de temperatura en los vehículos, junto con un sistema de monitoreo en tiempo real. Esto permitirá identificar y detectar cualquier cambio no deseado en la temperatura durante el trayecto y tomar decisiones correctivas de manera oportuna.

Estas acciones buscan aumentar la confiabilidad del proceso de transporte y proteger tanto los residuos como al personal involucrado. Para más información, ver tabla 38.

Tabla 37. Plan de acción para mitigar los riesgos priorizados en el proceso de Recolección de RCO.

 RECOLECCIÓN – Plan de Acción para Riesgos Prioritarios					
Riesgo	Medida de mitigación	Responsable	Frecuencia de realización	Frecuencia de seguimiento	Recursos necesarios
Contaminación cruzada	Crear y aplicar un manual estandarizado de limpieza y desinfección para vehículos y equipos	Gerente general	Diaria	Trimestral	Productos de limpieza certificados, manual impreso, personal capacitado.
Contaminación biológica	Diseñar e implementar un checklist de validación para la sanitización interna de vehículos mediante nebulización	Gerente general	Diaria	Mensual	Nebulizadores, desinfectantes certificados; checklist
Incumplimiento de los requerimientos de los RCO	Diseñar un checklist operativo de cumplimiento normativo y capacitar al personal	Gerente general	Semanal	Trimestral	Listas de verificación, documentación normativa actualizada
Contenedores al límite de la capacidad	Rediseñar frecuencias de recolección según generación de residuos por proveedor	Gerente general	Semanal	Trimestral	Sistema de programación de rutas
Inadecuada distribución de recipientes	Establecer protocolo visual para carga, con zonas asignadas por tipo de residuo	Gerente general	Diario	Mensual	Señalización interna, capacitación al personal.

Incumplimiento de entrega por parte de los proveedores	Formalizar acuerdos de entrega con cláusulas de cumplimiento	Gerente general	Según cronograma de entrega	Trimestral	Contratos actualizados, bitácora de entregas.
Prácticas/equipos inapropiados para cargue y descargue	Adquirir herramientas ergonómicas y de calidad.	Gerente general	Trimestral	Semestral	Equipos de cargue, EPP, guías de uso
Insuficiente capacidad de recolección (vehículos)	Evaluar demanda actual y proyectada, y ajustar flota o tercerizar	Gerente general	Semestral	Anual	Reportes de carga, análisis de capacidad vehicular.
Deterioro de contenedores	Implementar inspección recurrente del estado y creación de un cronograma de renovación de contenedores	Gerente general	Mensual	Trimestral	Registro de inspección, presupuesto para reemplazos
Rupturas en la cadena de frío	Instalar registradores de temperatura	Gerente general	Diario	Semanal	sensores de temperatura y presupuesto para la implementación

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 38. Plan de acción para mitigar los riesgos priorizados en el proceso de Transporte de RCO.

 TRANSPORTE – Plan de Acción para Riesgos Prioritarios					
Riesgo	Medida de mitigación	Responsable	Frecuencia de realización	Frecuencia de seguimiento	Recursos necesarios
Rupturas en la cadena de frío	Instalar y monitorear registradores automáticos de temperatura durante toda la ruta	Gerente general	Diario	Semanal	Data loggers, sistema de alertas
Fallas técnicas de los vehículos	Crear y Ejecutar un plan de mantenimiento preventivo	Gerente general	Mensuales	trimestral	Programa de mantenimiento y historial de mantenimientos
Incendio o explosión	Equipar vehículos con extintores certificados y entrenar conductores en su uso	Gerente general	Semestral	Semestral	Extintores, manuales, sesión prácticas
Falta de planificación de enrutamiento	Implementar software de optimización de rutas basado en GPS y tráfico	Gerente general	Diario	Mensual	Sistema de gestión de flota, GPS
Volcamiento	Establecer límite de carga por tipo de residuo y señalar puntos críticos en ruta	Gerente general	Semanal	Trimestral	capacitación, manual de carga segura
Agotamiento de combustible	Establecer rutina de revisión de niveles de combustible antes de cada salida	Conductores	Diario	Mensual	Bitácora de revisión, tarjetas de abastecimiento

