

DOCUMENTACIÓN DE UNA PROPUESTA DE REUTILIZACIÓN DE ENVASE DE
VIDRIO EN LA INDUSTRIA LICORERA DEL CAUCA



Universidad
del Cauca

ADRIANA MARCELA ARBOLEDA CALAMBAS
ANGIE DANIELA HINCAPIÉ RUSINQUE

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO DE AGROINDUSTRIA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
POPAYÁN
2023

DOCUMENTACIÓN DE UNA PROPUESTA DE REUTILIZACIÓN DE ENVASE DE
VIDRIO EN LA INDUSTRIA LICORERA DEL CAUCA

ADRIANA MARCELA ARBOLEDA CALAMBAS
ANGIE DANIELA HINCAPIÉ RUSINQUE

Trabajo de grado en modalidad de Estudio de Profundización Seminario de Grado en
Sistemas de Gestión de la Inocuidad y del Ambiente para el sector Alimentario, para optar
el título de Ingeniera Agroindustrial

Director
M. Sc. JUAN FERNANDO VERGARA ESCOBAR

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO DE AGROINDUSTRIA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
POPAYÁN
2023

Nota de aceptación

El Director ha leído el presente documento y lo encuentra satisfactorio.

M. Sc. JUAN FERNANDO VERGARA E.
Director

Popayán, 26 de abril de 2023

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darnos la sabiduría y perseverancia para culminar esta etapa académica.

Al director del proyecto de grado Juan Fernando Vergara E. M. Sc por su guía, paciencia, exigencia y valioso conocimiento a lo largo de la investigación.

A la profesora Luciana Molina Q. M.Sc., por su apoyo, orientación y aportes realizados al trabajo.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. MARCO REFERENCIAL	17
1.1 MARCO TEÓRICO	17
1.1.1 Logística directa	17
1.1.1.1 Flujo logístico	17
1.1.1.2 Logística inversa	17
1.1.2 El medio ambiente y la logística inversa	18
1.1.3 Alternativas posibles en la recuperación de productos	19
1.1.4 Reutilización	19
1.1.4.1 Diseño para la reutilización	19
1.1.4.2 Logística inversa en botellas	19
1.1.5 Herramientas de mejora de proceso	20
1.1.5.1 Herramienta 5S	20
1.1.5.2 Toma de muestras de desgaste	21
1.1.5.3 Ciclo vida	21
1.1.5.4 Lavado	22
1.2 MARCO CONCEPTUAL	22
1.3 NORMATIVIDAD	24
1.3.1 Ley 99 de 1993	24
1.3.2 Resolución 683 de 2012 del Ministerio de Salud y Protección Social	24
1.3.3 Resolución 0835 de 2013 del Ministerio de Salud y Protección Social	25

	pág.
1.3.4 Resolución 1407 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	25
1.3.5 Decreto 1686 de 2012 del Ministerio de Salud y Protección Social	25
1.3.6 Proyecto de Ley N° 298-2020 de 2019 Senado	25
1.3.7 Resolución 1342 de 2020 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	25
1.3.8 Normas Consolidadas de AIB International para Inspección Embotelladora de Bebidas	26
2. METODOLOGÍA	29
2.1 FASE 1. DOCUMENTACIÓN DE LA LOGÍSTICA DE RECUPERACIÓN, PARÁMETROS DE CALIDAD DEL ENVASE RECUPERADO Y DEL ENVASE LISTO PARA USO Y EL PROCESO DE LAVADO Y DESINFECCIÓN REQUERIDOS PARA RETORNAR LA BOTELLA AL PROCESO	29
2.1.1 Revisión bibliográfica	29
2.1.2 Logística de recuperación	29
2.1.3 Parámetros de calidad del envase recuperado y del envase listo para su uso	30
2.1.4 Proceso de lavado y desinfección requeridos para retornar la botella al proceso	30
2.2 FASE 2. DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS Y EQUIPOS REQUERIDOS PARA LLEVAR A CABO UNA RECUPERACIÓN DEL ENVASE DE VIDRIO EN LA ILC	30
2.2.1 Estudio técnico	30
2.2.2 Distribución de áreas y equipos	30
2.2.2.1 Etapa 1 Planta	30
2.2.2.2 Etapa 2 Flujo	30
2.2.2.3 Etapa 3 Distribución	31
2.2.2.4 Etapa 4 Ajustes	31
3. RESULTADOS	32

	pág.
3.1 DOCUMENTACIÓN DE LA LOGÍSTICA DE RECUPERACIÓN, LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL ENVASE RECUPERADO Y DEL ENVASE LISTO PARA USO, Y EL PROCESO DE LAVADO Y DESINFECCIÓN REQUERIDOS PARA RETORNAR LA BOTELLA AL PROCESO	32
3.1.1 Logística de recuperación	32
3.1.1.1 Identificación de los procesos, listas de chequeo y datos del desempeño actual de ILC	32
3.1.2 Sistema logístico para envase de vidrio reutilizado	32
3.1.2.1 Procedimiento de logística inversa	34
3.1.2.2 Proceso de despaletaje	36
3.1.2.3 Control de inventarios	38
3.1.2.4 Manuales de procedimiento	38
3.1.3 Parámetros de calidad del envase recuperado y del envase listo para su uso	39
3.1.3.1 Parámetros de calidad del envase recuperado	39
3.1.3.2 Parámetros de calidad del envase recuperado higienizado	41
3.1.4 Diseño de los procesos de lavado, desinfección y esterilización de envases de vidrio recuperado	43
3.1.4.1 Despaletización e inspección visual	43
3.1.4.2 Retiro del dosificador	44
3.1.4.3 Inspección previa al lavado	44
3.1.4.4 Lavado y desinfección	44
3.1.4.5 Inmersión y remoción de etiquetas	44
3.1.4.6 Higienización	45
3.1.4.7 Secado	45
3.1.4.8 Desinfección en el equipo UV	45
3.1.4.9 Inspección de aceptación de envase higienizado	46

	pág.
3.1.4.10 Análisis microbiológico	46
3.1.4.11 Embalaje, paletizado y almacenamiento	46
3.1.5 Implementación 5S	46
3.2 DOCUMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE EQUIPOS REQUERIDOS Y LA DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS PARA LA RECUPERACIÓN DEL ENVASE DE VIDRIO	48
3.2.1 Diseño de la línea de lavado	48
3.2.2 Capacidad de la planta	48
3.2.3 Tamaño del proyecto	49
3.2.3.1 Descripción de procesos	49
3.2.4 Equipos	52
3.2.5 Insumos requeridos.	55
3.2.6 Descripción de las instalaciones	55
3.2.7 Determinación de áreas	55
3.2.8 Distribución de áreas y equipos	56
3.2.8.1 Área de recepción de envase recuperado (inspección despaletaje, retiro dosificador, inspección)	56
3.2.8.2 Área de almacenamiento de envase recuperado sucio	57
3.2.8.3 Área de residuos (contenedor de envases rechazados, contenedor de otros residuos sólidos)	58
3.2.8.4 Área estibas y canastas vacías	58
3.2.8.5 Área de la línea de lavado de envases (equipos y herramientas)	58
3.2.8.6 Área de insumos	60
3.2.8.7 Área de envases higienizados	60
3.2.9 Diseño y distribución de la planta de recuperación de envases de vidrio	61
4. CONCLUSIONES	68

	pág.
5. RECOMENDACIONES	70
BIBLIOGRAFÍA	72
ANEXOS	75

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Formato despaletaje	36
Cuadro 2. Lista de chequeo causas de rechazo a envases recuperados	40
Cuadro 3. Lista de chequeo causas de rechazo y aceptación envases higienizados	42
Cuadro 4. Ciclo de lavado de los envases reutilizados en el equipo – Ciclo 3	45
Cuadro 5. Pronóstico de la demanda a cinco años en unidades de envases	49
Cuadro 6. Programa de producción anual en unidades de envases retornables	49
Cuadro 7. Descripción de equipos	53
Cuadro 8. Costos de los equipos requeridos para la puesta en marcha de la planta	54
Cuadro 9. Insumos químicos y materiales	55
Cuadro 10. Datos para el cálculo del coeficiente de evolución K	59
Cuadro 11. Cálculo del área de la línea de lavado de envases por método Guerchet	60
Cuadro 12. Área requerida para cada zona	61
Cuadro 13. Tabla de relación de actividades	62

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Logística directa	17
Figura 2. Logística inversa	18
Figura 3. Proceso de logística inversa	35
Figura 4. Proceso de lavado y desinfección propuesto	44
Figura 5. Clasificación de envase de vidrio retornable	47
Figura 6. Diagrama de operaciones recuperación de envases de vidrio	51
Figura 7. Diagrama analítico	52
Figura 8. Dimensiones del área disponible para ubicar la planta de recuperación de envases de vidrio	61
Figura 9. Matriz de relación de actividades	62
Figura 10. Diagrama de relación de actividades	62
Figura 11. Distribución de la planta de recuperación de envases de vidrio	63
Figura 12. Distribución propuesta de la planta de recuperación de envases de vidrio. Plano 1 de 4: Distribución por áreas	64
Figura 13. Distribución propuesta de la planta de recuperación de envases de vidrio. Plano 2 de 4: Distribución por equipos	65
Figura 14. Distribución propuesta de la planta de recuperación de envases de vidrio. Plano 3 de 4: Distribución por equipos	66
Figura 15. Distribución propuesta de la planta de recuperación de envases de vidrio. Plano 4 de 4: Distribución por equipos	67

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Formato de inspección de calidad de envases de vidrio recuperados de la ILC	75
Anexo B. Procedimiento para el lavado, desinfección y esterilización de envase de vidrio recuperado e inspección de calidad en etapa de recepción y almacenamiento	76
Anexo C. Tabla de ventas año 2021 de ILC	85

RESUMEN

La Industria Licorera del Cauca – ILC, es una empresa dedicada a la elaboración y comercialización de bebidas alcohólicas; su producto estrella es el Aguardiente Caucano, que se expende en presentaciones de media, botella y garrafa. A raíz de la escasez de materia prima para la fabricación de envases de vidrio, el déficit de stock en Cristalerías Peldar S.A.S y la concientización medioambiental, surge la necesidad de que las empresas en la industria de bebidas se adapten a nuevas regulaciones para mantener su competitividad; entre las operaciones consideradas se encuentra la logística inversa, la cual busca implementar diferentes formas de recolección, transporte, almacenaje y procesamiento de productos desechados, bajo la garantía de que una vez sean retornados, los envases de vidrio recibirán una adecuada limpieza para su reutilización. Por medio de una investigación documental y la revisión de fuentes secundarias, se configuró una lista de conceptos de logística inversa, terminología relacionada y un breve recuento de la normatividad vigente. A continuación, se desarrolló la fase 1 que incluyó la logística de recuperación, las listas de chequeo y el proceso de higienización del envase reutilizable y en la fase 2 se diseñó la distribución de áreas y equipos para recuperación de envases de vidrio en las instalaciones de la ILC.

Palabras claves: Envase reutilizable, logística inversa, higienización.

ABSTRACT

Industria Licorera del Cauca - ILC, (Cauca's Liquor Industry—CLI) is a company dedicated to the elaboration and commercialization of alcoholic beverages; its flagship product is "Aguardiente Caucano," which is sold in medium, bottle, and decanter presentations. As a result of the shortage of raw materials for the manufacture of glass containers, especially the shortage of stock in Cristaleras Peldar S.A.S., and environmental awareness, which necessitates the need for companies in the beverage industry to adapt to new regulations in order to remain competitive, one of the operations under consideration is reverse logistics, which seeks to implement various forms of collection, transport, storage, and processing of discarded products under the guarantee that once returned, the glass containers will receive an adequate cleaning for reuse.

Through documentary investigation and the review of secondary sources, a list of concepts of reverse logistics and related terminology was compiled, along with a brief analysis of the current regulations. Phase 1 was then developed, which included CLI information, recovery logistics, checklists, and the reusable packaging hygiene process; in phase 2, the distribution of areas and equipment for the recovery of glass containers at CLI facilities was designed.

KEYWORDS: Reusable packaging, Reverse logistics, Sanitation.

INTRODUCCIÓN

Las empresas productoras de bebidas, han encontrado en los envases de vidrio un elemento útil para la comercialización de sus productos. El suministro de este insumo en Colombia ha sido liderado por Peldar, una empresa que cuenta con varias factorías en el país; sin embargo, el cierre de la planta productora de Envigado, Antioquia, ha obligado a varios de sus clientes a buscar alternativas para el abastecimiento, entre ellos, la reutilización de los recipientes.

Las botellas de vidrio son el principal contenedor de aguardiente en la Industria Licorera del Cauca (ILC). En Colombia el fabricante de envases de vidrio es Cristalería Peldar S.A.S., que se constituye en el único proveedor de esta materia prima a la ILC; para el año 2022 el proveedor solo pudo suplir el 87,2% de envases requeridos, como consecuencia del cierre de su planta de Envigado, Antioquia, debido a la contaminación que esta empresa generó y que fue estudiada desde el año 2017.

A raíz de las dificultades generadas entre los años 2020 y 2021 por el colapso del comercio a nivel global, aunadas al problema que generaba en Colombia la producción de envases de vidrio, se evidenció la disminución de la disponibilidad de envases; el desabastecimiento generado por la contingencia sanitaria a causa del COVID-19, generó en la empresa un retraso de inventarios para suplir a sus clientes, a pesar de que el sector de licores solo representa el 10% de sus ventas. El reinicio de las actividades de construcción de viviendas posterior a la emergencia sanitaria tuvo un incremento del 35%, de acuerdo con How2Go (2022); sus implicaciones sobre la industria del vidrio, radican en la materia prima que comparten: la arena.

El aumento en el consumo de bebidas alcohólicas y el déficit de botellas que se encuentra cercano al millón y medio de unidades de envases anuales de las referencias más vendidas (media 375 ml y botella 750 ml), obligó a la ILC a buscar alternativas para cumplir con la demanda, especialmente para las épocas que mayor número de ventas registra. Aunque se buscó un nuevo proveedor internacional, los altos costos de importación y el esfuerzo logístico y comercial, hacen difícil este proceso, por lo cual se optó como medida inmediata por la utilización de botellas recuperadas del mercado, proceso realizado por medio de una empresa externa. Sin embargo, al no cumplir con los requisitos mínimos exigidos por la norma, se suspendió esta actividad tomando como alternativa el uso de empaques alternativos como caja tetra pack y envases PET, hasta encontrar una solución al desabastecimiento.

Siendo que la escasez de envases de vidrio afectó de forma directa a la Empresa Licorera del Cauca – ILC, se planteó la necesidad de establecer una propuesta congruente con los objetivos comerciales de la factoría, entre los que se cuenta el cumplimiento de las especificaciones normativas sobre la reutilización de envases destinados a la industria alimentaria, de manera que se pueda cumplir con los objetivos de ventas propuestos para suplir la demanda anual.

Al respecto, la Resolución 683 de 2012 emitida por el Ministerio de Salud y Protección Social, en el numeral 4 del Capítulo III, determina: “4. La reutilización de envases de vidrio o plástico se permitirá únicamente si se cuenta con tecnologías de retorno de envases, que incluyan la logística de recuperación de estos, la detección de contaminantes presentes, su limpieza e higienización, así como la evaluación de su aptitud sanitaria e inocuidad.” (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012), lo que constituye la base del presente estudio.

En la Industria Licorera del Cauca es necesaria la implementación de iniciativas orientadas a la reutilización de envases, ante la escasez de envases nuevos que permitan suplir la demanda anual. Siendo esta la alternativa más adecuada, el objetivo de este estudio fue documentar una propuesta de reutilización de envase de vidrio y de la logística de recuperación, los parámetros de calidad del envase recuperado, envase listo para uso y el proceso de lavado y desinfección requeridos para retornar la botella al proceso; además, se planteó diseñar una propuesta de distribución de áreas y equipos requeridos para llevar a cabo una recuperación del envase de vidrio en la ILC.

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 MARCO TEÓRICO

A continuación, se presenta la revisión de fuentes secundarias que se relacionan con la recuperación de envases de vidrio, por medio de la cual se identificaron los procesos, materiales y sistemas de gestión idóneos para el caso de la Industria Licorera del Cauca, además de seleccionar la propuesta más eficiente para ser implementada en la instalación definida por la empresa.

1.1.1 Logística directa. La logística directa se define como el flujo que tienen las empresas y organizaciones, el cual integra diferentes actividades para producir un bien o un servicio dirigido que satisficiera las necesidades de los consumidores. Entre ellas se encuentran el transporte, el almacenaje y la distribución, entre otras, que cuentan con características específicas dirigidas a que el producto cumpla con las expectativas requeridas.

1.1.1.1 Flujo logístico. El flujo comienza en la necesidad que tiene el consumidor por adquirir algún producto o servicio y en la forma en que la empresa da inicio a la logística para cumplir con el requerimiento; es decir, el flujo logístico comienza cuando se activa la necesidad del producto, se realizan las operaciones para producirlo, se lleva hasta el consumidor, se elimina y se recolecta para reintegrarse a la cadena (Figura 1).

Figura 1. Logística directa



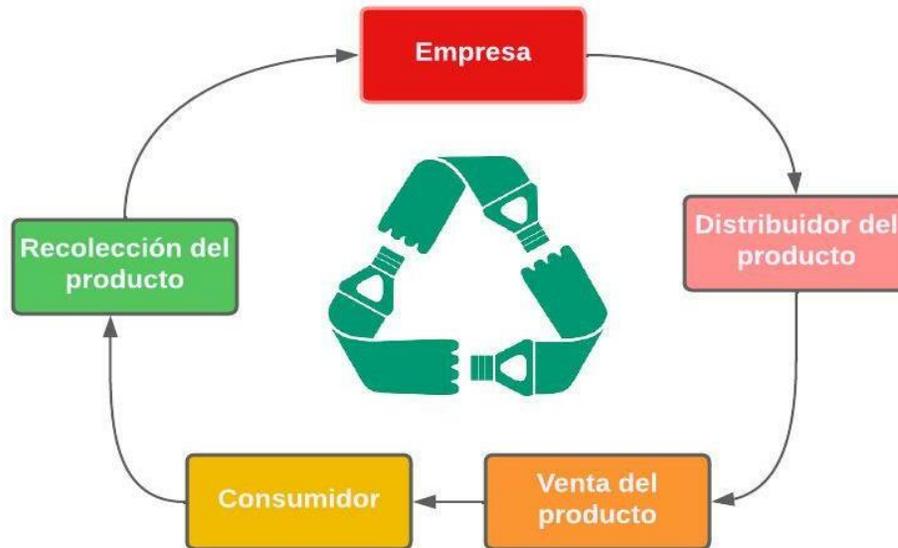
Fuente: Castillo (2017).

1.1.1.2 Logística inversa. Tradicionalmente, los productores han ignorado el destino final de los productos cuando estos alcanzan el final de su vida útil, pues no se asumía la responsabilidad del desuso; el diseño limitaba los costes a los materiales, ensamblaje y distribución, sin considerar la disposición final; además, los productores consideraban que el costo de producción se incrementaría al incorporar estos requerimientos y que la mayoría de los consumidores no estaban preparados para pagar un coste adicional por consumir un producto “verde”. En consecuencia, gran parte de los productos usados se llevaban al vertedero o se incineraban, con el subsiguiente daño al medio ambiente (Rodríguez, 2003).

La logística inversa es el traslado del producto que ha sido desechado o devuelto por fallas de fabricación; en este proceso debe considerarse como agente importante al operador logístico, ya que es el eslabón encargado de la recolección de los productos al ser

desechados o devueltos. En la logística inversa se busca mejorar la venta del producto cuando es devuelto, la calidad y rendimiento del producto vendido, en un flujo que no es lineal sino cíclico, como se observa en la figura 2.

Figura 2. Logística inversa



La logística inversa implica realizar los siguientes retornos de producto:

1. Por devolución por parte del consumidor, por vencimiento y sobrantes.
2. Reutilizados, como envases tipo retornable, embalajes o empaques que pueden ser integrados nuevamente en la logística directa.
3. Devueltos por falla y que pueden ser colocados nuevamente en venta después de haber pasado por un servicio técnico.
4. Los que pueden ser usados como materia prima.
5. Los usados para reciclaje, usualmente envases y que son recolectados por tercerización.
6. De aquellos que son llevados a lugares específicos para su desecho final, ya que no pueden ser usados nuevamente.