Fatiga del conductor	Diseñar turnos rotativos y pausas activas obligatorias	Gerente general	Diario	Mensual	protocolos de pausas activos
Accidentes de tránsito	Capacitar en conducción defensiva y análisis de rutas seguras	Gerente general	Semestral	Anual	Curso certificado, pólizas de seguro
Desastres en las vías	Establecer plan B de rutas alternas con base en riesgos geográficos	Gerente general	Trimestral	Semestral	Mapas de riesgos y plan de contingencia de rutas
Imprudencia del conductor	Establecer programa de evaluación de desempeño mensual con retroalimentación y sanciones	Gerente general	Mensual	Trimestral	Registros de incidentes, evaluaciones
Negligencia del conductor	Crear manual de funciones con responsabilidades claras y capacitar en cultura organizacional	Gerente general	Trimestral	Semestral	Manual, talleres de responsabilidad
Delitos, robos y actos terroristas	Coordinar rutas seguras con la policía local y contratar servicio de monitoreo satelital	Gerente general	Diario	Mensual	GPS con botón de pánico
Congestión vehicular	Programar rutas en horarios de baja congestión y usar aplicaciones de tráfico en tiempo real	Gerente general	Diario	Mensual	App de tráfico, software de rutas
Visión limitada de los conductores	Revisión periódica de condiciones visuales de los conductores y limpieza de parabrisas y luces	Gerente general	Semestral	Semestral	Exámenes visuales, kits de limpieza

Fuente: Elaboración Propia

7. CONCLUSIONES

A través de la caracterización de los procesos de recolección, transporte, deshuese y almacenamiento de residuos cárnicos en la empresa objeto de estudio, se logró establecer una perspectiva global de las actividades realizadas. Esta caracterización permitió obtener una comprensión detallada del funcionamiento de las etapas, de los recursos empleados y las condiciones laborales. además de ello identificar falencias en diferentes aspectos como en la planificación, uso de herramientas y aplicación de medidas de seguridad, también demostró falencias en la falta de procedimientos estandarizados y de óptimas condiciones laborales que aumentan el riesgo para los trabajadores.

En la fase de identificación de riesgos operacionales, se logró establecer un total de 40 riesgos relacionados directamente en los procesos de recolección y transporte, estos extraídos de la literatura. Después de la identificación, y a través de encuestas, se pudo determinar que los riesgos más frecuentes en la organización son la ruptura de la cadena de frío, la contaminación biológica y la congestión vehicular. La participación de operarios y del gerente fue fundamental para definir la probabilidad e impacto de estos riesgos, fortaleciendo la validez de los resultados obtenidos.

La priorización de los riesgos operacionales a través de la metodología QFD difusa permitió definir de manera precisa el impacto que estos riesgos generan sobre los objetivos estratégicos del proceso. A partir de la matriz de criticidad y del análisis del Índice de Prioridad de Riesgos (IPR), se identificaron en el proceso de transporte 7 riesgos con prioridad alta, y uno de prioridad muy alta entre los que se destacan: rupturas de la cadena de frío, contaminación biológica y fallas técnicas de los vehículos. Para el proceso de transporte fueron 7 riesgos con una prioridad alta, entre los que se destacan: contaminación cruzada, incumplimiento de los requisitos de los RCO y contenedores al límite de la capacidad. Estos resultados facilitaron un enfoque claro para que la empresa pueda implementar acciones de intervención de una manera eficiente en los puntos críticos de la operación.

Finalmente, a partir de los riesgos priorizados se elaboró un plan de acción, que propone medidas específicas para su mitigación y control. Este plan incluye la asignación de responsables, tiempos de ejecución y recursos necesarios, con el fin de orientar a la empresa hacia una gestión de riesgos más eficiente. Entre las acciones propuestas esta, la mejora en los protocolos de mantenimiento vehicular, la capacitación del personal en manipulación segura de residuos y la implementación de estrategias para fortalecer la comunicación con los proveedores. Estas medidas permitirán incrementar la seguridad operativa, reducir los costos asociados a fallos en el proceso, garantizar la continuidad de la empresa a largo plazo y optimizar sus operaciones, permitiéndole destacarse en el sector.

Este estudio permitió identificar y priorizar los principales riesgos operacionales en los procesos de recolección y transporte, proporcionando una base para la toma de decisiones en la gestión del riesgo. A futuro, se sugiere que trabajos de grado profundicen en el análisis de estos riesgos desde diferentes enfoques, como el impacto económico, ambiental y en la salud ocupacional. También sería valioso aplicar esta metodología en otras empresas o sectores del transporte, para comparar resultados y validar su efectividad.