1.1.2 El medio ambiente y la logística inversa. El interés por la logística inversa ha crecido en los últimos años, debido a los altos índices de devoluciones a los que las empresas tienen que hacer frente; esto ha permitido el desarrollo de nuevas actividades en el mundo empresarial. En la actualidad, mientras los productores minoristas experimentan soluciones para reducir las devoluciones y mejorar su gestión, las cadenas más grandes exploran el campo de la logística inversa para reinsertar las devoluciones en la cadena comercial de manera eficaz y eficiente, y, si es posible, recuperar parte del costo, pues una buena política de devoluciones puede suponer una ganancia en competitividad y fidelización de clientes. Esto ha originado la apertura de nuevos ámbitos de actuación que pueden conducir a nuevas estrategias de negocio para las empresas (Rodríguez, 2003).

1.1.3 Alternativas posibles en la recuperación de productos. La logística inversa se dirige a gestionar productos de desecho, no porque se trate de productos defectuosos, sino porque han llegado al final de su vida útil; estos son denominados “productos fin de vida” y pueden representar una oportunidad de negocio para los agentes económicos como materias primas, siendo susceptibles de incorporarse de alguna manera en la cadena productiva. Para la realización de las operaciones propias de la logística inversa, es necesario analizar las alternativas disponibles de recolección de los productos, partes de ellos y materiales, además de determinar el personal que realizará la actividad y la forma de hacerlo.

Otro aspecto a analizar consiste en verificar la posibilidad de integrar las actividades de la retrologística en los sistemas tradicionales de producción y distribución, sus costos y beneficios económicos y medioambientales.

Las empresas y agentes involucrados deben tener la capacidad de decidir el destino de los productos recibidos y el punto de la cadena en el cual se introducirán, estos puntos requieren que los agentes involucrados deben conocer las alternativas disponibles y prever los resultados que se pueden obtener con su aplicación.

1.1.4 Reutilización. Consiste en recuperar el producto para darle un nuevo uso; por ejemplo, la reutilización de material informático de oficina para trabajos de docencia, obsoleto en cuanto a prestaciones. En general, la reutilización es la forma que menor impacto produce en el entorno, excepto cuando se utilizan tecnologías consumidoras de mucha energía o muy contaminantes (Rodríguez, 2003).

1.1.4.1 Diseño para la reutilización. Es una política de ahorro, ya que permite el reciclaje sin realizar una nueva conformación del material, por lo cual tiene una fuerte incidencia en el mercado de recambios y requiere la estandarización de los componentes para ser utilizados en un mercado específico para ellos. A pesar de que los criterios de diseño y productividad no están en la misma línea de los aspectos medioambientales, las empresas están obligadas a buscar la manera de aprovechar estas diferencias y plantear estrategias hacia la creación de valor (Rodríguez, 2003).

1.1.4.2 Logística inversa en botellas. La logística de retorno para reutilización es aplicable a los envases de vidrio o plástico, cajas, embalajes, etc., pues son elementos cuyo ciclo de vida no es corto; en el caso de las botellas, estas pueden dar muchas vueltas al ciclo, solo deben ser recolectadas de la manera correcta y pasar por las operaciones necesarias para regresar a la Logística directa.

Específicamente, la logística inversa en botellas de vidrio (retorno) es recurrente, ya que son productos que pueden ingresar a la cadena de suministro para ser nuevamente usados en el proceso de producción. La botella puede ser utilizada las veces que sus condiciones de calidad y estado lo permitan, contribuyendo no sólo al proceso al que pertenece, sino al

medio ambiente, al considerarse un producto retornable. De las acciones del consumidor al finalizar el consumo y de la correcta manipulación del centro de distribución y de la empresa para las buenas condiciones del envase, depende la devolución del envase a la bodega o a los centros de acopio (Castillo, 2017).

1.1.5 Herramientas de mejora de proceso.

1.1.5.1 Herramienta 5S. Las 5S constituyen una disciplina para lograr mejoras en la productividad del lugar de trabajo, mediante la estandarización de hábitos de orden y limpieza que se logra implementando cambios en los procesos en cinco etapas, cada una de las cuales servirá de fundamento a la siguiente, logrando beneficios a largo plazo. El buen funcionamiento de esta herramienta, se configura en la base para la implementación de cualquier otro sistema de mejora de los procesos, debido a que no se requiere tecnología ni conocimientos especiales para implementarlas, solo disciplina y autocontrol por parte de cada uno de los miembros de la organización. Este autocontrol organizacional es el cimiento de sistemas más complejos, de mayor tecnología e inversión.

A continuación, se detallan las etapas de la metodología 5S:

1. *Seiri (seleccionar)*: consiste en retirar todos los artículos que no son necesarios del lugar de trabajo.
2. *Seiton (organizar)*: se refiere al ordenamiento de los artículos que necesarios para las labores, estableciendo un lugar específico para cada cosa, de manera que se facilite su identificación, localización, disposición y vuelta al mismo lugar después del uso.
3. *Seiso (limpiar)*: consiste básicamente en eliminar la suciedad y evitar ensuciar, siempre con la idea en mente de que, al limpiar, también se está inspeccionando el espacio.
4. *Seiketsu (estandarizar)*: permite lograr que los procedimientos, prácticas y actividades logrados en las tres primeras etapas se ejecuten consistentemente y de manera regular, para asegurar que la selección, la organización y la limpieza se mantengan en las áreas de trabajo.
5. *Shitsuke (disciplina)*: al convertir en un hábito las actividades de las 5S, se mantienen de forma correcta los procesos generados por el compromiso de todos, de la misma manera en que al participar de los eventos kaizen, se solucionan las necesidades de mejora surgidas en el lugar de trabajo.

Un programa 5S ayuda a mejorar la limpieza, la organización y el uso de las áreas de trabajo, logrando el mejor aprovechamiento de los recursos, en especial del tiempo, además de evidenciar las anomalías y problemas. Como resultado, se configura un ambiente de trabajo más seguro y agradable, además de incrementar la capacidad de producir más artículos de mejor calidad y presentar un lugar despejado y agradable a los clientes.

Las 5 S resultan de utilidad cuando es necesario reducir los tiempos de ciclo, aprovechando al máximo los espacios disponibles para producir. Esta utilidad es evidente en la

implementación de nuevos sistemas en la administración de la cadena de valor (como ISO 9001, control estadístico de procesos, Six Sigma o Lean Manufacturing), pues dependen en gran medida de la disciplina de las personas que participan en ellos.

Esta es una herramienta poderosa en áreas como almacenes, áreas de producción y de uso común como oficinas y talleres (Socconini, 2019).

1.1.5.2 Toma de muestras de desgaste. Es el método que permite obtener información del desgaste que sufre el envase y su tiempo de ciclo de vida estimado, se basa en un muestreo físico de las botellas de vidrio, que informa el número de envases que deben darse de baja y la cantidad que debe reemplazarse por otros nuevos, con lo cual se pueden obtener datos de adquisiciones y presupuesto.

El desgaste puede ser ocasionado el contacto entre ellas, lo que se denomina Scuffing. Existe una resina que puede ser aplicada a la salida de las lavadoras que reduce la velocidad del desgaste, favoreciendo el deslizamiento entre botellas y recibe el nombre de recubrimiento anti scuffing.

El soft handling es el sistema de manejo de botellas en las líneas de envasado, que reduce los golpes y rozamiento entre botellas. Entre las actividades que permiten el soft handling se encuentran:

1. Monitoreo permanente de la aplicación en la salida de las lavadoras en las líneas, para verificar el estado de las pistolas de aplicación y la cantidad aplicada por botella de acuerdo al tamaño del envase.
2. La verificación de la sincronización de la aplicación del Tegoglas con el funcionamiento de la lavadora.
3. Contar con repuestos en almacén para cambio en el momento que se requiera.
4. La revisión mensual del funcionamiento de las líneas de envasado.
5. El establecimiento de un procedimiento estándar para la medición del scuffing en las botellas, así como la capacitación del personal involucrado para restringir las dudas en la medición.

1.1.5.3 Ciclo vida. Según la NTC-ISO 14040 (Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Principios y Marco de Referencia, 2007), el ciclo de vida corresponde a las etapas

consecutivas e interrelacionadas de un sistema de productos, desde la adquisición de la materia prima o su generación a partir de recursos naturales, hasta la disposición final.

El análisis del ciclo de vida (ACV) de un producto, es una metodología que intenta identificar, cuantificar y caracterizar el impacto ambiental potencial asociado a cada una de estas etapas (Billy, 2021), mediante producciones basadas en el concepto de recursos energéticos y materias primas finitas, cuya velocidad de uso es mayor que la de generación. Se promueve de esta manera la conservación de recursos, con el objetivo de reducir la cantidad de residuos generados en la elaboración masiva o intermitente de productos; el ACV plantea manejar los residuos en una forma sustentable, para disminuir el impacto o huella ambiental.

1.1.5.4 Lavado. El lavado de los envases retornables, tiene como función asegurar que estos puedan llenarse en perfectas condiciones higiénicas. El objetivo es eliminar los residuos de las superficies interiores y exteriores de los envases, que han estado expuestos a todo tipo de agentes; actualmente, estos lavados se realizan con soda cáustica (Hidróxido de sodio NaOH) por ser más económico, menos propenso al choque térmico y más duradero como germicida que otro álcali. Es un producto químico agresivo, que puede reaccionar con muchos tipos de suciedad y es más eficaz sobre aquella relacionada con proteínas, al ser utilizada en concentraciones entre 0,25% y 3%; concentraciones mayores pueden atacar al vidrio, disminuyendo la vida útil del envase retornable.

Con el fin de realizar una limpieza ácida, se utiliza el ácido peracético como biocida, ya que es uno de los desinfectantes oxidantes más potentes ante patógenos como virus, hongos, esporas y bacterias. El ácido peracético o peroxiacético, es un peróxido proveniente del ácido acético, eficaz a temperaturas incluso inferiores a 10°C. Concentraciones inadecuadas de este ácido, puede dejar residuos que conllevan a problemas de olor y sabor en el producto final. Las colonias de coliformes se reducen de forma drástica con concentraciones entre 2 y 7 ppm en agua por 27 minutos (Ibarra, 2017).

1.2 MARCO CONCEPTUAL

Despaletaje: es la acción de revisar la carga devuelta por el distribuidor con la finalidad de controlar el estado de la carga y condición de envases que serán usados para la producción programada (Larco y Villagómez, 2022).

Envase primario: recipiente que contiene y está en contacto directo con el alimento y bebida, con la finalidad de protegerlo de agentes externos (Resolución 683 de 2012 del Ministerio de Salud y Protección Social).

Envase reutilizable (retornable): Es aquel que ha sido diseñado y comercializado para realizar varias rotaciones a lo largo de su ciclo de vida, con el fin de alargarla y devolver a

los materiales su posibilidad de utilización en su función original bajo procesos de acondicionamiento y cuya gestión está financiada, directa o indirectamente, por la empresa que los pone en el mercado (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020).

Grado alimentario: características propias de la composición de los materiales destinados a entrar en contacto con alimentos, que determinan su aptitud sanitaria. En el caso de los materiales reciclados, incluye la remoción de sustancias contaminantes o residuales potencialmente presentes en los mismos, mediante la aplicación de los procesos de descontaminación de las tecnologías de reciclado físico o químico validadas, a niveles tales que su uso no implica un riesgo sanitario para el consumidor, ni modifican la calidad sensorial de los alimentos (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012).

Inocuidad alimentaria: conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de alimentos para asegurar que una vez ingeridos, no representen un riesgo para la salud (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012).

Inocuidad del envase: garantía de que el envase no causará modificaciones indeseables en las características nutricionales y sensoriales de los alimentos, ni les cederá sustancias que constituyan un riesgo para la salud del consumidor (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012).

Límite de migración específica: es la cantidad máxima admisible de un componente específico de interés toxicológico, transferida desde los materiales en contacto con los alimentos o bebidas en las condiciones habituales de uso, elaboración y almacenamiento o en las condiciones equivalentes de ensayo (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012).

Reciclaje: aquellos procesos mediante los cuales se transforman los materiales o residuos posconsumo de envases y empaques, para devolverles su potencial de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020).

Reutilización: operación mediante la cual los productos o sus componentes que no sean residuos, se utilizan de nuevo con la misma finalidad para la que fueron concebidos.

Sistema de aseguramiento de la calidad: disposiciones organizadas y documentadas para garantizar que los materiales y objetos cumplan con las normas aplicables y los estándares de calidad para el uso previsto (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012).

Sistema de control de la calidad: aplicación sistemática de las medidas establecidas en el Sistema de Aseguramiento de la Calidad, para que las materias primas y los materiales

y objetos intermedios y acabados sean conformes a las especificaciones determinadas en el sistema (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012).

Trazabilidad: sistema de organización de la información que permite seguir la ruta de los materiales, objetos, envases y equipamientos con los cuales está en contacto, desde el origen de la cadena de abastecimiento hasta el punto de destino final de la misma o viceversa (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012).

1.3 NORMATIVIDAD

En cuanto a normas legales, a continuación, se relaciona la reglamentación que avala el uso de envases recuperados para uso alimentario.

1.3.1 Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones

Capítulo 2 Del Ministerio del Medio Ambiente y del Sistema Nacional Ambiental. Artículo 5, Numeral 32. Establecer mecanismos de concertación con el sector privado para ajustar las actividades de este a las metas ambientales previstas por el gobierno; definir los casos en que haya lugar a la celebración de convenios para la ejecución de planes de cumplimiento con empresas públicas o privadas para ajustar tecnologías y mitigar o eliminar factores contaminantes y fijar las reglas para el cumplimiento de los compromisos derivados de dichos convenios. Promover la formulación de planes de reconversión industrial ligados a la implantación de tecnologías ambientales sanas y la realización de actividades de descontaminación, de reciclaje y de reutilización de residuos

1.3.2 Resolución 683 de 2012 del Ministerio de Salud y Protección Social. Por medio de la cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los materiales, objetos, envases y equipamientos destinados a entrar en contacto con alimentos y bebidas para consumo humano.

Capítulo 3 Reciclado y reutilización. Artículo 7, numeral 4. La reutilización de envases de vidrio o plástico se permitirá únicamente si se cuenta con tecnologías de retorno de envases, que incluyan la logística de recuperación de estos, la detección de contaminantes presentes, su limpieza e higienización, así como la evaluación de su aptitud sanitaria e inocuidad.

Capítulo 4 Trazabilidad. Artículo 16. Los importadores, distribuidores, comercializadores y fabricantes de materiales, objetos, envases y equipamientos destinados a entrar en

contacto con alimentos y bebidas, deben asegurar la trazabilidad de los materiales, objetos, envases y equipamientos en todas las etapas de su producción y comercialización, para facilitar el control, retiro de los productos defectuosos, e información de los consumidores.

1.3.3 Resolución 0835 de 2013 del Ministerio de Salud y Protección Social. Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los materiales, objetos, envases y equipamientos de vidrios y cerámicas destinados a estar en contacto con alimentos y bebidas para el consumo humano.

Título 2 artículo 4, numeral 2. Los envases, objetos y equipamientos de cerámica, vidrio, esmaltados o vitrificados en la cara en contacto con el alimento y bebida, así como los objetos de cristal, en las condiciones previsibles de uso, no cederán a los alimentos sustancias tóxicas o contaminantes, que representen un riesgo para la salud humana.

1.3.4 Resolución 1407 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Por la cual se reglamenta la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio, metal y se toman otras determinaciones.

1.3.5 Decreto 1686 de 2012 del Ministerio de Salud y Protección Social. Por el cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que se deben cumplir para la fabricación, elaboración, hidratación, envase, almacenamiento, distribución, transporte, comercialización, expendio, exportación e importación de bebidas alcohólicas destinadas para consumo humano.

1.3.6 Proyecto de Ley N° 298-2020 de 2019 Senado. Por medio del cual se incentiva la gestión de reciclaje de envases de un solo uso.

Artículo N° 5. La obligación de instalar los puntos de devolución y/o retorno estará en cabeza de los grandes productores, importadores o comercializadores, los cuales podrán articularse para el cumplimiento de la presente ley.

1.3.7 Resolución 1342 de 2020 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Por el cual se modifica la Resolución 1407 de 2018 y se toman otras determinaciones.

El Artículo 2 adiciona las siguientes definiciones: aprovechamiento de residuos de envases y empaques, envase multimaterial, envase reutilizable (retornable) y reciclaje.

El Artículo 3 presenta la modificación del artículo 8 de la resolución 1407 de 2018: establece que partir del 01 de enero de 2019, los productores creados presentarán el Plan de Gestión Ambiental de Residuos de Envases y Empaque a más tardar el 31 de diciembre del año

siguiente al primer periodo fiscal de operación, contando desde el 1 de enero hasta 31 de diciembre.

Artículo 8. Determinación de eficiencia de retornabilidad. Los productores que busquen o tengan establecidos sistemas de envases y empaques retornables, deberán calcular el indicador de eficiencia de rentabilidad, como la fracción de envases y empaques efectivamente retornados por el productor al mercado sobre el total de envases y empaques retornables puestos en el mercado, mediante la siguiente ecuación:

$$ER = \frac{(EER)}{(EERM)} \quad (\text{Ec. 1})$$

Artículo 10. Modificación del artículo 16 de la resolución 1407 de 2018. Obligaciones al consumidor final:

- a). Realizar correcta separación en la fuente de los residuos de envases y empaques.
- b). Entregar los residuos de envases y empaques separados en puntos de recolección o a través de mecanismos establecidos por los productores y los gestores.

Artículo 11. Anexos. ANEXO V. Requisitos de verificación del sistema de retornabilidad. Para personas naturales o jurídicas que cuentan con un sistema de retorno de envases y empaques.

1.3.8 Normas Consolidadas de AIB International para Inspección Embotelladora de Bebidas. Son requerimientos clave que debe reunir una instalación para mantener los alimentos sanos e inocuos. Estas normas internacionales también reflejan lo que un inspector esperaría ver en una instalación que mantiene un ambiente para el procesamiento de alimentos inocuos.

Numeral 1.25. Latas, botellas y envases Rígidos. Si se usan latas, botellas y demás envases utilizados para el empaque, estos requerirán pasos de limpieza y almacenaje adicionales para evitar la contaminación con materiales extraños. Requerimientos críticos.

Subnumeral 1.25.1.1. Si se usan latas, botellas, barriles de contacto con alimentos u otros envases rígidos, el envase rígido se invertirá y limpiará con aire o agua a presión antes de llenarse para extraer materiales extraños.

Subnumeral 1.25.1.2. Se proveerán sistemas de filtrado y / o trampas de aire / agua para los sistemas de limpieza de envases rígidos.

Subnumeral 1.25.1.3. Los sistemas de filtrado o las trampas de aire / agua de los sistemas de limpieza de envases rígidos se monitorearán regularmente y se someterán a mantenimiento como parte del Programa de Mantenimiento Preventivo.

Subnumeral 1.25.1.4. Después de la limpieza, los envases rígidos se mantendrán en posición invertida o cubiertos hasta el llenado y colocación de la tapa para prevenir la contaminación con materiales extraños.

Subnumeral 1.25.1.5. Las cajas y otros envoltorios usados en envases de productos o en material de empaque serán lo suficientemente durables para prevenir el riesgo de contaminación de los productos.

Subnumeral 1.25.1.6. Los empaques rígidos se cubrirán o invertirán, o bien se mantendrán en buen estado las estructuras superiores a fin de evitar la contaminación antes de llenar con producto.

Subnumeral 1.25.1.7. Los envases de un solo uso que no se lavaron ni se enjuagaron con aire o agua se recibirán cubiertos con un cierre hermético protector.

Subnumeral 1.25.1.8. Los envases de un solo uso que no se limpiaron antes de la recepción se almacenarán de forma tal de protegerlos de la contaminación manual o del aire.

Numeral 1.39. Limpieza de latas, botellas y envases rígidos de uso múltiple. Si se usan estos envases para el empaque, requerirán una limpieza, almacenaje e inspección adicionales para evitar la contaminación con materiales extraños. Requerimientos Críticos.

Subnumeral 1.39.1.1. Los envases primarios rellenables o de uso múltiple se limpiarán, sanitizarán e inspeccionarán antes de ser llenados, tapados y sellados.

Subnumeral 1.39.1.2. Después de ser inspeccionados, aquellos envases que se determinen ser no sanitarios o defectivos se reprocesarán o descartarán.

Subnumeral 1.39.1.3. Todos los envases primarios de uso múltiple se lavarán, enjuagarán y sanitizarán en una lavadora mecánica o mediante otro método que limpie y sanitice de manera adecuada el envase para ser usado.

Subnumeral 1.39.1.4. El proceso de limpieza se validará mediante pruebas para residuos químicos según una frecuencia definida.

Subnumeral 1.39.1.5. Las lavadoras mecánicas se monitorearán regularmente y se mantendrán como parte del Programa de Mantenimiento Preventivo.

Subnumeral 1.39.1.7 Los registros del sistema de lavado mecánico estarán al día e incluirán lo siguiente: mantenimiento físico, inspección, condiciones halladas, acciones correctivas, desempeño de la lavadora mecánica.

2. METODOLOGÍA

A continuación, se describen las etapas metodológicas desarrolladas para definir el proceso de recuperación de envases de vidrio, que cumpla con las necesidades de la Industria Licorera del Cauca (ILC).

2.1 FASE 1. DOCUMENTACIÓN DE LA LOGÍSTICA DE RECUPERACIÓN, PARÁMETROS DE CALIDAD DEL ENVASE RECUPERADO Y DEL ENVASE LISTO PARA USO Y EL PROCESO DE LAVADO Y DESINFECCIÓN REQUERIDOS PARA RETORNAR LA BOTELLA AL PROCESO

2.1.1 Revisión bibliográfica. La revisión bibliográfica realizada permitió reunir información sobre las metodologías de retorno, acopio, limpieza y desinfección, conceptos de economía circular y metodología 5S's aplicados al envase de vidrio recuperado, desde base de datos, páginas web, artículos científicos y trabajos de grado.

Se tuvieron en cuenta los requisitos de higiene establecidos en la normatividad legal vigente para el manejo de alimentos, ya que las botellas se llenarán con bebidas para consumo humano. Las normas legales tenidas en cuenta en el desarrollo del trabajo fueron las siguientes: Resoluciones 683 de 2012 y 2674 de 2013 del Ministerio de Salud y Protección Social, y, Resoluciones 1407 de 2018 y 1342 de 2020 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Adicionalmente, se tuvo en cuenta la aplicación de la metodología 5S's como parte de las herramientas Lean Manufacturing (Socconini, 2019).

2.1.2 Logística de recuperación. En esta etapa se recolectaron los datos relacionados con los procesos productivos de la Industria Licorera del Cauca. Fue necesario realizar una caracterización de los siguientes aspectos:

Planeación de la recuperación de las botellas
Recolección de información quién, dónde, cuándo
Recuperación
Transporte
Selección

Con el fin de comprender el contexto actual de recuperación de envases de vidrio y posteriormente definir un nuevo proceso para su lavado, se realizó un estimado de cantidad de botellas recuperadas del mercado necesarias, se solicitó información del déficit de botellas actual en la planta, de la referencia más solicitada al proveedor y cantidades requeridas al mes de la misma.

Estas variables fueron insumos para las evaluaciones cualitativas del nuevo proceso de lavado de envase.

2.1.3 Parámetros de calidad del envase recuperado y del envase listo para su uso. En cuanto a los parámetros físico químicos y microbiológicos exigidos al envase de vidrio reutilizable, se diseñó una lista de chequeo con los ítems necesarios para que la persona encargada de realizar la inspección visual, una vez ingrese la botella a la planta, confirme si tiene las condiciones óptimas para continuar el proceso como insumo retornado o como residuo reciclable. La lista de chequeo se basó en la Resolución 835 de 2013 del Ministerio de Salud y Protección Social para que cumpla con las características físicas establecidas en la norma.

2.1.4 Proceso de lavado y desinfección requeridos para retornar la botella al proceso. Se analizó el proceso de lavado actual de las botellas reutilizadas que ingresan y se definieron las etapas de lavado y desinfección requeridas para cumplir con los parámetros físico, químicos y microbiológicos exigidos para la entrega de envase listo para su uso.

2.2 FASE 2. DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS Y EQUIPOS REQUERIDOS PARA LLEVAR A CABO UNA RECUPERACIÓN DEL ENVASE DE VIDRIO EN LA ILC

Esta fase se llevó a cabo mediante el desarrollo de las siguientes etapas:

2.2.1 Estudio técnico. Se determinó el volumen de producción, para definir la capacidad de los equipos que se requieren en el proceso de limpieza e higiene de los envases de vidrio, para una eficiente reutilización.

Se planteó un sistema de abastecimiento de materiales e insumos, simple y flexible, basado en la eliminación de desperdicios, mejora continua y justo a tiempo en el punto de uso.

2.2.2 Distribución de áreas y equipos. El método Método SLP (Systematic Layout Planning) utiliza las siguientes cuatro etapas:

2.2.2.1 Etapa 1 Planta. Se decidió la ubicación de la planta, teniendo en cuenta los espacios disponibles y la línea de producción actual de la ILC, ya que se busca que las operaciones de los procesos sucedan de manera secuencial y organizada.

2.2.2.2 Etapa 2 Flujo. Establece el flujo para el área disponible elegida para realizar la distribución e indica el tamaño, la relación y la configuración de cada actividad principal, departamento o área.

2.2.2.3 Etapa 3 Distribución. Realizar la preparación en detalle del plan de distribución. En esta fase se incluyó la planificación la ubicación de los puestos de trabajo, así como la maquinaria o los equipos.

2.2.2.4 Etapa 4 Ajustes. Esta última etapa implica los movimientos físicos conforme se van colocando los equipos y máquinas, para lograr la distribución que fue planeada.

3. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de este estudio, basado en el diseño de lavado para envase recuperado y diseño de la planta para esa labor, teniendo en cuenta el impacto positivo que proyecta para la organización.

3.1 DOCUMENTACIÓN DE LA LOGÍSTICA DE RECUPERACIÓN, LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL ENVASE RECUPERADO Y DEL ENVASE LISTO PARA USO, Y EL PROCESO DE LAVADO Y DESINFECCIÓN REQUERIDOS PARA RETORNAR LA BOTELLA AL PROCESO

3.1.1 Logística de recuperación. En esta etapa se recolectaron los datos relacionados con los procesos productivos de la ILC, que involucran todo lo relacionado con envases recuperados.

3.1.1.1 Identificación de los procesos, listas de chequeo y datos del desempeño actual de ILC. En cuanto a las actividades de recuperación de envases, la ILC actualmente no cuenta con un plan o logística que permita el desarrollo de este proceso, pues se había delegado a la empresa externa Fundación K, quienes se encargaban de recolectar, lavar, desinfectar y transportar los envases. Para realizar el ingreso de los envases recuperados provenientes de la Fundación K, la empresa inspeccionaba los lotes por medio de una lista de chequeo (Anexo A), el cual será ajustado al proceso de recuperación, lavado y desinfección propuesto.

Se debe aclarar que la ILC le hizo entrega a Fundación K, de un documento en donde se especifica cómo realizar el proceso de lavado y desinfección a los envases recuperados (Anexo B); dicha empresa no llevó el proceso como se había planteado inicialmente y tampoco cumplió con las especificaciones establecidas; por tanto, el método planteado no funcionó y la ILC desistió de su uso.

La ILC ha calculado un volumen estimado de venta para el 2022 en las presentaciones botella (750 ml), media (375 ml) y garrafa (1750 ml), de 4'825.338 unidades, de las cuales 3'400.000 unidades de envases las estaba suministrando Cristalerías Peldar S.A.S; el déficit de envases de vidrio corresponde a 1'425.338 unidades anuales. De las unidades faltantes, el 43% (612.895 unidades) y 42% (598.641 unidades) corresponden a las referencias de botella (750 ml) y media (375 ml), respectivamente, que son las más solicitadas al proveedor, teniendo así un déficit total de unidades más vendidas de 1'211.536 unidades requeridas al año y 100.961 unidades requeridas al mes.

3.1.2 Sistema logístico para envase de vidrio reutilizado. La importancia de la logística inversa ha aumentado por cuestiones legislativas, especialmente para los casos de flujo inverso de empaques industriales. La Directriz 94/62/CE del Parlamento Europeo y del

Consejo, obliga a los fabricantes a recuperar parte de los envases y residuos relacionados con los productos comercializados. Recientemente en Colombia se da una situación similar, por las directrices de la Resolución 1407 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que ha formulado planes de gestión ambiental de residuos de envases y empaques, recientemente modificada por la Resolución 1342 de 2020 del mismo Ministerio, en donde se incluyen requisitos de verificación del sistema de retornabilidad y otras disposiciones, los cuales serán tenidos en cuenta para el desarrollo de la estrategia de la logística inversa propuesta.

En primera instancia se debe evaluar que el diseño del empaque permita cumplir un número de viajes o rotaciones en condiciones normales de uso; esto se logra analizando las especificaciones de la ficha técnica expedida por el fabricante del envase.

Como primera estrategia de logística inversa, es necesario realizar una investigación de mercados dirigida a planificar la administración de ventas, procurando la actualización de la información de clientes, para realizar un monitoreo de clientes internos y externos y prever un retorno oportuno de envases usando la metodología Gerencia de Relaciones con el Cliente (CRM) (Zambrano, 2011).

Existen tres tipos de estrategias para la gestión de envases reutilizables:

1. Sistema switch-pool, por el cual se asigna una cantidad fija de envases reutilizables a cada cliente; cuando los envases se entregan llenos al cliente, este debe devolver la misma cantidad de envases vacíos.
2. Sistema de transferencia: en este sistema, la organización es completamente responsable de rastrear, administrar, mantener y almacenar los envases.
3. Sistema de depósito: la organización envía los envases completamente cargados a los clientes y el depósito recoge y devuelve los envases vacíos del cliente. El cliente paga a la organización, en este caso ILC, un depósito por cada envase utilizado, luego el depósito se reembolsa cuando el envase sea devuelto.

En el sistema de logística de retorno propuesto, el cliente agrupa los envases vacíos y los almacena hasta que haya acumulado una cantidad suficiente de envases para una recolección rentable. Existen dos diseños para el sistema de depósito: con reserva y con depósito; en el primero, el cliente tiene una cuenta en la ILC, por lo cual, cuando los envases son entregados a la ILC, la cantidad correspondiente de envases, es debitada en la cuenta de la ILC. De manera similar, cuando la ILC envía los envases a un cliente, la cantidad correspondiente se acredita en la cuenta de la ILC y se carga en la cuenta del cliente. El cliente deberá presentar los datos necesarios a la empresa para cada envío; esto permite que la empresa controle los flujos de envases.

En el sistema de depósito, el cliente paga a la ILC un depósito por el número de envases entregados en el sitio, que equivale al menos al valor de los envases. En el momento en el que los envases se entregan en el destino final, son recogidos por la ILC, quien reembolsa el depósito al cliente. El depósito financia la merma de los envases, fomenta la devolución rápida de los envases vacíos y evita que los envases vacíos se almacenen en un sitio durante un largo periodo de tiempo (Lopes *et al.*, 2013).

La siguiente estrategia es la logística inversa del recurso humano; esta se debe realizar identificando la capacidad técnica y humana, que es el conjunto de conocimientos y habilidades que poseen los miembros de la empresa, lo cual permite identificar las competencias claves requeridas para poder establecer criterios y procedimientos específicos para la inducción, formación y evaluación continua del equipo de trabajo conformado para la recuperación oportuna de los envases retornables (Zambrano, 2011).

La implementación de la logística inversa significa un cambio en la cadena de suministro, cambiando roles de las partes interesadas y formas de organización. La empresa suministra cajas con envases llenos y quiere recibir la misma caja con el mismo tipo de envase cuando se devuelve; sin embargo, los consumidores no siempre devuelven las cajas con un tipo de envases y la mayoría se devuelven por separado y no en cajas. Esto significa que el minorista debe invertir espacio y mano de obra para clasificar los envases y las cajas (Megale *et al.*, 2020).

De acuerdo con el rol que desempeñan los minoristas o clientes en la cadena de suministro, una de las condiciones para recibir los envases retornables del mercado, es que cumplan con lo establecido en la Resolución 683 de 2012 del Ministerio de Salud y Protección Social, que prohíbe el uso y empleo de envases que tengan marcas de otros productos o que hayan servido con anterioridad como recipiente de otro tipo de productos, que no son propios del fabricante o comerciante que los utiliza; esto quiere decir que no se aceptan envases que no se haya utilizado como primer uso aguardiente. Las Normas Consolidadas de AIB International para inspección embotelladora de bebidas, establecen que los envases deben ser ordenados y almacenados en cajas de plástico, con el fin de proteger la integridad del envase y prevenir el riesgo de contaminación después de la higienización.

3.1.2.1 Procedimiento de logística inversa. Con el objetivo de asegurar que las condiciones en las que se devuelven los envases retornables del mercado sea la adecuada para los procesos de producción y generen menor merma, primero se establecen responsabilidades en el procedimiento, de la siguiente forma: distribuidor, gerente de operaciones logísticas, jefe de gestión de almacenes, personal que labora en almacenes y supervisor control de inventarios. La selección de los envases se realiza en diferentes momentos:

1. La selección empieza desde el momento en el que el vendedor genera el pedido.
2. La selección la realiza el consumidor final cuando hace una correcta separación en la fuente de los residuos de envases y empaques, entrega los residuos de envases y

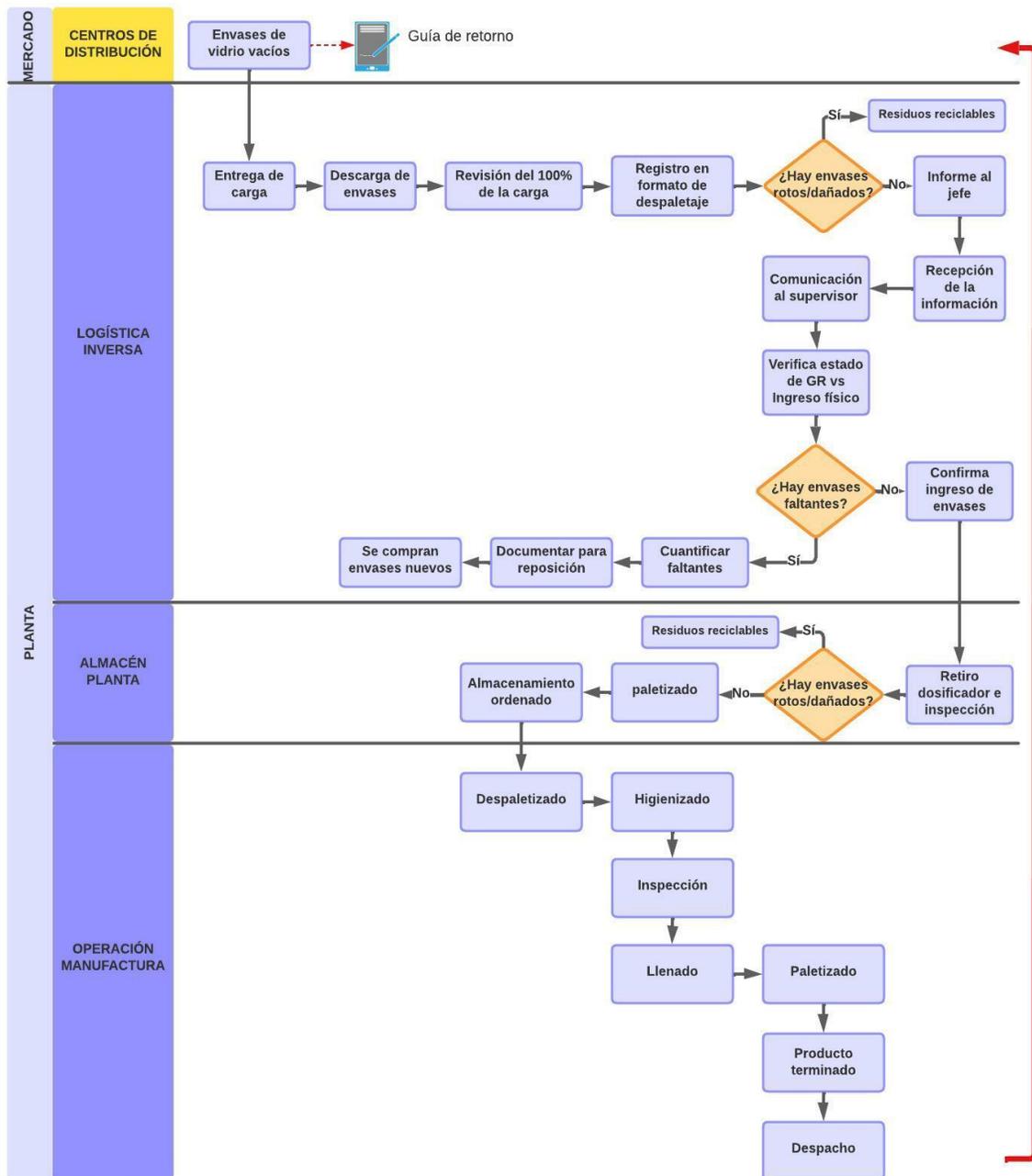
empaques separados en puntos de recolección, o a través de mecanismos establecidos por los productores en los que se podrá involucrar a los gestores.

3. La selección se realiza en el momento que el distribuidor recoge los envases de bodega y demás puntos de venta.

4. La selección debe hacerse en el local del distribuidor para control y envío a planta.

5. La selección se realiza en la planta por muestreo para dar conformidad a los procesos anteriores.

Figura 3. Proceso de logística inversa



3.1.2.2 Proceso de despaletaje. Es el proceso de revisión de la carga de los camiones provenientes del mercado, dirigido a controlar la condición del envase. Cuando ingresan los envases al proceso, estos deben encontrarse debidamente seleccionados por tipo y forma. Los envases que se encuentren mezclados en los pallets a la hora de revisarlos, se consideran como faltantes; aquellos identificados como faltantes o dañados se registran en el sistema y se facturan al transportista. El proceso se describe a continuación:

1. Inicia cuando los camiones de distribución ingresan al área de recepción y recopilación del producto; el supervisor verifica lo registrado en la guía del distribuidor, da su conformidad y entrega una copia del documento al chofer.

2. El supervisor revisa el 100% de la carga, donde puede detectar los motivos de rechazo más visibles establecidos en la lista de chequeo, como envase roto, extra sucio, envases de otras empresas, entre otros. Finalizada la revisión, el operario registra en el formato de despaletaje (Cuadro 1), el nombre del distribuidor, número de guía, cantidad de pallets revisados, las evidencias encontradas y solicita al chofer que firme en señal de conformidad.

Cuadro 1. Formato despaletaje

		CONTROL DE DESPALETAJE DE ENVASES RECUPERADOS								
Fecha		(1)								
Placa		(2)								
Conductor		(3)								
Inspector		(4)								
Nº	Proveedor	Nº GR	Producto	Total carga	Pallets revisados	Envases Revisados	Envases rotos	Envases extra sucios o material extraño	Faltantes	Observaciones
1	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
2										
3										
4										
5										
(15) _____						(18) _____				
Firma Inspector						Firma Conductor				
Nombre: (16)						Nombre: (19)				
C.C: (17)						C.C: (20)				

INSTRUCTIVO DE DILIGENCIAMIENTO DEL FORMATO DE CONTROL DE DESPALETAJE DE ENVASES RECUPERADOS

Cada ítem del registro tiene una identificación numérica, mediante la cual se indicará que información debe suministrarse y cuál es la manera adecuada de hacer su diligenciamiento, tal y como se describe a continuación:

1. Escribir la fecha correspondiente al día, mes y año en el que se realiza el proceso de despaletaje escrito en números, p ej: 14/01/23.
2. Escribir placa del vehículo que transporta la carga, p ej: AAA 123.
3. Se escribirá el nombre y apellido de la persona que transporta la carga de envases recuperados, p ej: Luis López.
4. Se escribirá el nombre y apellido de la persona encargada de realizar el proceso de despaletaje, p ej: Sonia Ruiz.
5. Se escribirá el nombre de la persona o empresa que envía el lote de envases recuperados, p ej: Peldar S.A.S.
6. Escribir el número de la guía que reporta la llegada de la carga a la planta, p ej:001.
7. Escribir el tipo de presentación del envase, p ej: media o botella.
8. Escribir el total de envases recuperados que llegan a la planta escrito en números, p ej: 295.
9. Escribir la cantidad de pallets inspeccionados escrito en números, p ej: 2.
10. Escribir cantidad de envases inspeccionados escrito en números, p ej: 100.
11. Después de realizar la inspección se escribirá en números la cantidad de envases rotos con fisuras y fracturas encontrados, p ej: 5.
12. Después de realizar la inspección se escribirá en números la cantidad de envases que contengan sustancias, líquidos u objetos que no son propios del producto original, p ej: 3.
13. Escribir la cantidad de envases dañados o de otras marcas escrita en números, p ej: 4
14. En caso de presentarse alguna observación o novedad respecto a la inspección realizada, es necesario que se describa brevemente.
15. Se colocará la firma de la persona encargada de realizar la inspección.
16. Escribir el nombre completo de la persona encargada de diligenciar el registro y la inspección, p ej: Sonia Ruiz Sánchez.
17. Se escribirá el número de documento de identidad de la persona encargada de diligenciar el registro y la inspección, p ej: 34.317.773.
18. Se coloca la firma de la persona responsable de transportar los envases recuperados a la planta.
19. Escribir el nombre completo de la persona responsable de transportar los envases recuperados a la planta, p ej: Luis López Pérez.
20. Se escribirá el número de documento de identidad de la persona responsable de transportar los envases recuperados a la planta, p ej: 1.062.556.777.