8. REFERENCIAS

Alejandro, j. g. i. r. (s/f). priorización de riesgos operacionales en una red logística inversa para la recuperación de aceite vegetal usado (avu). edu.co. recuperado el 7 de marzo de 2025, de <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/2bb5c2a9-e5e6-4dd1-a9d1-edb648e664b8/content>

Aven, T. (2016). *Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation*. European Journal of Operational Research.

Aven, T. (2020). *The Science of Risk Analysis: Foundation and Practice*. Routledge.

Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., & Giacchetta, G. (2006). A fuzzy-QFD approach to supplier selection. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 12(1), 14– 27.

Camargo Contreras, C. G., & Chinchay Atao, A. (2021). La gestión de riesgos operacionales en la mitigación de siniestros en las empresas de transporte terrestre interprovincial de Huancayo.

Canaza Tapia, AA, & Torres Aldana, LL (27 de marzo de 2019). Gestión de riesgos empresariales COSO ERM 2017 y la prevención de fraude en las empresas del sector industrial que cotizan en la Bolsa de Valores de Lima [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. Lima, Perú.

Chan, L. K., & Wu, M. L. (2005). A systematic approach to quality function deployment with a full illustrative example, Omega, <https://doi.org/10.1016/j.omega.2004.03.010>.

Chopra, S., & Meindl, P. (2008). Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación. México: Pearson Educación.

Congreso de Colombia. (2002). Decreto 1713 de 2002 - Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 44.943. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=7951>

De la Garza Mora, R., & Barragan Codina, J. N. (2018). La importancia de la cadena de suministro y su administración.

Deloitte (2020). Top 10 Riesgos Operacionales para la industria de Gestión de Residuos. <https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/risk/articles/riesgos-operacionales-gestion-residuos.html>

EPA (2021). Riesgos asociados con los residuos de mataderos. <https://www.epa.gov/camlidish/peligros-ambientales-de-los-residuos-de-mataderos>.

F. Wiengarten, P. Humphreys, C. Gimenez, and R. McIvor, "Risk, risk management practices, and the success of supply chain integration," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 171, pp. 361–370, 2016

Fortalecimiento de la gestión de residuos sólidos en la industria cárnica colombiana. (2022): consultado: 18-06-2024 disponible en <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/9127/FORTALECIMIENTO%20DE%20LA%20GESTI%C3%93N%20DE%20RESIDUOS%20S%C3%93LIDOS%20EN%20LA%20INDUSTRIA%20C%C3%81RNICA%20COLOMBIANA%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gestión del riesgo operacional en el proceso de transporte terrestre de producto terminado del sector azucarero (2018): consultado: 18-06-2024 disponible en <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/e01e6280-f2ed-4109-8a2b-ba307e4244af/content>

Greene Waste to Energy. (2021). Esta planta convierte residuos cárnicos en biocombustible. Recuperado de <https://www.residuosprofesional.com/planta-residuos-carnicos-biocombustible/>

Hopkin, P. (2022). *Fundamentals of Risk Management* (6th ed.). Kogan Page.

Haji, Mona, et al. "Development of Risk Management Mitigation Plans for the Infant Formula Milk Supply Chain Using an AHP Model." *Applied Sciences*, vol. 13, no. 13, June 2023, p. NA. Engineering Plus, link.gale.com/apps/doc/A757722381/SPJ.SP21?u=univalle&sid=bookmark-SPJ.SP21&xid=8cc0b7c3. Accessed 13 Mar. 2024.

Hillson, D., & Murray-Webster, R. (2007). *Understanding and managing risk attitude* (2nd ed.). Gower Publishing.

Instituto de Auditores Internos (IIA). (2020). Guía de Gestión de Riesgos Operacionales. Altamonte Springs, FL: Instituto de Auditores Internos. <https://na.theiia.org/translations/PublicDocuments/IGROP-Spanish.pdf>

Insuasty Reina, J y Tascon Rueda, J. (2020). Priorización de riesgos operacionales en una red logística inversa para la recuperación de aceite vegetal usado (AVU). Universidad del Valle.

International Organization for Standardization. (2018). ISO 31000:2018 – Risk management – Guidelines. ISO. <https://www.iso.org/standard/65694.html>

J. C. Osorio, D. F. Manotas, and L. Rivera, “Priorización de Riesgos Operacionales para un Proveedor de Tercera Parte Logística -3PL,” *Inf. tecnológica*, vol. 28, no. 4, pp. 135–144, 2017

Jorion, P. (2006). *Value at Risk: The new benchmark for managing financial risk* (3rd ed.). McGraw-Hill.

Kahraman, C., Ertay, T., & Büyüközkan, G. (2006). A fuzzy optimization model for QFD planning process using analytic network approach, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.09.016>.

Kaplan, R. S., & Mikes, A. (2012). Managing risks: A new framework. *Harvard Business Review*, 90(6), 48-60.

Khan, A., Talpur, F. N., Bhanger, M. I., Musharraf, S. G., & Afridi, H. I. (2021). Extraction of Fat and Fatty Acid Composition from Slaughterhouse Waste by Evaluating Conventional Analytical Methods. *American Journal of Analytical Chemistry*, 12(05), 202–225. <https://doi.org/10.4236/ajac.2021.125013>

La Guía Ambiental para la Recolección, Transporte y Transferencia de Residuos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2019) Recuperado el 18-06-2024 disponible en: https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/guias_ambientales_almacenam_transp_x_carretera_sust_quimicas_res_pelig.pdf

Lam, J. (2014). *Enterprise risk management: From incentives to controls* (2nd ed.). Wiley.

M. A. Coronado, M. Colorado, J. C. Osorio Gómez, “Gestión del riesgo operacional en el proceso de transporte de producto terminado en el sector azucarero,” *Scientia Technica*, vol. 24, no. 4, p. 604, 2019. <https://doi.org/10.22517/23447214.22817>

M. Wang y F. Jie, "Hacia un marco conceptual para la gestión de la incertidumbre y el riesgo de la cadena de suministro en la industria australiana de la carne roja: un enfoque de visión basado en recursos", 2019 IEEE 6th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA), Tokio, Japón, 2019, pp. 714-722, doi: 10.1109/IEA.2019.8714803..

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina. (2001). *Gestión ambiental en la industria cárnica*. Recuperado de <https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/difusion-y-publicaciones/material/GA-carnica.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (2021). Manual de gestión ambiental de residuos sólidos, consultado: 17-06-2024 disponible en: <https://economiacircular.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/06/guia-nacional-para-la-adecuada-gestion-de-residuos-colombia-2022.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Decreto 1076 de 2015. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). Resolución 1407 de 2018. <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/res%201407%20de%202018.pdf>.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). Resolución 2674 de 2013. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-2674-de-2013.pdf>.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2024). Resolución 591 de 2024: Por la cual se adopta el Manual para la Gestión Integral de Residuos Generados en la Atención en Salud y Otras Actividades. Recuperado de https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No%20591%20de%202024.pdf

Robbins, S. P., & Coulter, M. (2018). *Administración* (14.^a ed.). Pearson Educación.

OMS (2018). Gestión de desechos de actividades de atención sanitaria. https://www.who.int/topics/medical_waste/es/ Noticias ONU (2019). Un vertido de desechos contamina un río en la India y provoca una emergencia ambiental. <https://news.un.org/es/story/2019/06/1457341>

OMS (2019). Prevención y control de brotes de enfermedades zoonóticas. https://www.who.int/zoonosos/control_prevention/es/

OMS (2022) Riesgos pandémicos de zoonosis asociadas con desechos de mataderos <https://www.who.int/es/publications/m/item/zoonotic-pandemic-risks> PNUMA (2021) Desastres ambientales provocados por derrames de residuos orgánicos <https://www.unep.org/resources/report/environmental-disasters-organic-waste-spills> Swiss Re (2020) Costo de riesgos operacionales en gestión de residuos peligrosos <https://www.swissre.com/riskknowledge/risk-scenarios/escenarios-de-riesgo-ambiental>

Osorio-Gómez, J. C., Manotas-Duque, D. F., Rivera-Cadavid, L., & CanalesValdiviezo, I. (2018). Operational Risk Prioritization in Supply Chain with 3PL Using Fuzzy-QFD. In *New Perspectives on Applied Industrial Tools and Techniques, Management and Industrial Engineering*. (pp. 91–109). © Springer International Publishing AG.

Purdy, G., & Leitch, M. (2021). *Risk Governance: Managing Risks and Uncertainty in the Public Domain*. Springer.