3. Diariamente, el ayudante de almacén registra los datos en una hoja Excel, archivando las guías con las firmas de conformidad para futura trazabilidad; esta información será remitida a gerencia.

3.1.2.3 Control de inventarios. Una vez se ingresa la mercancía al sistema, se realiza el inventario del stock general. La herramienta que se usa para este proceso es una plantilla de cálculo Excel, cuya finalidad es determinar los movimientos diarios del stock durante el día y el valor en pesos de los productos faltantes y sobrantes, para luego comparar los saldos del sistema y los resultados del inventario físico (López, 2005; Larco y Villagómez, 2015; Marticorena, 2018).

3.1.2.4 Manuales de procedimiento. En el modelo de gestión de envases retornables, se procede a documentar manuales para los procedimientos y conocer el correcto manejo de los envases reutilizados.

Se deben elaborar dos manuales: el de procedimientos del almacenamiento de envases reutilizados, dirigido solo al personal de almacenamiento, y, el de cuidado y gestión de los envases reutilizados, para todo el personal operativo en las áreas de venta (supervisor de ventas, mercaderistas, vendedores), reparto (conductores, auxiliares de reparto) y almacén (supervisor de almacén, conductores de los montacargas, auxiliares de almacén).

Los manuales tienen como objetivo lograr que el personal conozca las buenas prácticas de manejo de envases, reducir mermas en el almacén, reducir los envases que llegan deteriorados del mercado y concientizar al personal acerca de la importancia del cuidado de los envases.

El contenido de cada manual será el siguiente:

- Manual de procedimientos del almacenamiento de envases reutilizados:
 1. Procedimientos de selección o recolección, despaletaje, almacenamiento, carga de envases.
 2. Importancia de la rotación de envases reutilizados en el almacén
 3. Objetivo: disminuir mermas.

- Manual de cuidado y gestión de los envases reutilizados:
 1. Importancia que tienen los envases para cumplir los objetivos de venta.
 2. Daños de los envases que son causas de rechazo y que son considerados como merma.
 3. Cómo transmitir al cliente la importancia del buen uso de los envases.

Por último, en el plan de capacitación anual de la Industria Licorera del Cauca se incluyen las fechas para cada área, según el tipo de manual que le corresponda (Larco y Villagómez, 2015).

3.1.3 Parámetros de calidad del envase recuperado y del envase listo para su uso.

Con el fin de establecer bajo que parámetros se debe retirar de la línea el envase de vidrio recuperado e higienizado que no cumple con los requerimientos, se determinan las causas de rechazo que la persona encargada de realizar la inspección tendrá en cuenta para hacer el diagnóstico del estado de los envases. La tarea de inspeccionar las operaciones del proceso, es realizada en gran parte por operarios que requieren de un conocimiento adecuado del producto, es decir, del modo de determinar si una unidad del producto es conforme o no, si un lote es aceptable o no, razón por la cual se diseñaron listas de chequeo.

3.1.3.1 Parámetros de calidad del envase recuperado. Los envases de vidrio previamente recuperados del flujo de desechos sólidos, se reintegra a la cadena de uso para ser descontaminados; para ello, los envases de vidrio deben estar exentos de los parámetros establecidos en la lista de chequeo para envase recuperado. La lista de chequeo que se muestra en el Cuadro 2, es una modificación realizada al formato de la ILC.

- **Causas de rechazo envase recuperado.** Es común que los envases de vidrio que se encuentran circulando en el mercado, entren en contacto con otro tipo de sustancias, entre las que se encuentran los hidrocarburos (gasolina, aceite de motor, pesticidas, diluyentes de pintura). La soda cáustica no elimina suciedades orgánicas, suciedades minerales y el aceite vegetal puede reaccionar disminuyendo las condiciones de lavado, como la concentración, que contribuyen a una remoción efectiva. Este tipo de sustancias que se identifican en la inspección son causales de rechazo, haciendo inviable la utilización del envase.

Los cuerpos extraños presentes son objetos que no hacen parte de la integridad del envase de vidrio, por consiguiente, se debe garantizar su ausencia. Si el objeto extraño es extraído del envase, este regresa a la línea mediante un acondicionamiento (lavado industrial); de no ser así, se deben llevar al área de envases rechazados.

Es importante rectificar la integridad de la corona del envase, la cual no debe presentar ningún tipo de daño o fisura. La corona es la parte superior del cuello del envase, en donde la tapa se puede enroscar; cuando se encuentra dañada, puede provocar un sellado inadecuado, derrame de producto y contaminación del mismo.

La extra suciedad presente en los envases, es la suciedad en exceso que es visible a simple vista y no puede ser lavada durante la producción normal, puesto que requiere aditivos especiales de limpieza, mayor tiempo de contacto, mayor concentración de los compuestos y pasar por lavado industrial dos o más veces.

El envase de vidrio, teóricamente, puede reusarse de 40 a 60 veces y los envases recuperados pasan por alrededor de 25 ciclos, durante los cuales están sometidos a diversas condiciones de manipulación y procesos físico-químicos para su acondicionamiento; como resultado, se produce opacidad y rayaduras en la superficie,

defectos que se acentúan con el tiempo y pueden generar grietas a causa de la presión excesiva o de abolladuras y golpes que sufre el envase, hasta que la única alternativa es su retiro y destrucción por desgaste.

Cuadro 2. Lista de chequeo causas de rechazo a envases recuperados

Causas de rechazo		Cumple		Cant	Observaciones
		Si	No		
Rebabas cortantes en las superficies.		(8)	(9)	(10)	(11)
Vidrio adherido en el interior o en el terminado.					
Envases rotos con fisuras y fracturas en talón o paredes.					
Envases desportillados o desplicados en corona.					
Cuerpos extraños en el interior del envase.					
Envases con residuos o líquidos de color o apariencia diferente a los productos de la compañía.					
Envases con líquidos turbios, espumosos persistentes.					
Envase con suciedad excesiva o suciedad no lavable: cemento, manchas de pintura, grasa entre otros.					
Olores no característicos como: petróleo, gasolina, thinner, pintura, herbicidas, fungicidas entre otros.					
Presencia de hongos en el interior (manchas negras y/o cafés), huevos y larvas de insectos.					
Envases con extrema ralladura.					
Causa aceptable		Cumple		Cant	Observaciones
		Si	No		
Polvo uniforme.		(12)	(13)	(14)	(15)

INSTRUCTIVO DE DILIGENCIAMIENTO DEL FORMATO LISTA DE CHEQUEO PARA ENVASE RECUPERADO

Cada ítem del registro tiene una identificación numérica, mediante la cual se indicará que información debe suministrarse y cuál es la manera adecuada de hacer su diligenciamiento tal y como se describe a continuación:

1. Se escribirá el nombre de la persona o empresa que envía el lote de envases recuperados, p ej: Peldar S.A.S.
2. Escribir el tipo de presentación del envase, p ej: media o botella.
3. Escribir la fecha correspondiente al día, mes y año que llega el lote de envases escrito en números, p ej: 14/01/23
4. Escribir la fecha correspondiente al día, mes y años en el que se realiza la inspección del lote de envases escrito en números, p ej: 20/01/23
5. Escribir el código de registro con el que se identifica el lote, p ej: 001
6. Escribir el nombre completo de la persona encargada del diligenciamiento del formato e inspección, p ej: Luis López Pérez.
7. Se escribirá el tamaño del lote a inspeccionar escrito en números, p ej: 200
8. Marque con una "X" la casilla "SI" en caso de haberse presentado una causa de rechazo durante la inspección del envase.
9. Marque con una "X" la casilla "NO" en cuyo caso no se presenta una causa de rechazo durante la inspección del envase.
10. Se escribirá la cantidad de envases que presenten causa de rechazo durante la inspección escrito en números, p ej: 3.
11. En caso de presentarse alguna observación o novedad respecto a la inspección realizada, es necesario que se describa brevemente.
12. Marque con una "X" la casilla "SI" en caso de haberse presentado una causa aceptable durante la inspección del envase.
13. Marque con una "X" la casilla "NO" en cuyo caso no se presenta una causa aceptable durante la inspección del envase.
14. Se escribirá la cantidad de envases que presenten causa aceptable durante la inspección escrito en números, p ej: 3.
15. En caso de presentarse alguna observación o novedad respecto a la inspección realizada, es necesario que se describa brevemente

3.1.3.2 Parámetros de calidad del envase recuperado higienizado. Los envases de vidrio previamente higienizados que van a entrar en contacto con bebidas para consumo humano, deben cumplir con los requisitos establecidos en la Resolución 683 de 2012 del Ministerio de Salud y Protección Social; para ello, deben estar exentos de los parámetros establecidos en la lista de chequeo para envase higienizado.

La lista de chequeo que se presenta en el cuadro 3, es una modificación del formato existente en la ILC.

Cuadro 3. Lista de chequeo causas de rechazo y aceptación envases higienizados

		INDUSTRIA LICORERA DEL CAUCA LISTA DE CHEQUEO PARA ENVASE HIGIENIZADO		
Presentación	(1)			
Fecha de inspección	(2)			
Lote	(3)			
Inspector	(4)			
Tamaño del lote	(5)			
Causas de rechazo	Cumple		Cant	Observaciones
	Si	No		
Suciedad no lavable	(6)	(7)	(8)	(9)
Presencia de partículas extrañas en su interior				
Corona agrietada y/o dañada				
Envases rotos con fisuras y fracturas en talón o paredes.				
Líquido residual.				
Presencia de hongos en el interior (manchas negras y/o cafés)				
Residuos de agua dura (películas de color blanco en forma de manchas antiestéticas)				
Causas de aceptación	Cumple		Cant	Observaciones
	Si	No		
Sin olores residuales	(10)	(11)	(12)	(13)
Apariencia clara y brillante				
Libre de residuos				
Libre de químicos				
Libre de gérmenes patógenos y virulentos que puedan alterar la bebida.				

INSTRUCTIVO DE DILIGENCIAMIENTO DEL FORMATO LISTA DE CHEQUEO PARA ENVASE HIGIENIZADO

Cada ítem del registro tiene una identificación numérica, mediante la cual se indicará la información que debe suministrarse y cuál es la manera adecuada de hacer su diligenciamiento, de la forma en que se describe a continuación:

1. Escribir el tipo de presentación del envase, p ej: media o botella.
2. Escribir la fecha correspondiente al día, mes y año en el que se realiza la inspección del lote de envases escrito en números, p ej: 20/01/23
3. Escribir el código de registro con el que se identifica el lote, p ej: 001
4. Escribir el nombre completo de la persona encargada del diligenciamiento del formato e inspección, p ej: Luis López Pérez.

5. Se escribirá el tamaño del lote a inspeccionar escrito en números, p ej: 200
6. Marque con una "X" la casilla "SI" en caso de haberse presentado una causa de rechazo durante la inspección del envase.
7. Marque con una "X" la casilla "NO" en cuyo caso no se presenta una causa de rechazo durante la inspección del envase.
8. Se escribirá la cantidad de envases que presenten causa de rechazo durante la inspección escrito en números, p ej: 3.
9. En caso de presentarse alguna observación o novedad respecto a la inspección realizada, es necesario que se describa brevemente.
10. Marque con una "X" la casilla "SI" en caso de haberse presentado una causa aceptable durante la inspección del envase.
11. Marque con una "X" la casilla "NO" en cuyo caso no se presenta una causa aceptable durante la inspección del envase.
12. Se escribirá la cantidad de envases que presenten causa aceptable durante la inspección escrito en números, p ej: 3.
13. En caso de presentarse alguna observación o novedad respecto a la inspección realizada, es necesario que se describa brevemente

- **Causas de rechazo envase higienizado:** el proceso de secado puede dejar residuos de sales de agua dura en la superficie del vidrio de los envases, debido a que la soda cáustica suele tener deficiencias en los procesos de limpieza y reacciona con los iones de la dureza del agua, formando precipitados que son difíciles de enjuagar. Los residuos que quedan en los envases suelen estar contaminados con microorganismos, hongos, huevos y larvas de insectos, proliferaciones que se hacen más evidentes en climas tropicales y templados; la condición de los envases puede variar dependiendo de la cultura, clima y condición de almacenamiento; aquellos que tienen un tráfico normal entre el comercio y la envasadora son los más fáciles de lavar, mientras que aquellos con residuos de producto que han estado almacenados durante los meses de verano no lo son, requiriendo aditivos especiales para reforzar su limpieza.

Debido a los procesos físicos y químicos a los que se someten los envases de vidrio durante el proceso de acondicionamiento y lavado, es posible que lleguen a presentar fracturas o agrietamientos en base, paredes y corona, imperfecciones que influyen en la merma del envase (Ramos, 2014; Gutiérrez, 2019; Ibarra, 2017).

3.1.4 Diseño de los procesos de lavado, desinfección y esterilización de envases de vidrio recuperado. En esta sección se presentan las etapas del diseño de lavado propuesto, de conformidad con la Resolución 683 de 2012 del Ministerio de Salud y Protección Social, que establece que únicamente se aceptarán los envases reutilizados que cuenten con tecnología de retorno de envases, limpieza e higienización y los numerales 1.25 y 1.39 de las Normas Consolidadas de AIB International para inspección embotelladoras de bebidas.

3.1.4.1 Despaletización e inspección visual. El proceso de lavado comienza con el ingreso de los envases de vidrio de retorno en cajas plásticas a la planta de recuperación.

Inspección inicial: es la primera inspección que se realiza para validar el ingreso de los envases a la planta de proceso, a continuación de la cual se realiza el despaletizado de las cajas y se hace desencajonamiento manual de los envases, retirando en primer lugar el dosificador de cada uno de ellos.

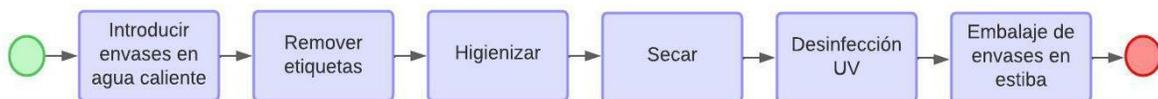
3.1.4.2 Retiro del dosificador. Un operario retira manualmente el dosificador con ayuda de un pirograbador, realizando un corte en la lámina de plástico, con una pinza retira esta última, lo extrae y ubica en un contenedor que será llevado al área de residuos.

3.1.4.3 Inspección previa al lavado. Una vez retirados los dosificadores, se realiza el proceso de inspección visual por parte de un operario, en una mesa de acero inoxidable iluminada con una lámpara para comprobar su aptitud y poder ser reintegrados a la línea de lavado de envases, siempre y cuando cumplan con las condiciones de calidad establecidas mediante el diligenciamiento del formato “Lista de chequeo para envase recuperado”. Los envases que no cumplan, serán separados para su posterior proceso de reciclado; por el contrario, los que estén aptos, continuarán el proceso hacia la etapa de lavado.

3.1.4.4 Lavado y desinfección. Para el diseño del proceso de lavado y desinfección propuesto, una vez revisadas las acciones desarrolladas por la Fundación K, se concluyó que esta última no llevó a cabo las instrucciones dadas por la ILC. En consecuencia, se documentó una propuesta basada en la consulta bibliográfica, la normatividad y la sugerida por la ILC, con el fin de realizar una limpieza más profunda de los envases que permita que estos sean reutilizados.

El procedimiento propuesto busca realizar el lavado y desinfección de las botellas de manera secuencial, utilizando sustancias a concentraciones pre establecidas para garantizar el posterior uso de los envases. Cuando se pone en contacto un envase con hidróxido de sodio y ácido peracético, se busca realizar una limpieza alcalina y ácida, respectivamente. El uso alternado de detergentes ácidos y alcalinos, consigue la eliminación de olores indeseables y la disminución de los recuentos microbianos, configurando de esta manera un lavado de ciclo completo, el cual está conformado por las siguientes etapas (Figura 4).

Figura 4. Proceso de lavado y desinfección propuesto



3.1.4.5 Inmersión y remoción de etiquetas. La sección de remojo permite ablandar la suciedad facilitando su remoción. El remojo consiste en sumergir los envases en el tanque

de inmersión de acero inoxidable, con agua a una temperatura de 75°C durante 30 minutos, transcurridos los cuales los envases pasan al equipo semiautomático de eliminación de etiquetas; el operario debe colocar y descargar los envases durante cada ciclo.

3.1.4.6 Higienización. El equipo de lavado está configurado con tres ciclos: corto, medio y largo, debido a que el tiempo de exposición es un parámetro básico para efectos de una mejor limpieza; se eligió el ciclo de lavado largo (ciclo 3). El proceso de higienizado está compuesto por dos etapas: en la primera se realiza limpieza alcalina por medio de aplicación de solución de agua e hidróxido de sodio al 1% por 7 a 10 minutos (Ibarra, 2017), mientras que la segunda, la limpieza ácida, se realiza con una solución de agua y ácido peracético al 1% por cinco minutos (Proquimia, 2018).

Cuadro 4. Ciclo de lavado de los envases reutilizados en el equipo – Ciclo 3

Etapa	Acción	Tiempo
1	Llenado de agua con NaOH (20 L)	35 s
2	Prelavado de agua más NaOH	120 s
3	Drenaje	20 s
4	Llenado de agua con NaOH	35 s
5	Lavado de agua más detergente	120s
6	Drenaje	20 s
7	Llenado de agua con ácido peracético	35 s
8	Enjuague con ácido peracético (20 L)	40 s
9	Drenaje	20 s
10	Llenado con agua precalentada (20 L)	35 s
11	Enjuague final con agua precalentada 93°C	40 s
12	Drenaje	20 s

3.1.4.7 Secado. Una vez el equipo de lavado termina el ciclo, el operario recoge los envases y los traslada a la máquina secadora, que realiza el proceso por medio de un flujo de aire de alta velocidad y alto impacto, cuya finalidad es eliminar humedad y residuos de líquido de la anterior operación, quedando listos para la desinfección en el equipo UV.

3.1.4.8 Desinfección en el equipo UV. Es un proceso tecnológico de desinfección mediante el uso de lámparas germicidas de luz ultravioleta; este método puede matar eficazmente microorganismos indicadores de contaminación fecal como *E. coli* y otros como mohos o reducir significativamente el número total de bacterias mortales. El tiempo y distancia de radiación UV son parámetros críticos, pues de estos depende su eficacia; a una distancia de 45 cm con un tiempo de exposición de 5 minutos, se puede tener una efectividad del 99.9% de mortalidad de microorganismos; si la distancia es de 100cm, se va a requerir un tiempo aproximado de 18 minutos (Ashutosh *et al.*, 2022).

El proceso consiste en introducir los envases de vidrio en el equipo esterilizador UV, en el que permanecen por el tiempo que se haya determinado como necesario; a continuación se retiran y pasan al proceso de embalaje.

3.1.4.9 Inspección de aceptación de envase higienizado. El control de calidad de los envases que salen del proceso de desinfección exige que, si existen envases muy sucios o que se hayan dañado en el proceso, deben ser retirados por el operario encargado.

Este control de calidad se realiza de acuerdo a lo establecido en la Resolución 683 de 2012 del Ministerio de Salud y Protección Social, según la cual, para hacer uso de envases de vidrio reutilizado, se debe hacer detección de contaminantes presentes y la evaluación de aptitud sanitaria e inocuidad. De acuerdo con lo anterior, es necesario incluir en el plan de muestreo de la ILC la detección de contaminantes presentes. Según la Resolución 835 de 2013 del Ministerio de Salud y Protección Social, los límites de migración total y específica de Cadmio (Cd) y de Plomo (Pb) son los siguientes:

Límite de migración total: 50 mg de residuo/kg de agua u 8 mg/dm² de área de contacto.
Límite de migración específica para objetos que se puedan llenar: para plomo 4.0 mg/litro de simulante y para cadmio 0.3 mg/litro de simulante.

Los límites de migración se determinan por medio de espectrofotometría de absorción atómica a 22 ± 2 °C por un periodo de 24 horas ± 0.5 .