Paredes-Rodriguez, Andrés M., Chud-Pantoja, Vivian L., & Peña-Montoya, Claudia C.. (2022). Gestión de riesgos operacionales en cadenas de suministro agroalimentarias bajo un enfoque de manufactura esbelta. *Información tecnológica*, 33(1), 245-258. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642022000100245>

Priorización de riesgos operacionales en una red logística inversa para la recuperación de aceite vegetal usado (AVU), consultado: 18-06-2024 disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/2bb5c2a9-e5e6-4dd1-a9d1-edb648e664b8/content>

Propuesta metodológica de gestión de riesgos para el transporte de aguacate hass desde la línea de empaque hasta los puertos en el valle del cauca (2020): recuperado el 18-06-2024 disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/eb9a8d34-5443-44cf-93eb-6b8a266609d4/content>

Reuter, L. M., von der Ohe, C., & Palocz-Andresen, M. (2023). *The negative impacts of meat consumption and livestock farming on the environment and climate*. *World Financial Review*.

Siegel, P.; Andrews, C.; Jaffee, S.; Siegel, P., & Andrews, C. (2010). Rapid Agricultural Supply Chain Risk Assessment : A Conceptual Framework.

Un modelo empírico para identificar y controlar los riesgos operativos y ambientales en la industria del hilado en una economía emergente. *Computers and Industrial Engineering*, 180. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109244>

Secretaría Distrital de Ambiente. (2005). VI fase de seguimiento de efluentes industriales y corrientes superficiales de Bogotá D.C. [PDF]. Alcaldía Mayor de Bogotá. <https://ambientebogota.gov.co/documents/10184/794377/VI+Fase+de+Seguimiento+de+Efluentes+Industriales+y+Corrientes+Superficiales+de+Bogotá.pdf>

Wagner, S. M., & Bode, C. (2008). An empirical examination of supply chain performance along several dimensions of risk. *Journal of business logistics*, 29(1), 307-325. <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2008.tb00081.x>

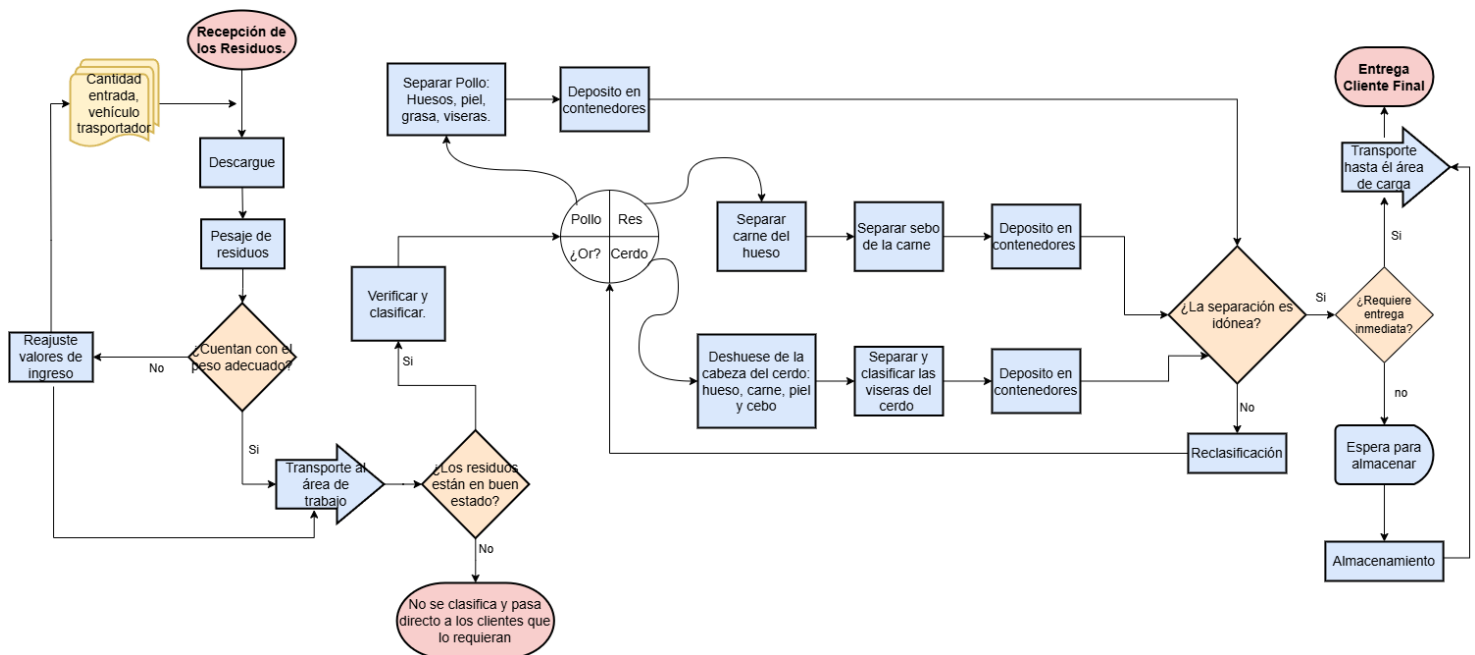
Wagner, S. M., & Bode, C. (2008). An empirical examination of supply chain performance along several dimensions of risk. *Journal of business logistics*, 29(1), 307-325. <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2008.tb00081.x>

Yang, Q., Chin, K., & Li, Y. (2018). A quality function deployment-based framework for the risk management of hazardous material transportation process. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 52, 81–92.