3.1.4.10 Análisis microbiológico. Se deben realizar las pruebas microbiológicas establecidas por la ILC, comprendidas en el numeral 4.2 del documento inspección de calidad (ver ANEXO B), en el que se evalúan los microorganismos indicadores para detectar contaminación en los envases higienizados; las pruebas están basadas en la guía técnica para el análisis microbiológico de superficies en contacto con alimentos y bebidas 461-2007/MINSA, que establece los límites permisibles para coliformes totales y patógenos en superficies internas. Los límites se determinan por el método de enjuague:

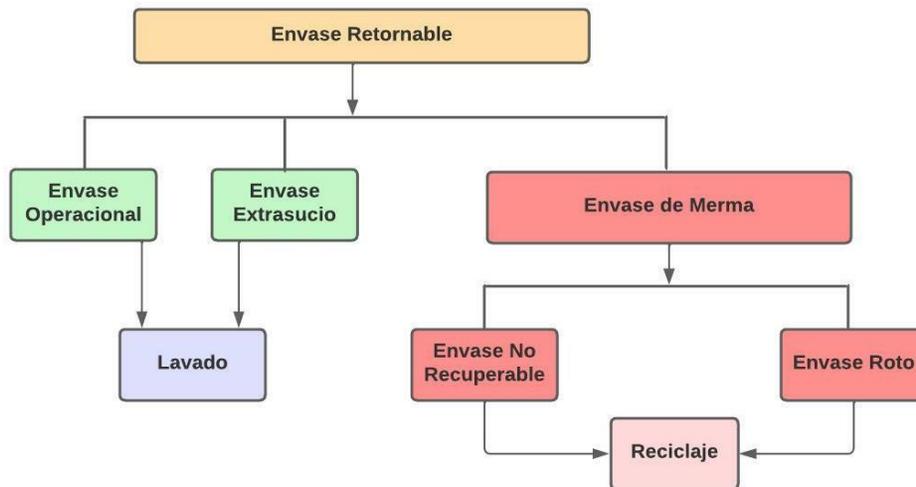
Límite permisible coliformes totales: < 25 UFC/Superficie muestreada.
Límite permisible patógenos: Ausencia/Superficie muestreada.

3.1.4.11 Embalaje, paletizado y almacenamiento. Los envases ya desinfectados son embalados en los pallets con papel film, para prevenir la contaminación con materiales extraños y para que estén seguros durante su transporte al área de almacenamiento de producto terminado.

3.1.5 Implementación 5S. Para garantizar una mejora en el proceso propuesto, se plantea la implementación de una herramienta de Lean Manufacturing. Al implementar las 5S en el diseño del proceso, se esperan beneficios como una rápida y efectiva clasificación de los envases y organización del puesto de trabajo, lo que permite un buen desempeño y eficiencia de la realización de las labores. A su vez, se busca disminuir los desperdicios, deshacerse de materiales innecesarios y evitar el despilfarro. A continuación, se propone una manera de aplicar las 5S:

Seiri (Clasificar): Cuando se realice el retorno de envases a ILC, es necesario distinguir los que van a ser reutilizados y los que no. Esto ayuda a prevenir desperdicios por mala clasificación del envase durante la recepción en la planta, tener una mejor organización y saber qué tipo de manejo se le debe dar al envase. Esto se puede realizar siguiendo la clasificación de envase de vidrio recuperado descrita a continuación (Figura 5):

Figura 5. Clasificación de envase de vidrio retornable



Envase operacional: es un envase que retorna a la planta en buenas condiciones, para el cual será suficiente atravesar la etapa de la lavadora para ser llenado nuevamente. El envase operacional no presenta residuos de arena o cemento, no contiene diseños de etiqueta obsoletos y no está fisurado o roto.

Envase extra sucio: es un envase que retorna a la planta en malas condiciones; a diferencia del envase operacional, no será suficiente el uso de la lavadora para pasar las pruebas físicas, químicas y microbiológicas, aunque no presentan residuos excesivos de arena o cemento y no contienen diseños de etiqueta obsoletos. No está fisurado o roto.

Envase de merma no recuperable: retorna a la planta en las peores condiciones; a diferencia de los anteriores, para estos envases ningún proceso será suficiente para pasar las pruebas físicas, químicas y microbiológicas, pues presentan residuos de arena y cemento difíciles de remover, en grandes cantidades.

Envase roto: se clasifican de esta forma, los envases fisurados o rotos, con diseños de etiqueta obsoletos y envases de otras marcas.

Materiales e implementos: es necesario clasificar los materiales y los implementos necesarios para realizar el proceso de lavado y desinfección, de manera que se eviten

movimientos innecesarios durante el procedimiento; los tanques con el agua caliente, la solución de hidróxido de sodio, la solución de ácido peracético y la mezcla de agua y alcohol deben ubicarse cerca del lugar donde se realizará el proceso.

Seiton (Ordenar): los implementos y materiales a utilizar se deben ordenar según la frecuencia de uso y el orden del proceso, buscando así disminuir los tiempos de búsqueda. Una vez lavados los envases, se deben organizar de tal manera que queden listos para ser llenados nuevamente.

Seiso (Limpiar): el espacio en el que se realiza el proceso de lavado, debe estar limpio y desinfectado con agua y alcohol; los operarios deben utilizar tapabocas, guantes, delantales o batas y desinfectar sus manos previamente, para evitar cualquier tipo de contaminación o alteración del producto. Al inicio y al final de la jornada laboral, se debe realizar una limpieza y secado general de la planta de producción, pisos, implementos y materiales.

Seiketsu (Estandarizar): cada operario debe tener claridad en las funciones asignadas, de manera que se eviten inconvenientes al realizar las actividades diarias; esto se garantiza con la verificación de las 3S anteriores, creando rutinas de estandarización del trabajo y asignación de responsabilidades por áreas o actividades. De esta manera, será posible realizar inspecciones periódicas que verifiquen el cumplimiento de la propuesta de mejora. Los operarios se deben distribuir la responsabilidad de realizar las actividades de lavado y desinfección de las máquinas, la limpieza del lugar de trabajo, la separación y organización de los envases y las inspecciones, para lo cual la estandarización de operaciones es clave.

Shitsuke (Disciplina): para garantizar el correcto funcionamiento de todo el proceso productivo, es necesario tener disciplina y constancia; se debe velar para que la implementación de las 4S's anteriores se convierta en un hábito de los operarios y no en algo esporádico. En este caso, cada persona que interviene en los procesos de lavado y desinfección de botellas debe ser disciplinado y cuidadoso, generando mayor productividad, seguridad en el trabajo y disminución de errores y accidentes.

3.2 DOCUMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE EQUIPOS REQUERIDOS Y LA DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS PARA LA RECUPERACIÓN DEL ENVASE DE VIDRIO

3.2.1 Diseño de la línea de lavado. En este apartado se detallan las etapas, insumos, herramientas y maquinarias requeridas. A partir de los datos de ventas, se realizó el pronóstico del número de botellas a recuperar, se determinó la capacidad de producción, tecnología y recursos requeridos, incluyendo la mano de obra.

3.2.2 Capacidad de la planta. El tamaño de la planta para las operaciones de recepción de materia prima e insumos, operaciones de transformación, almacenamientos de producto terminado, área de inspección, es de 535,456 m².

3.2.3 Tamaño del proyecto. Esta capacidad está determinada por la demanda; con la información otorgada por la Industria Licorera del Cauca de las ventas del año 2021 (Anexo C) y las estimadas para el año 2022, se realizó un pronóstico a cinco años (Cuadro 5) de las referencias más vendidas (media 375 ml y botella 750 ml) y se calculó un promedio, asumiendo que el producto no presenta una estacionalidad marcada con picos de producción, que impidan que en algún momento del año se cuente con la materia prima y mano de obra necesarias.

Cuadro 5. Pronóstico de la demanda a cinco años en unidades de envases

	Año actual	Año proyectado				
	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Pronóstico	4.610.004	4.750.800	4.891.596	5.032.392	5.173.188	5.313.984

Se espera recolectar el 10% del total de envases que se encuentran circulando en el mercado, ya que es un proceso que se encuentra en implementación y es un porcentaje viable para esta etapa.

Cuadro 6. Programa de producción anual en unidades de envases retornables

Año	1	2	3	4	5	6
Requerimiento	461.000	475.080	489.159	503.239	517.318	531.398
Inventario 10%	46.100	47.508	48.915	50.323	51.731	53.139
Inventario inicial	0	46.100	47.508	48.915	50.323	51.731
Total a producir	507.101	568.690	585.585	602.481	619.377	636.274

De acuerdo con el cuadro 6, el total a producir del año 6 permite estimar un requerimiento mensual de 53.022 unidades de envases, 2.209 unidades/día y 295 unidades de envases por cada hora; este valor se utilizará para la determinación de equipos.

3.2.3.1 Descripción de procesos. A continuación, se realiza la descripción detallada de cada proceso y funcionamiento de los equipos.

Recepción de materia prima: el inspector del despaletaje desencajona los envases y aquellas unidades que son aceptadas las coloca en una mesa de acero inoxidable. Los envases rechazados serán depositados en el contenedor ubicado en el área de residuos, el cual debe estar rotulado para receptor únicamente residuos de vidrio para su posterior reciclaje.

Almacenamiento de materia prima: Los envases aceptados en la inspección, se ordenarán en canastillas plásticas específicas para cada referencia, de la siguiente manera: las canastillas para la referencia 375 ml admiten 30 envases y las canastillas de 750 ml, 16; luego se paletizan y en cada pallet se ordenan 24 canastillas, que se trasladan al área de almacenamiento de envases recuperados sucios.

Inmersión: Se trasladan las canastillas con los envases hacia el tanque de inmersión, que puede recibir 182 envases de 750 ml y 288 envases de 375ml. El tanque se alimenta con 275 litros de agua, que debe permanecer a 75°C durante los 30 minutos en que deben estar sumergidos los envases. Concluida esta etapa, los envases pasan a remoción de etiquetas.

Remoción de etiquetas: El operario inserta los envases en posición del cepillo, enciende el interruptor y los envases comienzan a girar al mismo tiempo que los cepillos lo hacen al interior del envase; cuando estos pasan por los cepillos exteriores del equipo, se realiza la remoción de la etiqueta. El ciclo termina cuando el operario retira los envases del equipo, ubicándolos invertidos en las canastas de acero inoxidable; para la referencia 375ml, las canastas tienen capacidad para 48 envases y 30 para la referencia 750ml.

Higienizado: A continuación, el operario realiza la dosificación del agente de limpieza y desinfección; el equipo cuenta con dos bombas dosificadoras con capacidad de 20 L cada una. En una se añaden 0.20 L de hidróxido de sodio en 20 L de agua y en la otra, 0.20 L de ácido peracético en 20 L de agua; se cierra la máquina y en el tablero de control se programa el ciclo de lavado número 3, descrito en el cuadro 4.

Secado: Debido a que las canastas de lavado son diferentes a las de secado, el operario retira la canasta con los envases previamente higienizados y los coloca en una mesa auxiliar que se encuentra al lado, pasándolos de una canasta a otra, enciende el equipo y lo programa con cinco minutos; cuando termina el ciclo, extrae la canasta de envases secos, los coloca en una mesa de acero inoxidable ubicada al lado del equipo, desocupa la canasta y los envases quedan listos para la desinfección UV.

Desinfección UV: El equipo esterilizador cuenta con una banda transportadora, en la que el operario coloca uno a uno los envases; el equipo moviliza los envases pasándolos por el área de exposición ultravioleta durante 10 minutos; transcurrido el tiempo, el operario descarga e inspecciona los envases en una mesa de acero inoxidable.

Inspección y control de calidad: El operario encargado de inspeccionar cada envase previamente desinfectado, lo aceptará o rechazará de acuerdo a lo establecido en la lista de chequeo y realizará las pruebas de calidad estipuladas en el plan de muestreo de la ILC.

Paletizado, embalaje y almacenamiento: Los envases higienizados e inspeccionados se organizan en estibas estándar de plástico, de 1 x 1.2 m. El operario distribuye los envases, ubicando 180 envases en el primer nivel, si se trata de la referencia 750 ml, y 320 envases de la referencia 375ml; cuando se complete el primer tendido, se deben asegurar los envases con papel film y se ubica sobre ellos un separador de plástico que contribuye a la estabilidad y admite capas de vidrio adicionales, higiene y reutilización. El operario repite el proceso hasta completar cuatro niveles de envases; la estiba está completa con 720 envases de la referencia 750 ml o con 1280 envases de 375ml. Por último, el montacarguista traslada los pallets al área de almacenamiento de producto terminado.

Se recomienda realizar el proceso por batch de referencia; es decir, en un turno de tres horas se procesan envases de la referencia 375 ml y en otro turno igual los de 750ml, pues cada envase ocupa un volumen diferente en los equipos de inmersión, higienizado, secado y embalaje.

El diagrama de operaciones recuperación de envases de vidrio y el diagrama analítico se pueden observar en las figuras 6 y 7.

Figura 6. Diagrama de operaciones recuperación de envases de vidrio

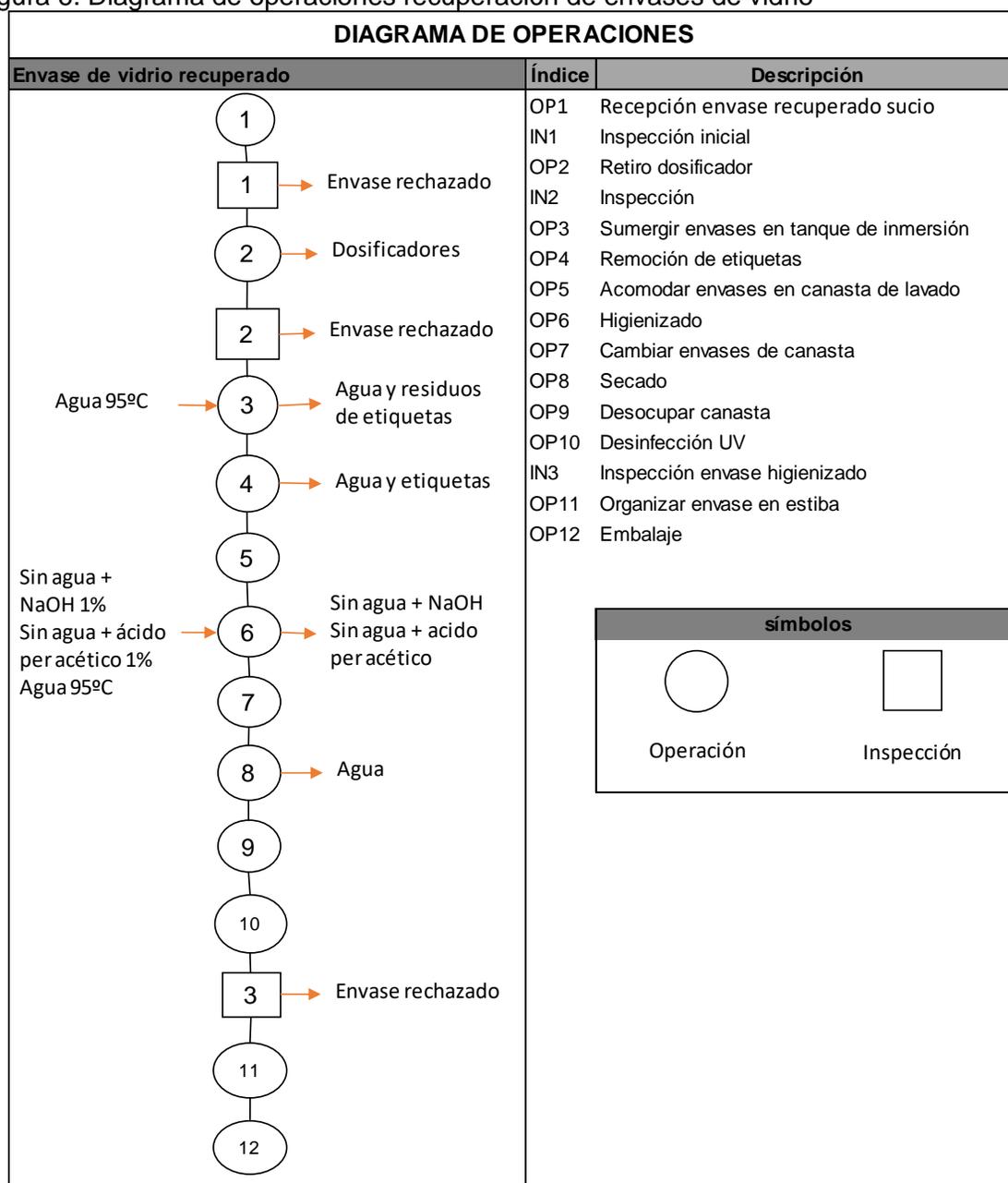


Figura 7. Diagrama analítico

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO									
Hoja N°_1__ De:_1__ Diagrama N°:_____									
Proceso: higienización de envase recuperado		RESUMEN							
Fecha:	SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.						
El estudio Inicia:	●	Operación	12						
Método: Actual:_____ Propuesto:_____	➔	Transporte	3						
Producto: envase de media y botella	■	Inspección	3						
Nombre del operario:	D	Espera	0						
Elaborado por:	▽	Almacenaje	2						
Tamaño del Lote:	Total de Actividades realizadas		20						
	Distancia total en metros		11						
	Tiempo min/hombre		71						
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros (m)	Tiempo Segundos (s)	SÍMBOLOS PROCESOS				
					●	➔	■	D	▽
1	Recepción de envase recuperado sucio	1		72,0	●				
2	Inspección inicial	1		40,0			●		
3	Retiro dosificador	1		40,0	●				
4	Inspección	1		40,0			●		
5	Trasladar envases área de almacenamiento	1	1,5	60,0		●			
6	Almacenamiento de envase recuperado sucio	1		0,0					●
7	Trasladar envases al tanque de inmersión	1	5,0	120,0		●			
8	Sumergir envases en tanque de inmersión	1		1800,0	●				
9	Remoción de etiquetas	1		45,0	●				
10	Colocar envases en mesa y acomodar en canasta de lavado	1		50,0	●				
11	Higienizado	1		540,0	●				
12	Cambiar envases de canasta	1		45,0	●				
13	Secado	1		300,0	●				
14	Desocupar canasta de envases	1		45,0	●				
15	Desinfección UV	1		600,0	●				
16	Inspección envase higienizado	1		40,0			●		
17	Organizar envases en estiba	1		30,0	●				
18	Embalaje de estiba	1		300,0	●				
19	Transportar estiba área de almacenamiento	1	4,0	120,0		●			
20	Almacenamiento de envase recuperado higienizado	1		0,0					●
Tiempo Minutos: 71,5			10,5	4.287,0					

3.2.4 Equipos. El cuadro 7 presenta la descripción técnica de los equipos requeridos para la puesta en marcha de la planta de recuperación de envases de vidrio para la Industria Licorera del Cauca.

Cuadro 7. Descripción de equipos

Equipo	Tanque de remojo	Removedor de etiquetas	Lavadora de envases
			
Datos técnicos			
Marca	Clean	Technology Star Machinery	Aquatech BM
Dimensiones	Externas: Ancho: 1.15m Largo: 0.7 m Alto: 0.81m Internas: Ancho: 1m Largo: 0.55 m Alto: 0.5m	Largo: 1.42m Ancho: 1.42 m Alto: 1.6m	Largo: 0.66m Ancho: 0.81m Alto: 1.58m cerrado Alto: 2.136m abierto
Consumo	3.2 kW/h	4 kW/h	5 kW/h
Rendimiento	Ref. 750 ml: 364 envases/hora Ref. 375 ml: 576 envases/hora	1000 a 3000 envases/h	Ref. 750 ml: 200 envases/hora Ref. 375 ml: 320 envases/hora
Voltaje	380 o 220 voltios	380 o 220 voltios	230 o 400 voltios
Datos adicionales	Modelo: CL-3600A 275 L de agua, Temperatura: 95°C Poder de calefacción; 10 kW	Potencia: 1.8 HP Modelo: XP-24	Potencia del motor de bomba: 1HP P mínima: 50-60psi Incluye: 2 bombas peristálticas, Calentador de agua
Equipo	Secadora de botellas	Esterilizador de túnel	
			
Datos técnicos			
Marca	Aquatech BM	Dongguan Tianjian Machinery Equipment Co., Ltd	
Dimensiones	Largo: 0.66m Ancho: 0.81m Alto: 1.58m cerrado y 2.136m abierto	Ancho: 0.7m Largo: 2m Alto: 1.35m	
Consumo	0.7 – 1 kW/h	1.5 kW	

Cuadro 7. (Continuación)

Equipo	Secadora de botellas		Esterilizador de túnel	
Rendimiento	Ref. 750 ml: 360 envases/hora Ref. 375 ml: 576 envases/hora		Área de trabajo UV Ref. 750 ml: 130 envases/hora Ref. 375 ml: 170 envases/hora	
Voltaje	220 o 240 voltios		220 voltios	
Datos adicionales	Temperatura del ventilador ajustable de 0 a 60°C Tiempo de ciclo ajustable de 1min a 5 horas		Cinta transportadora 7.5 m	
Equipo	Estibador manual	Contenedor		Estiba plástica
Herramientas				
Dimensiones	Largo: 1.5m Ancho: 0.6m Alto: 2.0m	Contenedor 1 Largo: 0.88m Ancho: 0.60 m Alto: 1.09 m	Contenedor 2 Largo: 0.56 m Ancho: 0.67 Alto: 0.98 m	Largo: 1.2m Ancho: 1.0m Alto: 0.1m
Herramientas	Cartonplast hoja separadora de envases de vidrio	Canasta de secado	Canasta de lavado	
				

En el cuadro 8 se puede observar la cantidad y coste de los equipos sugeridos, para implementar la planta de recuperación de envases de vidrio para la ILC.

Cuadro 8. Costos de los equipos requeridos para la puesta en marcha de la planta

Maquinaria, equipos y herramientas	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Tanque de inmersión	1	\$8'749.530	\$8.749.530
Removedor de etiquetas	1	\$1'305.900	\$1'305.900
Lavadora de botellas	1	\$62'674.494	\$62.674.494
Secadora multifunción	1	\$39'912.364	\$39'912.364
Esterilizador de túnel UV	1	\$5'658.900	\$5'658.900
Mesas acero inoxidable de 2 m largo x 0.6 ancho	2	\$329. 587	\$659.174
Mesas acero inoxidable de 1.2 m largo x 0.6 ancho	4	\$239.415	\$957.660

Cuadro 8. (Continuación)

Maquinaria, equipos y herramientas	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Canasta en acero inoxidable para ref. 375 ml (una para lavado y una para secado)	2	\$1'910.967	\$3'821.934
Canasta en acero inoxidable para ref. 750 ml (una para lavado y una para secado)	2	\$1'910.967	\$3'821.934
Lámparas de inspección	2	\$114.000	\$228.000
Paletizadora manual	1	\$2'241.900	\$2'241.900
Estibas de plástico para producto terminado	6	\$50.000	\$300.000
Estibas de plástico para envase recuperado sucio	12	\$50.000	\$600.000
Contenedor reciclaje para envase rechazado	1	\$989.900	\$989.900
Contenedores reciclaje para dosificadores y residuos	1	\$196.900	\$196.900
Canastas plásticas para envase 375 ml	86	\$15.000	\$1'290.000
Canastas plásticas para envase 750 ml	101	\$15.000	\$1'515,000
Separador de plástico corrugado para envases de vidrio	24	\$4.435	\$106.440
Pirograbador	1	\$309.925	\$309.925

3.2.5 Insumos requeridos. Diariamente la empresa va a procesar 2.209 unidades de envases recuperados entonces se tiene la siguiente tabla (cuadro 9) donde se relacionan los insumos que se van a gastar en cada proceso.

Cuadro 9. Insumos químicos y materiales

Insumo	Tipo	Cantidad diaria	Cantidad mensual	Cantidad anual	Proceso
NaOH	Químico	8 litros/día	192 litros/mes	2.304 litros/año	Desinfección
Ácido peracético	Químico	8 litros/día	192 litros/mes	2.304 litros/año	Desinfección
Papel film cal. 35, 50cmx300m	Material	0,4 rollos/día	9,7 rollos /mes	116 rollos/año	Embalaje

3.2.6 Descripción de las instalaciones. El proyecto se desarrolló en la bodega número 2, contigua al área de envasado de la ILC, ubicada en la Calle 4 No. 1E-40 Popayán, Cauca - Colombia. El producto terminado no tendrá que ser transportado, ya que puede continuar la línea de procesos establecida en la ILC.

3.2.7 Determinación de áreas. De acuerdo al análisis realizado, se determinó la necesidad de contar con las siguientes áreas: área de recepción de envase recuperado sucio en el que se realizarán las actividades de inspección, despaletaje, retiro del dosificador, inspección después del retiro del dosificador; área de almacenamiento de envase recuperado sucio en la que se almacenarán los envases en canastas sobre estibas; área de residuos, en esta zona estarán disponibles dos contenedores uno de reciclaje para envases rechazados y otro para residuos varios y dosificadores; área de estibas y canastas vacías; área de línea de lavado en donde se realizarán todas la actividades de limpieza e higienización de los envases, ahí estarán ubicados los equipos y herramientas necesarios;

área de insumos en donde se almacenarán los insumos necesarios para cada actividad y área de envases higienizados almacenados y embalados en estibas.

3.2.8 Distribución de áreas y equipos. Una vez establecidos los procesos, la maquinaria y herramienta necesaria y el espacio físico, se realizó la distribución de la planta. El área de la bodega comprende la zona de lavado de envases, la cual va ser de mayor espacio, y la de almacenamiento. Los equipos se ubicarán en una secuencia lógica, desde la llegada de envases recuperados hasta producto terminado, para evitar contaminación cruzada y tiempos muertos y lograr el máximo aprovechamiento de la capacidad de los colaboradores.

3.2.8.1 Área de recepción de envase recuperado (inspección despaletaje, retiro dosificador, inspección). Esta zona comprende el cálculo de dos áreas y el espacio de holgura para el estibador manual y manipulación de elementos, para estos últimos se toma como referencia el ancho mínimo de pasillo o área de maniobra que requiere un montacargas tradicional, el cual es de 2000 mm es decir 2m (Comité Costarricense de Logística, 2003; Ruiz *et al.*, 2022).

- Recepción de envase sucio: se calcula tomando en cuenta primero el área que ocupa una canastilla plástica ya que se estima recibir 72 canastillas diarias las cuales se organizarían en bloques o columnas de 6 canastas cada una para un total de 12 columnas.

Largo de canasta: 0,42 m
Ancho de canasta: 0,35m

$$\text{Área canasta} = 0,42 \text{ m} \times 0,35 \text{ m} = 0,147 \text{ m}^2 \quad (\text{Ec. 2})$$

$$\text{Área} = 0,147 \text{ m}^2 \times 12 \text{ columnas} = 1,76 \text{ m}^2 \approx 2 \text{ m}^2$$

Al área resultante se le agrega la holgura que es el área de maniobra del estibador, como el estibador ingresa de frente a realizar la maniobra se añaden 3m de fondo al área anterior y queda de la siguiente manera:

$$\text{Área total 1} = 2 \text{ m largo} \times 3 \text{ m fondo} = 6 \text{ m}^2 \quad (\text{Ec. 3})$$

- Área de inspección y retiro de dosificador: se determina tomando en cuenta las áreas de las dos mesas y la estiba que conforman el área, quedando de la siguiente manera:

Mesa #1 para retiro de dosificador: 2m largo; 0,6m ancho
Mesa #2 de inspección: 1,2m largo; 0,6m ancho

Estiba tamaño estándar: 1,2m largo; 1m ancho

$$\begin{aligned} \text{Área mesa 1} &= 2m \times 0,6m = 1,2m^2 \\ \text{Área mesa 2} &= 1,2m \times 0,6m = 0,72m^2 \\ \text{Áreas estiba} &= 1,2m \times 1m = 1,2m^2 \end{aligned} \quad (\text{Ec. 4})$$

$$\text{Suma de áreas} = 1,2 + 0,72 + 1,2 = 3,12m^2$$

Para realizar la acomodación y que las dos mesas permitan una linealidad en el proceso se requiere que las mesas queden una contigua a la otra finalizando con la estiba dando un largo de 4,4m por 1m de ancho.

$$\text{Área} = 4,4m \times 1m = 4,4m^2 \approx 5m^2 \quad (\text{Ec. 5})$$

Se aproxima a 5 m² para mejor acomodación en el plano. Al área resultante se le agrega la holgura que es el área de maniobra del estibador, como el estibador ingresa de frente a realizar la maniobra se añaden 3m de fondo y queda de la siguiente manera:

$$\text{Área total 2} = 5m \text{ largo} \times 3m \text{ de fondo} = 15m^2 \quad (\text{Ec. 6})$$

- Finalmente se suman las áreas totales 1 y 2:

$$\text{Área total recepción envase sucio} = 6m^2 + 15m^2 = 21m^2 \quad (\text{Ec. 7})$$

3.2.8.2 Área de almacenamiento de envase recuperado sucio. Se calcula teniendo en cuenta que se requiere almacenar tres estibas, cada una con capacidad para contener 24 canastas y dos días de stock, es decir, seis estibas para almacenamiento de tamaño estándar (1,2 m² cada una), más el espacio que se requiere para la maniobra del estibador manual.

$$\text{Área} = 1,2m^2 \times 6 \text{ estibas} = 7,2m^2 \quad (\text{Ec. 8})$$

Para realizar la acomodación y que las estibas queden una contigua a la otra se debe añadir 0,1 m de espacio entre estiba dando un largo de 7,8m por 1m de ancho.

$$\text{Área} = 7,8m \times 1m = 7,8m^2 \approx 8m^2 \quad (\text{Ec. 9})$$

Se aproxima a 8 m² para mejor acomodación en el plano, al área resultante se le agrega el espacio de holgura del estibador; como el estibador ingresa de frente a realizar la maniobra, se añaden 3m de fondo, quedando de la siguiente manera:

$$\text{Área total} = 8m \text{ largo} \times 3m \text{ fondo} = 24m^2 \quad (\text{Ec. 10})$$

3.2.8.3 Área de residuos (contenedor de envases rechazados, contenedor de otros residuos sólidos). El área comprende el espacio que ocupan dos contenedores.

Contenedor de reciclaje para envases rechazados 1: 0,88m largo; 0,6m ancho
Contenedor de dosificadores y residuos 2: 0,55 m largo; 0,67m ancho

$$\text{Área contenedor 1} = 0,88m \times 0,6m = 0,528m^2 \quad (\text{Ec. 11})$$

$$\text{Área contenedor 2} = 0,55m \times 0,67m = 0,368m^2$$

$$\text{Suma de áreas} = 0,528 + 0,368 = 0,896m^2$$

Al realizar la distribución en la planta los dos contenedores deben quedar acomodados por el largo entonces da un espacio total de 1,5m de largo por 1m de ancho.

$$\text{Área total} = 1,5m \text{ largo} \times 1m \text{ ancho} = 1,5m^2 \quad (\text{Ec. 12})$$

3.2.8.4 Área estibas y canastas vacías. El área comprende el espacio que ocupa una estiba tamaño estándar y una canastilla plástica; como las áreas ya están calculadas en el numeral 3.2.8.1, queda de la siguiente manera:

$$\text{Área total} = 0,147m^2 + 1,2m^2 = 1,35m^2 \approx 2m^2 \quad (\text{Ec. 13})$$

3.2.8.5 Área de la línea de lavado de envases (equipos y herramientas). Se utilizó el método de Guerchet para determinar el área total (St) necesario para cada actividad. Para calcular cada una de las áreas de la línea de lavado de envases, se deben tener en cuenta los siguientes componentes (Manrique *et al.*, 2023):

- Espacio estático (Ss): definido por el área ocupada por las máquinas e instalaciones.

$$Ss = L * A \quad (\text{Ec. 14})$$

- Espacio geométrico (S_g): el necesario para acceder a la máquina o proceso tanto por los operarios como por parte de los materiales. Será función del número de lados (N) del proceso que deben ser accesibles.

$$S_g = S_s * N \quad (\text{Ec. 15})$$

- Espacio de evolución (S_e): es el espacio necesario para el correcto flujo entre los puestos de trabajo de personas, equipo y medios de transporte; matemáticamente se calcula así:

$$S_e = K(S_s + S_g) \quad (\text{Ec. 16})$$

El coeficiente de evolución (K) utiliza el valor promedio de las alturas de los elementos móviles y estáticos de los elementos que se desplazan (H) y de los que permanecen fijos (h):

$$K = \frac{H}{2h} \quad (\text{Ec. 17})$$

De esta manera, se deben tomar los siguientes datos para el cálculo de K :

Cuadro 10. Datos para el cálculo del coeficiente de evolución K

Elementos			
Fijos (h)	Altura (m)	Móviles (H)	Altura (m)
Tanque remojo	0,81	Estibador manual	2
Removedor de etiquetas	1,6		
Lavadora envases	2,1		
Secadora envases	2,1		
Esterilizador UV	1,35		
Mesa de acero	0,9		
Promedio	1,48		

De manera que la ecuación 17 arroja el siguiente resultado:

$$K = \frac{2}{2(1,48)} = 0,68 \quad (\text{Ec. 18})$$

- Superficie total (S_t): se puede determinar la superficie total requerida por el área a través de la siguiente fórmula:

$$St = n \times (S_s + S_g + S_e) \quad (\text{Ec. 19})$$

Cuadro 11. Cálculo del área de la línea de lavado de envases por método Guerchet

Equipo	Dimensiones							Suma de Áreas (m ²)
	n Cantidad	N (número de lados)	Largo (m)	Ancho (m)	S _s	S _g	S _e	
Tanque inmersión	1	2	0,70	1,15	0,81	1,61	3,62	4,05
Removedor de etiquetas	1	1	1,42	1,42	2,02	2,02	6,05	6,76
Lavadora de envases	1	1	0,66	0,81	0,53	0,53	1,60	1,79
Secadora	1	1	0,66	0,81	0,53	0,53	1,60	1,79
Esterilizador UV	1	2	2	0,7	1,40	2,8	6,30	7,04
Mesa después de retiro etiquetas	1	1	2	0,6	1,20	1,20	3,60	4,03
Mesa después de secado e inspección	3	1	1,2	0,6	0,72	0,72	2,16	7,25
Embalaje	1	4	1,2	1	4,8	4,8	9,00	10,06
Área total línea de lavado de envases								42,78

3.2.8.6 Área de insumos. Se toma en cuenta el área que ocupa un estante de 1,96m de largo y 0,61m de ancho.

$$\text{Área total} = 1,96m \times 0,61m = 1,19m^2 \approx 1,2m^2 \quad (\text{Ec. 20})$$

3.2.8.7 Área de envases higienizados. Se determina teniendo en cuenta que se requiere el almacenamiento para dos días de stock, de cinco estibas de tamaño estándar, más el espacio que requiere el estibador manual para operar; como las áreas ya están calculadas en el numeral 3.2.8.1, el cálculo del área queda de la siguiente manera:

$$\text{Área estibas} = 1,2m^2 \times 5 \text{ estibas} = 6m^2 \quad (\text{Ec. 21})$$

Para realizar la acomodación en la planta y que las estibas queden una contigua a la otra se debe añadir 0,1 m de espacio entre ellas, obteniendo 6,5m de largo x 1m de ancho.

$$\text{Área} = 6,5m \times 1m = 6,5m^2 \approx 7m^2 \quad (\text{Ec. 22})$$

Este valor se aproxima a 7 m² para mejor acomodación en el plano; al área resultante se le agrega el espacio de holgura del estibador, que ingresa de frente a realizar la maniobra, por lo cual se añaden 3m de fondo y queda de la siguiente manera:

$$\text{Área total} = 7\text{m largo} \times 3\text{m fondo} = 21\text{m}^2 \quad (\text{Ec. 23})$$

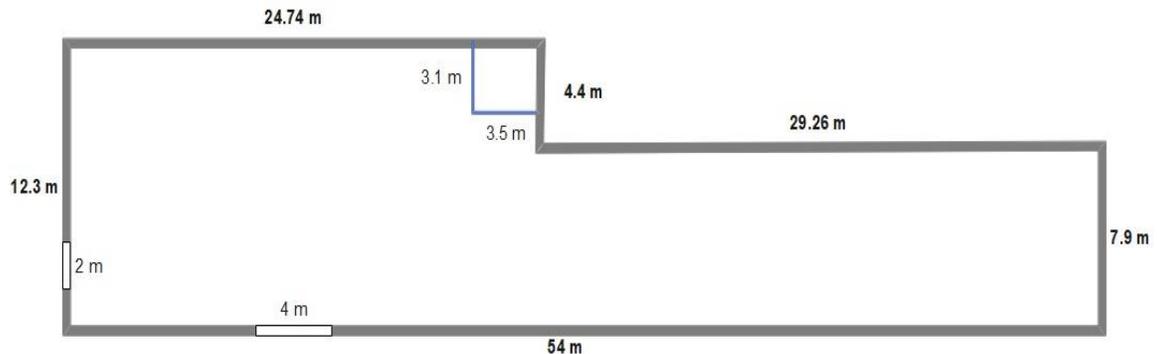
La distribución de planta comprende las siguientes áreas:

Cuadro 12. Área requerida para cada zona

Zona	Área (m ²)
Área de recepción de envase recuperado (inspección despaletaje, retiro dosificador, inspección)	21
Área de almacenamiento de envase recuperado sucio	24
Área de residuos (contenedor de envases rechazados, contenedor de dosificadores, contenedor de otros residuos sólidos)	1,5
Área estibas y canastas vacías	2
Área de línea de lavado (equipos y herramientas)	42,78
Área de insumos	1,2
Área de envases higienizados	21
Área total	113,5

3.2.9 Diseño y distribución de la planta de recuperación de envases de vidrio. Se realizó el diagrama del espacio disponible para la distribución de la planta proyectada, que se muestra en la figura 8.

Figura 8. Dimensiones del área disponible para ubicar la planta de recuperación de envases de vidrio



La distribución correcta de la planta asegurará el óptimo funcionamiento de la línea de recuperación de envases de vidrio la cual será implementada en un área de acuerdo a la relación de espacios. Se propone la distribución de espacios, considerando que el lugar para instalar la planta de recuperación de envases ya está construída, por lo tanto, se tienen límites y dimensiones que deben considerarse para la organización de las áreas. Para realizar la distribución se analizó el recorrido del producto, la intensidad de las interacciones existentes entre las diferentes actividades productivas, los medios auxiliares, los sistemas de manipulación y los diferentes servicios de la planta (Figura 8).

Para determinar la óptima distribución de planta, se empleó el método PSI (Planificación sistemática de distribución de planta) o SLP (Systematic Layout Planning) por sus siglas en inglés; esto implica desarrollar un diagrama de relaciones que muestra la importancia de tener un área adyacente a las otras, con el objetivo de minimizar costos de movimientos interdependientes y de materiales.

Para ello se realiza un análisis entre actividades, tomando en cuenta el recorrido del proceso; en este proceso, se crea la siguiente tabla, con el fin de lograr las relaciones de una manera lógica que permita clasificar la intensidad y proximidad entre cada actividad.

Cuadro 13. Tabla de relación de actividades

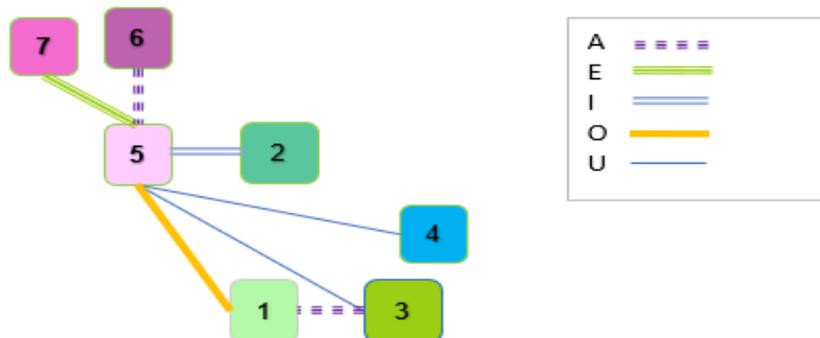
Código	Relación de proximidad
A (4)	Absolutamente necesaria
E (3)	Especialmente importante
I (2)	Importante
O (1)	Importancia ordinaria
U (0)	No importante
X (-1)	Indeseable

De acuerdo con la clasificación de la relación de actividades, se desarrolló la siguiente matriz que permite identificar el área más importante y desde ahí plasmar la proximidad entre cada área.

Figura 9. Matriz de relación de actividades

Nº	ÁREAS	ÁREAS								ÁREAS							
		1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4	5	6	7	
1	Área de recepción de envase recuperado	1	E	A	O	O	U	U		1	3	4	1	1	0	0	9
2	Área de almacenamiento de envase recuperado sucio.	2		O	O	I	U	U		2		1	1	2	0	0	7
3	Área de residuos	3			I	U	U	U		3			2	0	0	0	7
4	Área estibas y canastas vacías.	4				O	U	U		4				1	0	0	5
5	Área de línea de lavado	5					A	E		5					4	3	11
6	Área de insumos.	6						E		6						3	7
7	Área de envases higienizados.	7								7							6

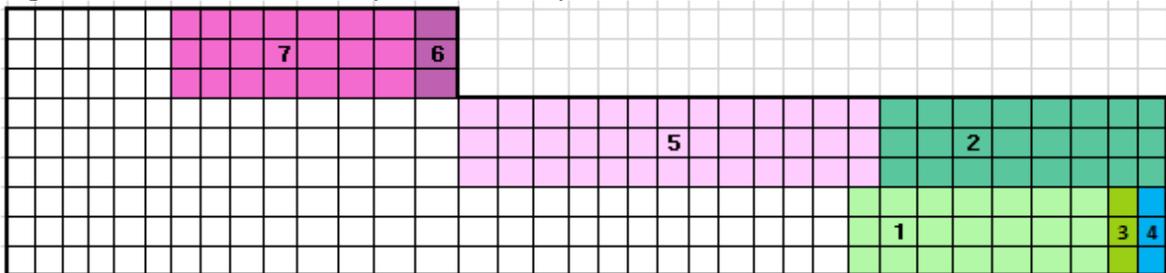
Figura 10. Diagrama de relación de actividades



Finalmente se escogió la distribución de actividades de la figura 10, luego de realizar tres análisis de eficiencia de recorridos a partir del área 5 (línea de lavado), que es la más importante del proceso, e iniciando desde ahí la organización de las demás áreas.