Yeboah, N. E.; Feng, Y.; Daniel, O., & Joseph, N. B. (2014). Agricultural Supply Chain Risk Identification- A Case Finding from Ghana, 5(2), 31-48.
<https://doi.org/10.5430/jms.v5n2p31>

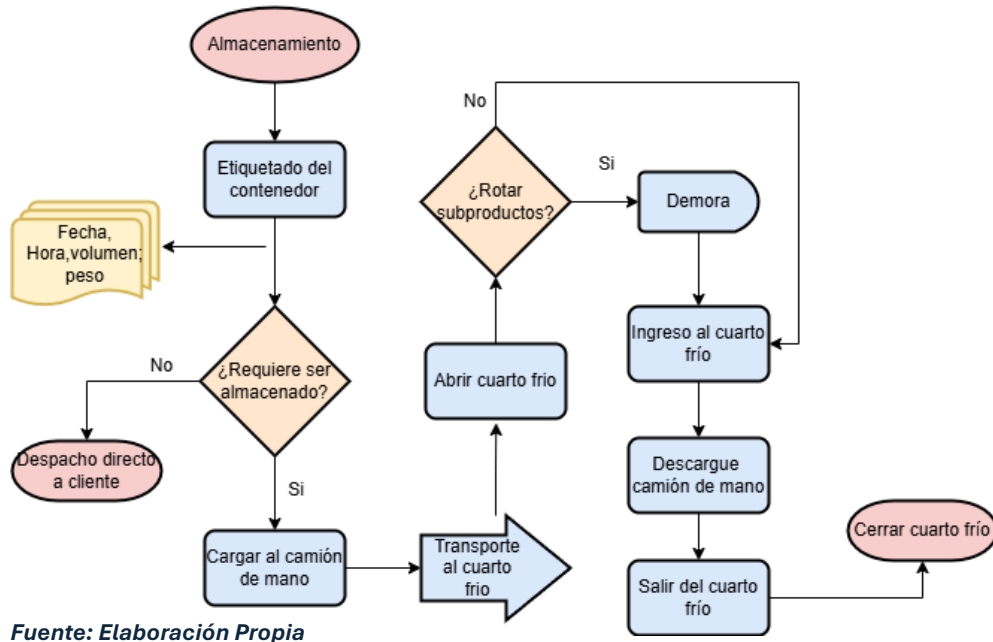
9. ANEXOS

- ANEXO 1. Entrevista – caracterización de los procesos de la empresa.
- ANEXO 2. Flujograma del proceso de deshuese de residuos cárnicos orgánicos.



Fuente: Elaboración Propia.

- **ANEXO 3. Flujograma del proceso de almacenamiento de residuos cárnicos orgánicos.**



- **ANEXO 4. Encuesta de identificación de riesgos en el proceso de recolección de RCO.**
- **ANEXO 5. Encuesta de identificación de riesgos en el proceso de transporte de RCO.**
- **ANEXO 6. Encuesta para la evaluación del impacto en los riesgos del proceso de recolección de RCO.**
- **ANEXO 7. Encuesta para la evaluación del impacto en los riesgos del proceso de transporte de RCO.**
- **ANEXO 8. consolidación de resultados probabilidad.**

- **ANEXO 9. Entrevista para la identificación de variables internas o deseos (“Qué’s”).**

GESTION DE RIESGOS OPERACIONALEA EN UN COMERCIALIZADORA DE SUBPRODUCTOS CARNICOS

NOMBRE:

CARGO:

EMPRESA:

FECHA:

Identificación de variables internas (“Qué’s”)

Busca determinar cuáles son los deseos o necesidades de los expertos frente a cada proceso

PROCESO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS CARNICOS

El proceso de recolección comprende todas las actividades necesarias para recoger, clasificar y preparar los residuos cárnicos desde los puntos de origen, incluyendo la coordinación y el contacto directo con los proveedores generadores de estos residuos. Abarca además la programación de rutas, la asignación de recursos, el uso de equipos adecuados, la manipulación segura del material y el cumplimiento de normativas sanitarias y ambientales vigentes, garantizando un manejo eficiente y controlado desde la fuente hasta el punto de transporte.