En la figura 11 se presenta el plano preliminar de la distribución de la planta; con él, se da inicio al diseño del plano.

Figura 11. Distribución de la planta de recuperación de envases de vidrio



En la figura anterior:

- 1: Área de recepción de envase recuperado (inspección despaletaje, retiro dosificador, inspección).
- 2: Área de almacenamiento de envase recuperado sucio.
- 3: Área de residuos (contenedor de envases rechazados, contenedor de dosificadores y otros residuos sólidos).
- 4: Área estibas y canastas vacías.
- 5: Área de línea de lavado (equipos y herramientas).
- 6: Área de insumos.
- 7: Área de envases higienizados.

Las figuras 12 a 15 presentan la distribución propuesta de la planta de recuperación de envases de vidrio en la Industria Licorera del Cauca.

Figura 12. Distribución propuesta de la planta de recuperación de envases de vidrio. Plano 1 de 4: Distribución por áreas

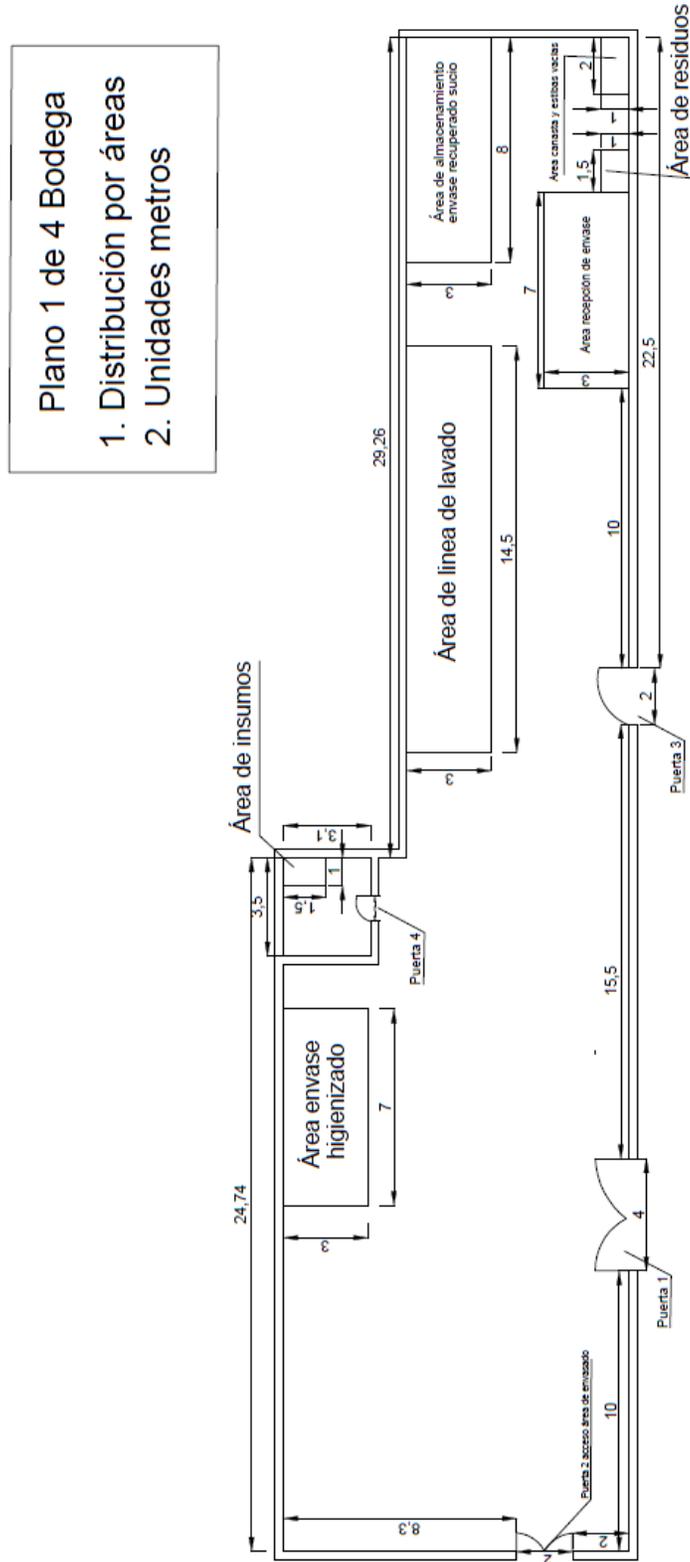


Figura 13. Distribución propuesta de la planta de recuperación de envases de vidrio. Plano 2 de 4: Distribución por equipos

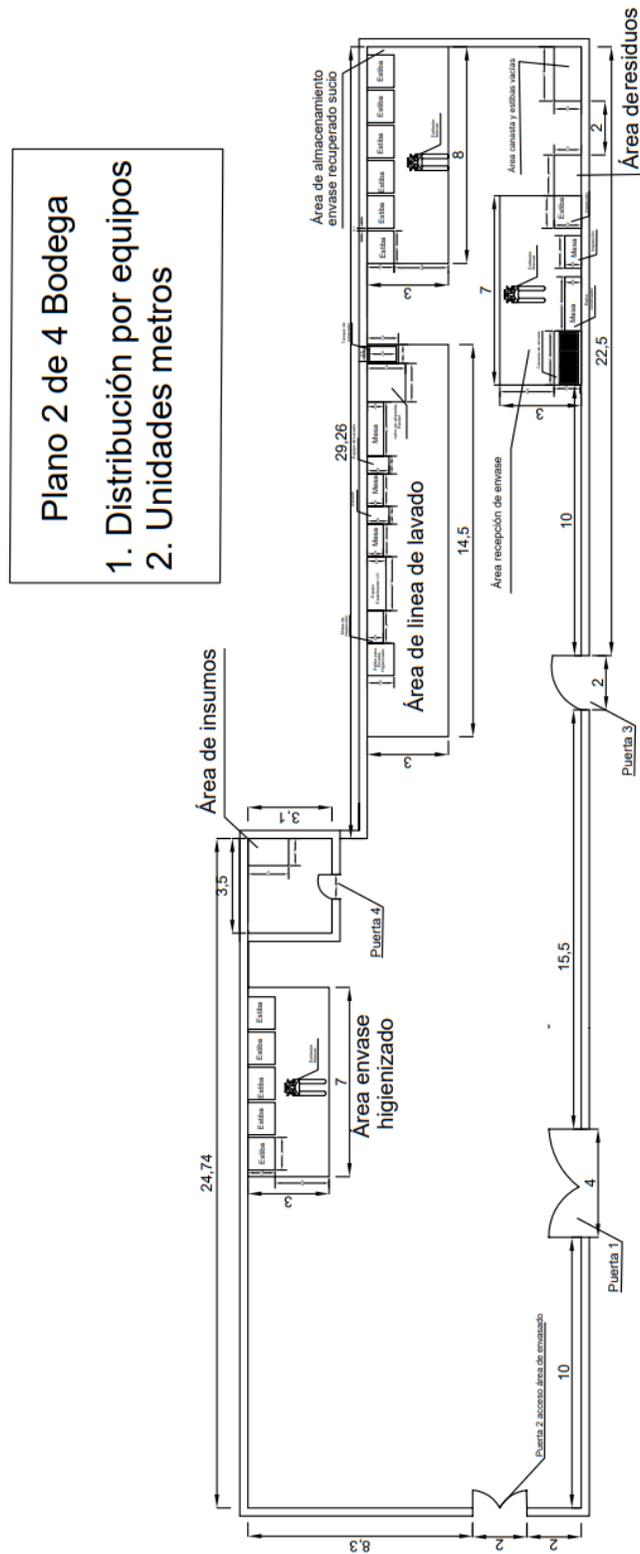


Figura 14. Distribución propuesta de la planta de recuperación de envases de vidrio. Plano 3 de 4: Distribución por equipos

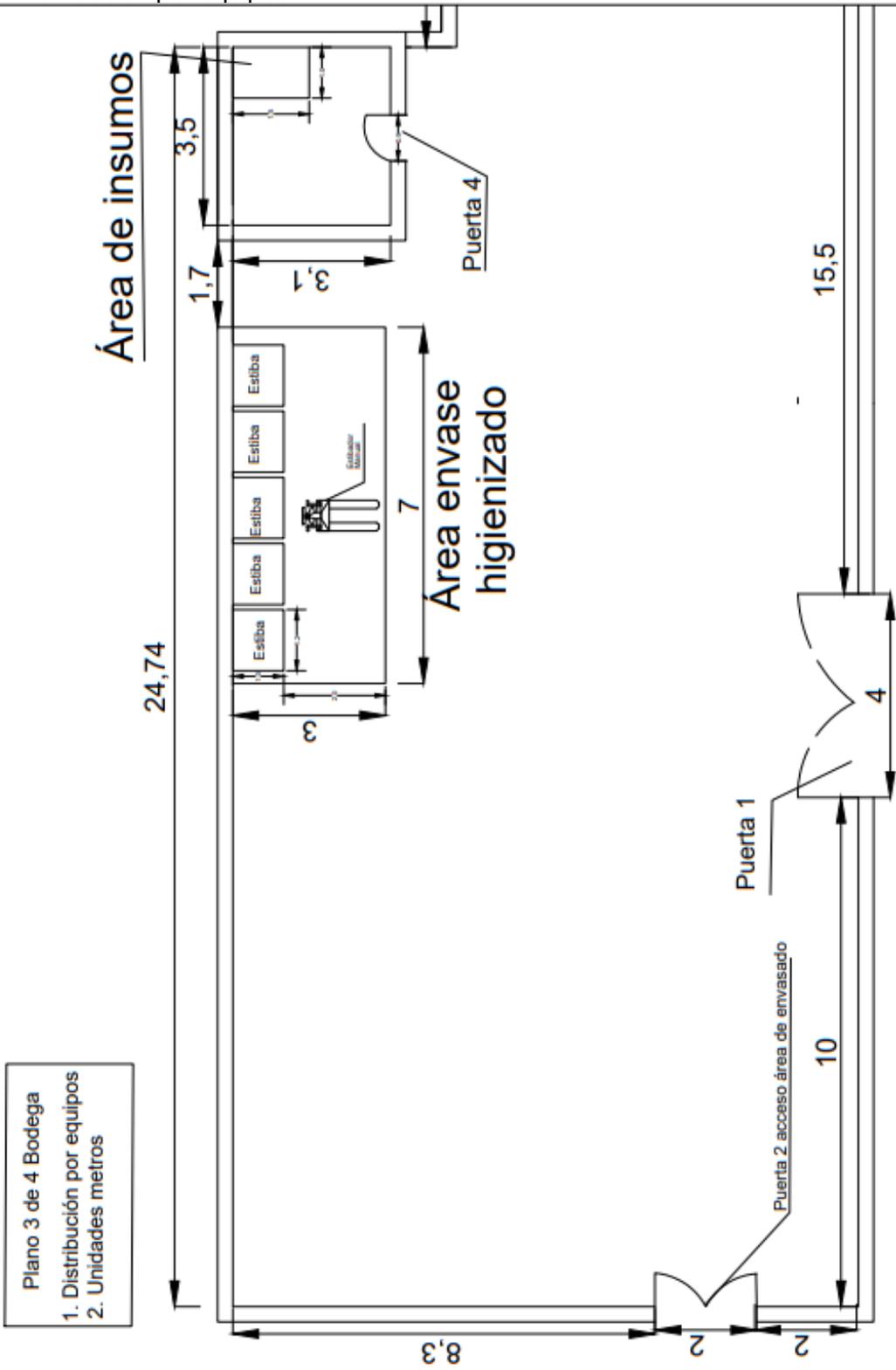
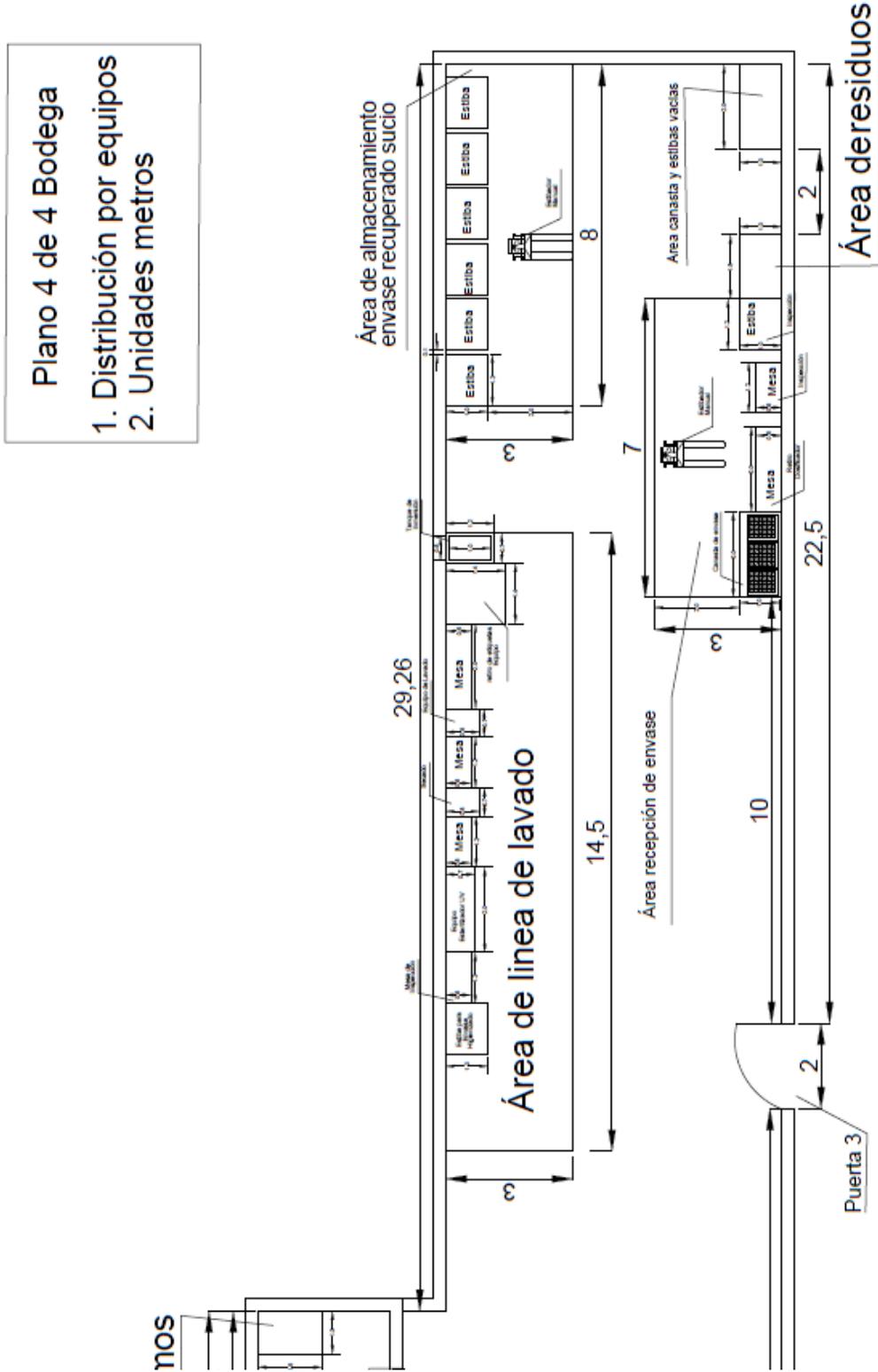


Figura 15. Distribución propuesta de la planta de recuperación de envases de vidrio. Plano 4 de 4: Distribución por equipos



4. CONCLUSIONES

Debido a la escasez de envases de vidrio para proveer la demanda de licores producidos por la Industria de Licores del Cauca, la empresa estudia la alternativa de recuperar los envases de vidrio que se encuentran en el mercado. Para ello, se tuvieron en cuenta criterios de tipo económico, de facilidad de manejo de equipos, durabilidad, portabilidad, poco mantenimiento, bajo consumo de energía y corto tiempo de lavado, pues será un proceso manual y con criterios de inocuidad y tecnología, se cumplirá con lo establecido en la Resolución 683 de 2012 del Ministerio de Salud y Protección Social.

La normatividad colombiana establece claramente los criterios de calidad que los envases recuperados deben cumplir, en cuanto a estándares mecánicos, microbiológicos y de migración de elementos hacia el contenido, lo que sirvió como guía para configurar una lista de chequeo de condiciones de calidad para el proceso propuesto.

Una vez realizado el análisis de la logística inversa para recuperación de envases, se concluye que es indispensable aplicar la estrategia de retorno por medio del sistema de depósito como lo hace la industria cervecera; esto servirá para recuperar la mayor cantidad posible de envases y cubrir el valor total de reposición cuando el cliente no los devuelve.

El consumo de agua es necesario en las operaciones realizadas en el tanque de inmersión y en el equipo de lavado; ambas actividades cuentan con la posibilidad de ahorro de agua, pues en la última etapa del equipo de lavado (drenaje) se cuenta con la opción de escurrir o guardar el agua para el siguiente lavado; en caso de que no se utilice esta opción, el higienizado de un envase de la referencia 750ml, consumiría aproximadamente 2 litros de agua y de 375ml, 1.2 litros.

Aunque la estimación de la demanda se realizó con las dos referencias más vendidas, esta condición no afecta la elección de los equipos, puesto que estos se adaptan a dichas referencias; sin embargo, se sugiere hacer las operaciones por batch. Teniendo en cuenta lo anterior, si se realizan turnos de 3 horas/día para cada referencia, en la planta propuesta se lograrían higienizar semanalmente 5040 envases de 375ml y 3150 de 750ml, ya que ocupan más volumen en los equipos.

Se propone el proceso del retiro del dosificador de forma manual, debido a que no se encontró en el mercado un equipo que pudiera realizar el proceso; sin embargo, de forma particular, la empresa puede ordenar su diseño y fabricación, de manera que se adapte a las especificaciones del envase, minimizando así el riesgo mecánico de los operarios.

El uso de separadores plásticos para el paletizado de envases higienizados, permite reemplazar los separadores de cartón que se usan actualmente, pues el material permite proteger y mantener inocuos los envases, además de que se pueden higienizar y reutilizar.

La distribución de los equipos estuvo ligada a dos restricciones: 1. La adaptación a las dimensiones de la bodega (Figura 9); 2. La ubicación de la puerta de entrada y salida: debido a que la empresa usa parte de la bodega para almacenar envase nuevo higienizado, no es recomendable que el material ingrese por la puerta principal, por ello se propone en el plano (Figura 12) la apertura de una puerta para evitar contaminación cruzada entre los envases que ingresan sucios con los higienizados, además el ingreso de envase recuperado sucio por dicha puerta disminuye los metros lineales de recorrido del material y evita desplazamientos muy largos.

Teniendo en cuenta que para el proceso de higienización se sugiere el uso de químicos, es importante resaltar que el ácido peracético tiene la ventaja de producir menos subproductos dañinos para el medio ambiente y se usa en desinfección de aguas residuales, teniendo una tasa de eliminación para *E-coli* del 99.9%. En cuanto al hidróxido de sodio, es una base fuerte que disminuye la acidez del agua; debido a que en los cuerpos de agua existen naturalmente sustancias ácidas, el NaOH se neutraliza formando sales no tóxicas.

El proceso de higienización propuesto solo sirve para envases que son considerados operacionales, es decir, para los que solo fueron utilizados para contener el producto de la empresa y no para aquellos calificados como extra sucios, ya que estos requieren un proceso diferente. La Resolución 683 de 2012 del Ministerio de Salud y Protección Social no permite el reuso de estos últimos.

Finalmente, la bodega número 2 de la ILC cuenta con un área suficiente para realizar el proceso de recuperación de los envases; como se aprecia en el plano, aún queda área disponible para seguir siendo utilizada como bodega de almacenamiento.

5. RECOMENDACIONES

Complementariamente a los diseños presentados a la ILC, se recomienda:

Implementar un control ambiental que neutralice las aguas industriales que contengan residuos de ácido peracético e hidróxido de sodio antes de ser depositadas en el drenaje debido a que su exceso resulta tóxico para los organismos acuáticos. Así mismo, disponer de manera adecuada sus contenedores (Zhang *et al.*, 2022).