¿Cuáles son los deseos que se tienen frente al proceso de recolección de residuos cárnicos?

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

PROCESO DE TRANSPORTE DE RESIDUOS CARNICOS

El proceso de transporte comprende el traslado de los residuos cárnicos recolectados hacia las áreas de almacenamiento o deshuese, garantizando que se mantengan las condiciones adecuadas de higiene y seguridad durante el recorrido. Además, incluye la planificación de rutas, la asignación de vehículos acondicionados para el tipo de carga, Además, contempla las entregas de subproductos a los diferentes clientes, asegurando tiempos oportunos, integridad del producto y cumplimiento de los requisitos establecidos por cada receptor.

¿Cuáles son los deseos que se tienen frente al proceso de transporte de residuos cárnicos?

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

Fuente: Adaptado de T.G. priorización de riesgos AVU, 2024

- **ANEXO 10. Encuesta para determinar la importancia relativa de los deseos “Qué’s”.**

GESTION DE RIESGOS OPERACIONALES EN UNA COMERCIALIZADORA DE SUBPRODUCTOS CARNICOS

NOMBRE:

CARGO:

EMPRESA:

FECHA:

Importancia relativa de los deseos en cuanto a los procesos.

Los miembros del equipo evaluador deben asignar una calificación que dará la importancia relativa a los deseos de cada proceso.

Responda del siguiente modo: Muy bajo (MB); Bajo (B); Media (M); Alta (A); Muy alta (MA).

PROCESO DE RECOLECCIÓN DE RCO

¿Cuál es la importancia de cada uno de los deseos en el proceso de recolección de RCO?

Deseos

Peso

Los RCO cuentan con condiciones óptimas.	
Mantener una frecuencia de recolección acorde con el volumen generado.	
Asegurar condiciones sanitarias adecuadas durante la manipulación.	
Disponibilidad de RCO para la recolección.	

PROCESO DE TRANSPORTE DE RCO

¿Cuál es la importancia de cada uno de los deseos en el proceso de recolección de RCO?

Deseos

Peso

Mantenimiento adecuado de los vehículos.	
Adecuada planificación de cada ruta y carga transportada.	
Cumplir protocolos de seguridad y bioseguridad del transporte.	
Impedir la contaminación cruzada en el proceso de transporte.	

Fuente: Adaptado de T.G. priorización de riesgos AVU, 2024

- ANEXO 11. Encuesta identificación de los “Cómo’s” (Objetivos estratégicos).

GESTION DE RIESGOS OPERACIONALEA EN UN COMERCIALIZADORA DE SUBPRODUCTOS CARNICOS	
NOMBRE:	CARGO:
EMPRESA:	FECHA:
Determinación de los "Cómo's" Buscan identificar los objetivos estratégicos de la compañía frente a cada proceso, traduciendo las necesidades en lineamientos técnicos o de gestión. Esta etapa orienta las acciones de mejora según las metas organizacionales.	
PROCESO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS CARNICOS	
El proceso de recolección comprende todas las actividades necesarias para recoger, clasificar y preparar los residuos cárnicos desde los puntos de origen, incluyendo la coordinación y el contacto directo con los proveedores generadores de estos residuos. Abarca además la programación de rutas, la asignación de recursos, el uso de equipos adecuados, la manipulación segura del material y el cumplimiento de normativas sanitarias y ambientales vigentes, garantizando un manejo eficiente y controlado desde la fuente hasta el punto de transporte.	
¿Cuáles son los objetivos estratégicos que se tienen frente al proceso de recolección de residuos cárnicos? • _____ • _____ • _____ • _____ • _____	
PROCESO DE TRANSPORTE DE RESIDUOS CARNICOS	
El proceso de transporte comprende el traslado de los residuos cárnicos recolectados hacia las áreas de almacenamiento o deshuese, garantizando que se mantengan las condiciones adecuadas de higiene y seguridad durante el recorrido. Además, incluye la planificación de rutas, la asignación de vehículos acondicionados para el tipo de carga. Además, contempla las entregas de subproductos a los diferentes clientes, asegurando tiempos oportunos, integridad del producto y cumplimiento de los requisitos establecidos por cada receptor.	
¿Cuáles son los objetivos estratégicos que se tienen frente al proceso de transporte de residuos cárnicos? • _____ • _____ • _____ • _____ • _____	

Fuente: Adaptado de T.G. priorización de riesgos AVU, 2024

- **ANEXO 12. Encuesta para establecer la relación de los “Qué’s” con los “Cómo’s”.**

GESTION DE RIESGOS OPERACIONALES EN UN COMERCIALIZADORA DE SUBPRODUCTOS CARNICOS

EMPRESA:

FECHA:

Relación entre los Deseos y los Objetivos de cada proceso.

Los miembros del equipo evaluador deben determinar la relación entre los deseos para cada proceso y los objetivos estratégicos.

Responda del siguiente modo: Muy bajo (MB); Bajo (B); Media (M); Alta (A); Muy alta (MA).

PROCESO DE RECOLECCIÓN DE RCO

Deseos ("Qué's")	Objetivos (Cómo's)			
	Controles de calidad al momento de recolección.	Establecer frecuencias fijas y rutas de recolección según datos históricos.	Protocolos de limpieza y desinfección diarios.	Coordinar horarios de recolección.
Los RCO cuentan con condiciones óptimas.				
Frecuencia de recolección acorde al volumen generado.				
Condiciones sanitarias adecuadas durante manipulación.				
Disponibilidad de RCO para la recolección.				

PROCESO DE TRANSPORTE DE RCO

Deseos ("Qué's")	Objetivos (Cómo's)			
	Establecer un programa preventivo de mantenimiento	Usar software de gestión logística para la planificación de rutas	Desarrollar e implementar manuales de seguridad /bioseguridad	Implementar compartimientos separados en los vehículos
Mantenimiento adecuado de los vehículos				
Planificación de cada ruta y carga transportada				
Cumplir protocolos de seguridad y bioseguridad del transporte				
Impedir la contaminación cruzada en el proceso de transporte				

Fuente: Adaptado de T.G. priorización de riesgos AVU, 2024

- Anexo 13. Encuesta para determinar el impacto de los riesgos sobre los objetivos estratégicos “Cómo’s”.

GESTION DE RIESGOS OPERACIONALES EN UN COMERCIALIZADORA DE SUBPRODUCTOS CARNICOS

NOMBRE:

CARGO:

EMPRESA:

FECHA:

Relación entre los Riesgos y los Objetivos del proceso

Por favor califique el impacto de cada riesgo sobre cada objetivo para cada proceso.

siguiente modo: Muy bajo (MB); Bajo (B); Media (M); Alta (A); Muy alta (MA).

PROCESO DE RECOLECCIÓN DE RCO

Riesgos		Objetivos (Cómo's)			
		Controles de calidad al momento de recolección.	Establecer frecuencias fijas y rutas de recolección según datos históricos.	Protocolos de limpieza y desinfección diarios.	Coordinar horarios de recolección.
RR1	Contaminación cruzada				
RR2	Rupturas en la cadena de frío				
RR3	Prácticas, equipos inapropiados para el cargue y descargue				
RR4	Contaminación biológica				
RR5	Inadecuada distribución de recipientes en el vehículo				
RR6	Incumplimiento de los requerimientos de los RCO				
RR7	Contenedores al límite de la capacidad				
RR8	Deterioro de contenedores				
RR9	Incumplimiento de entrega por parte de los proveedores				
RR11	Insuficiente capacidad de recolección (vehículos)				

Fuente: Adaptado de T.G. priorización de riesgos AVU, 2024

PROCESO DE TRANSPORTE DE RCO					
Riesgos		Objetivos (Cómo's)			
		Establecer un programa preventivo de mantenimiento	Usar software de gestión logística para la planificación de rutas	Desarrollar e implementar manuales de seguridad /bioseguridad	Implementar compartimientos separados en los vehículos
RT2	Delitos, robos y actos terroristas				
RT3	Desastres en las vías				
RT4	Fallas técnicas de los vehículos				
RT6	Rupturas en la cadena de frío				
RT7	Accidentes de tránsito				
RT9	Fatiga del conductor				
RT10	Incendio o explosión				
RT13	Negligencia del conductor				
RT15	volcamiento				
RT18	Contaminación biológica				
RT20	Falta de planificación de enrutamiento				
RT21	Visión limitada de los conductores				
RT22	Imprudencia del conductor.				
RT23	Congestión vehicular				
RT26	Agotamiento de combustible				

Fuente: Adaptado de T.G. priorización de riesgos AVU, 2024