Realizar una investigación de mercados dirigida a planificar la administración de ventas, procurando la actualización de la información de clientes, para realizar un monitoreo de clientes internos y externos y prever un retorno oportuno de envases usando la metodología Gerencia de Relaciones con el Cliente (CRM).

Documentar el manual de procedimientos de almacenamiento de envases reutilizados, dirigido solo al personal de almacenamiento, y, el manual de cuidado y gestión de los envases reutilizados para todo el personal operativo en las áreas de venta, reparto y almacén.

Llevar a cabo un estudio de factibilidad, que determine los costos de la recuperación de los envases de vidrio.

Analizar microbiológicamente los envases a reutilizar, con el fin de verificar la efectividad del lavado.

De ser implementada la propuesta presentada, la ILC deberá documentar los procedimientos involucrados en la reutilización de los envases de vidrio tales como su lavado y desinfección, el manual de su almacenamiento, los manuales e instrucciones de instalación, operación y mantenimiento de equipos, etc.

Las acciones que emprenda la ILC dirigidas a la recolección y recuperación de envases de vidrio, deben contemplar los requisitos de un Sistema de Gestión Ambiental como el determinado por la norma ISO 14001, para cumplir los compromisos ambientales que las empresas deben cumplir para su correcto funcionamiento. Así mismo, contemplar un plan de manejo y disposición de residuos de vidrio, en alianza con la empresa Peldar.

Establecer asociaciones entre empresas del sector bebidas, que genere una colaboración mutua y permita recoger los envases a través de un intermediario. Entre estos aliados se encuentran las empresas recicladoras, las que deberán recibir orientación sobre el proceso adecuado de realizar la selección y clasificación de los envases de vidrio.

Realizar un estudio del ciclo de vida del envase de los productos de la ILC, que establezca un sistema de trazabilidad.

Si la ILC implementa la propuesta aquí presentada, se requiere realizar un estudio de métodos y tiempos que, junto al estudio de factibilidad, permita determinar cuánto personal se requiere para operar en la planta.

BIBLIOGRAFÍA

ASHUTOSH, Kumar; ABHISHEK, Raj; ANKIT Gupta; SNEHA, Gautam; MANISH, Kumar; HEMANT, Bherwani; AVNEESH, Anshul. Pollution free UV-C radiation to mitigate COVID-19 transmission. En: Gondwana Research, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.gr.2022.07.010>

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1407 de 2018. Por la cual se reglamenta la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio, metal y se toman otras determinaciones. El Ministerio. Bogotá D.C.: 26, julio, 2018.

_____. _____. Resolución 1342 de 2020. Por la cual se modifica la Resolución 1407 de 2018 y se toman otras determinaciones. El Ministerio. Bogotá D.C.: 24, diciembre, 2020.

_____. MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 683 de 2012. Por medio de la cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los materiales, objetos, envases y equipamientos destinados a entrar en contacto con alimentos y bebidas para consumo humano. Diario Oficial No. 48.388, marzo 30 de 2012. Bogotá D.C.: 28, marzo, 2012.

COMITÉ COSTARRICENSE DE LOGÍSTICA. Recomendaciones GS1 para la logística. Manual de logística de paletización. 2a. ed. Editorial GS1 Costa Rica. San José de Costa Rica: 2003, 28p.

GUTIERREZ GUERRERO, Daniela Alejandra. Propuesta de mejora en el proceso de lavado y acondicionamiento de botellas ref pet en una empresa de bebidas gaseosas. Tesis Ingeniería Química. Fundación Universidad de América. Bogotá: 2019.

HOW2GO. Construcción en Colombia: 2022, año de oportunidades [en línea]. How2Go Consulting ©: s.f. [citado: mayo, 2022]. Disponible en internet en: <https://h2gconsulting.com/how2go-colombia/construccion-en-colombia-oportunidades/>

IBARRA MACHUCA, Byron Patricio. Análisis del proceso del lavado de botellas de vidrio en la línea 1 del área de embotellado y su incidencia en la productividad de la cervecería nacional ubicada en Cumbayá. Tesis Ingeniería Industrial. Universidad Tecnológica Indoamérica. Quito: 2017.

LARCO SALAZAR, Eduardo Augusto y VILLAGÓMEZ LLAMACACHO, Claudia Teresa. Propuesta de mejora en la gestión de envases retornables en una compañía embotelladora

y comercializadora de bebidas no alcohólicas. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Lima: 2015.

LOPES SILVA, Diogo Aparecido; SANTOS RENÓ, Gece Wallace; SEVEGNANI, Gustavo; BERKENBROK, Tacila y SERRA TRUZZI, Oswaldo. Comparison of disposable and returnable packaging: a case study of reverse logistics in Brazil. En: Journal of Cleaner Production, 2013, vol. 47, pág. 377-387. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.057>

LÓPEZ MENDOZA, Edwin Giovanni. Diseño de una bodega de almacenamiento para una empresa distribuidora de bebidas carbonatadas y cerveza. Tesis Ingeniería Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 2005.

MANRIQUE SUAREZ, Luis Alberto; OCHOA SOTOMAYOR, Nancy Alejandra; SALAZAR ROBLES, Héctor Gabino y FLORES MACÍAS, Edward José. Technical study of the installation of a watercress nectar processor to reduce anemia in adults. En: Sciendo, 2023, vol. 31, no. 1, pág. 59-70. Doi: 10.2478/mspe-2023-0008

MARTICORENA CARDENAS, Clinton Javier. Control de inventarios para la gestión eficiente del stock en una empresa distribuidora de bebidas. Tesis Ingeniería Industrial. Universidad Peruana Los Andes. Huancayo: 2018.

MEGALE COELHO, Patricia; CORONA, Blanca; KLOOSTERB, Rolandten; WORRELL, Ernst. Sustainability of reusable packaging—Current situation and trends. En: Resources, Conservation & Recycling: X, 2020, vol. 6. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2020.100037>

PROQUIMIA. Ficha técnica ASEP 150 [en línea]. Proquimia ®: junio, 2018 [citado julio, 2022]. Disponible en internet en: https://www.agrovin.com/agrv/pdf/enologia/higiene/ASEP_150_Agrovin.pdf

RAMOS CASTELLANOS, Mirna Paola. Protocolo de validación de inspectores visuales en línea 1. Tesis Ingeniería Química. Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. Chiapas, México: 2014.

REYES, Cristhian Daniel y ZAPATA, Laura Marcela. Iniciativas para la recuperación de envases de vidrio generados por la industria de los licores. Trabajo de grado Administrador de Empresas. Universidad Agustiniana. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Bogotá, D.C.: 2018.

RUIZ SAAH, Andrés Felipe; ESCALANTE JÁCOME, Karen Lorena; LUQUEZ MEDINA, Sergio Andrés; SÁENZ FLORES, Willys Ernesto y MOLINA TILANO, Oscar Daniel.

Propuesta de supply chain Management y logística para la empresa ferretería Don Alberto. Tesis Diplomado de Profundización en Supply Chain Management y Logística. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Valledupar: 2022.

SINERTECH. Todos los equipos para desinfección ultravioleta [en línea]. Sinertech Water Technologies: s.f. [citado julio, 2022]. Disponible en internet en: <https://www.synertech.com.co/uv/linea-economica#:~:text=La%20luz%20ultravioleta%20es%20un,inactivandola%20y%20evitando%20su%20reproducci%C3%B3n>.

ZAMBRANO, Maritza. Estrategias de logística inversa para la recuperación de envases retornables de empresas de clase mundial. Tesis Maestría Gerencia de Empresas Mención Gerencia de Operaciones. Universidad del Zulia. Venezuela: 2011.

ZHANG, Sijia; JIANG, Lin; LI, Hang; ZHANG, Jiani; SUN, Teng; DONG, Yiran; DING, Ning. Disinfection kinetics of peracetic acid inactivation of pathogenic bacteria in water. En: Water Cycle, 2022, vol. 3, pág. 79-85. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.watcyc.2022.05.002>

ANEXOS

ANEXO A. Formato de inspección de calidad de envases de vidrio recuperados de la ILC

		INDUSTRIA LICORERA DEL CAUCA LISTA DE CHEQUEO PARA ENVASE RECUPERADO	
Proveedor			
Presentación			
Fecha de llegada			
Fecha de inspección			
Lote			
Referencia			
Inspector			
Tamaño de lote			
Lista de defectos antes del lavado	Cumple		Observaciones
	SI	NO	
Rebabas cortantes en las superficies			
Vidrio adherido en el interior o en el terminado			
Fisura			
Fractura			
Despicado			
Olores no característicos como: petróleo, gasolina, thinner, pintura, herbicidas, fungicidas entre otros			
Manchas de pintura			
Lista de defectos después del lavado	Cumple		Observaciones
	SI	NO	
Presencia de hongos en el interior (manchas negras y/o cafés)			
Presencia de partículas extrañas en su interior			
Suciedad en su interior o exterior			

ANEXO B. Procedimiento para el lavado, desinfección y esterilización de envase de vidrio recuperado e inspección de calidad en etapa de recepción y almacenamiento

 <p>INDUSTRIA LICORERA DEL CAUCA</p>	<p>PRCC14 PROCEDIMIENTO PARA EL LAVADO, DESINFECCIÓN Y ESTERILIZACIÓN DE ENVASE DE VIDRIO RECUPERADO E INSPECCIÓN DE CALIDAD EN ETAPA DE RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO</p>	
	<p>Elaborado: 06 diciembre, 2021</p>	
	<p>Revisado: 07, diciembre, 2021</p>	
	<p>Aprobado: 07, diciembre, 2021</p>	
<p>ELABORADO POR: CAROLINA SOLANO COORDINADOR DE CALIDAD</p>	<p>REVISADO POR: CAROLINA MUÑOZ PROFESIONAL DE GESTIÓN</p>	<p>APROBADO POR: JULIETA ORTIZ</p>



INDUSTRIA
LICORERA DEL
CAUCA

PRCC14
PROCEDIMIENTO PARA EL LAVADO,
DESINFECCIÓN Y ESTERILIZACIÓN DE
ENVASE DE VIDRIO RECUPERADO E
INSPECCIÓN DE CALIDAD EN ETAPA
DE RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO

1. Responsabilidad

Son responsables del cumplimiento de este procedimiento:

- Responsable del proceso de lavado, desinfección y esterilización: Fundación K Colombia.
- Responsable principal a partir de la etapa de recepción: Profesional Universitario Control de Calidad.
- Responsables directos a partir de la etapa de recepción: Transportadores, Analista de Laboratorio, Coordinador de Materiales y Suministros, Auxiliar de control interno.

Es responsabilidad del analista de control de calidad la verificación del cumplimiento de los parámetros definidos en la ficha técnica del envase recepcionado, a través del registro de la actividad y de la utilización del rótulo de verificación.

2. Desarrollo

La dependencia de control de calidad debe velar por mantener los estándares de calidad de las materias primas e insumos de envasado y embalado, involucrados en la manufactura de los productos. Por tal motivo es necesario la buena conservación de la materia prima, teniendo en cuenta el estado de llegada, rotulado, y recepción general del envase.

3. Proceso de lavado, desinfección y esterilización de envases de vidrio recuperado

3.1 Remoción de etiquetas y pegamento

En algunos casos al realizar el lavado de botellas de vidrio, parte del adhesivo se transfiere al interior de esta o se quedan pegadas en el exterior, lo cual puede producir que allí se concentren cargas microbianas u otros compuestos que interfieren con el desarrollo exitoso de los procesos para desinfección y esterilización, debido a este factor, primeramente, se debe remover la etiqueta y el pegamento de los envases de vidrio.

Método:

Se colocan no menos de 10 botellas en un recipiente que contenga agua caliente, el vapor de agua permite que las etiquetas puedan ser retiradas manualmente de manera fácil, aun así, en algunos casos se podrá observar la presencia de pegamento, el cual se removerá con aceite de limoneno, finalmente se obtendrán botellas libre de etiquetas y pegamento.



INDUSTRIA
LICORERA DEL
CAUCA

PRCC14
PROCEDIMIENTO PARA EL LAVADO,
DESINFECCIÓN Y ESTERILIZACIÓN DE
ENVASE DE VIDRIO RECUPERADO E
INSPECCIÓN DE CALIDAD EN ETAPA
DE RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO

3.2 Desinfección

Es evidente el mal manejo que se le da a las botellas de vidrio luego del consumo de las sustancias contenidas en ellas, para evitar problemas de salud en los consumidores y la proliferación de bacterias en su interior, se realiza una desinfección minuciosa.

Método:

Se prepara una solución de ácido acético al 0,5% y una solución de hidróxido de sodio al 0,1%, para que posteriormente sean inyectadas en cada botella que se someta al proceso de desinfección, mediante un sistema de inyección. Luego serán trasladadas hasta el equipo que contiene un sistema de hidrolavado, el cual tiene capacidad para el lavado de 100 botellas, se dejan allí por aproximadamente 1 minuto o hasta que se pueda observar que están completamente limpias, se realiza un enjuague para eliminar residuos de los reactivos. Al finalizar el enjuague se deja reposar las botellas por 1 min para escurrir el residuo de agua.

3.3 Esterilización

En el proceso de desinfección gran parte de compuestos no deseados, suciedad y microorganismos son eliminados, sin embargo, existen agentes microbianos y germicidas que permanecen en el interior y exterior de las botellas de vidrio.

La luz ultravioleta es un sistema sencillo, eficaz y de bajo coste para la desinfección de superficies en cuestión de segundos. La luz ultravioleta de tipo C (UVC) tiene un alto poder germicida.

Método:

con luz ultravioleta, la luz debe tener una longitud de onda de 254nm, se esteriliza la superficie interior de las botellas mediante la introducción de una lámpara UVC; este proceso tiene lugar en un ambiente estéril, la cabina donde se introducen las botellas también posee luz UV, que contribuye a mantener la asepsia y evitan la posible contaminación de las botellas.

Se recomienda, no ingresar al espacio cuando la luz UVC este encendida y nunca mirar directamente la luz UVC, aún con protección.

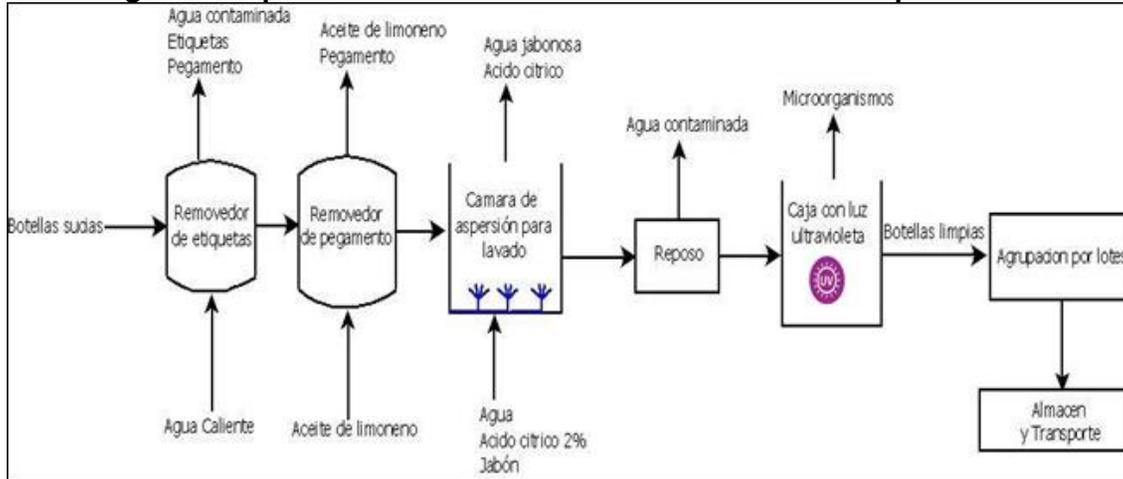
Para la eliminación de microorganismos se trasladan los envases de vidrio a una caja



INDUSTRIA
LICORERA DEL
CAUCA

PRCC14
PROCEDIMIENTO PARA EL LAVADO,
DESINFECCIÓN Y ESTERILIZACIÓN DE
ENVASE DE VIDRIO RECUPERADO E
INSPECCIÓN DE CALIDAD EN ETAPA
DE RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO

3.4 Diagrama de procesos de lavado de botellas de vidrio recuperadas



4. Proceso para el control de calidad

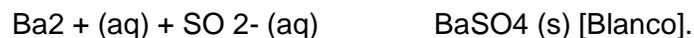
El proceso de lavado completo se realiza cada 5 min para obtener la desinfección de 100 botellas de vidrio, se obtendrían 432.000 botellas/mes trabajando aproximadamente 12 horas por día, luego, se almacenan lotes de 100.000 envases de vidrio limpio para su posterior transporte. Es indispensable realizar un muestreo para el control de calidad del proceso empleado, por esa razón, por cada lote se obtendrán 20 botellas a las cuales se le realizarán pruebas de sulfatos y de microorganismos.

4.1 Prueba cualitativa de sulfatos

Los detergentes utilizados para la desinfección en algunos casos pueden dejar residuos de sulfato, el método correcto para comprobar la NO presencia de sulfatos como residuos es una prueba de precipitación de sulfatos.

4.1.1 Descripción del proceso

En las botellas usadas para muestreo, se coloca una solución de medio ácido con una cucharilla de Cloruro de Bario previamente preparada en un vaso de precipitado, si existe la presencia de sulfatos se generará la siguiente reacción:



El cloruro de Bario reaccionará con el sulfato contenido en el agua y forma un precipitado de Sulfato de Bario, se observa un sólido de color blanco al fondo de la botella, si el precipitado no es visible indica que no hay presencia de sulfatos en las botellas analizadas.



INDUSTRIA
LICORERA DEL
CAUCA

PRCC14
PROCEDIMIENTO PARA EL LAVADO,
DESINFECCIÓN Y ESTERILIZACIÓN DE
ENVASE DE VIDRIO RECUPERADO E
INSPECCIÓN DE CALIDAD EN ETAPA
DE RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO

4.2 Prueba de presencia de microorganismos

Para determinar que no existe presencia de microorganismos en el interior de las botellas, los cuales son causante de enfermedades, y estas puedan ser reutilizadas para un fin específico, se debe realizar pruebas microbiológicas.

4.2.1 Descripción del proceso

Se realiza el muestreo expuesto en la Guía Técnica para el Análisis Microbiológico de Superficies en Contacto con Alimentos y Bebidas. RM N°461-20077MINSA. Para la obtención de las muestras, se hace mediante el método de enjuague, primero se prepara en un frasco con tapa hermética la cantidad de 100 mL de solución diluyente estéril (agua peptonada). Luego se vierte los 100 mL de solución diluyente estéril (agua peptonada) en los envases de vidrio, se agitan vigorosamente de lado en lado. Después se lleva para que le realicen un análisis microscópico en algún laboratorio de microbiología, entre esos análisis se encuentran:

Análisis microbiológico para ambientes	Recuento total de aerobios mesófilos Recuento de hongos y levaduras
Análisis microbiológicos para envases	Recuento total de aerobios mesófilos Coliformes totales <i>E. coli</i> Estafilococo coagulasa positiva Recuento de moho y levaduras

5. Inspección de calidad de envase de vidrio recuperado en etapa de recepción

Una vez llega a la Industria Licorera del Cauca el vehículo transportador de envase, el Coordinador de Materiales y Suministros autoriza la entrada de los mismos a la bodega de Materiales y Suministros para que se efectúe el descargue del envase, acción que se efectuará entre un operario de la sección de materiales y suministros y el personal contratado por los proveedores para el transporte del envase, siendo necesario para el cumplimiento de esta labor la intervención del montacargas de la empresa.

El pallet o unidad de embalaje deberá portar una tarjeta de identificación con la siguiente información: Referencia, Ítem (unidades / caja x tendido), Cliente, Terminado, Fecha de producción, Planta. A su ingreso se marcará cada pallet con fechador o sticker la fecha de ingreso a la Industria Licorera del Cauca.

El empaque plástico debe estar sin rotura y el envase debe tener firmeza de amarre con los zunchos. De presentarse malas condiciones los pallets deben separarse y llamar al analista de control de calidad o al Profesional Universitario de Control de Calidad, quien debe conceptuar e informar a la sección administrativa, para la correspondiente reclamación.



INDUSTRIA
LICORERA DEL
CAUCA

PRCC14
PROCEDIMIENTO PARA EL LAVADO,
DESINFECCIÓN Y ESTERILIZACIÓN DE
ENVASE DE VIDRIO RECUPERADO E
INSPECCIÓN DE CALIDAD EN ETAPA
DE RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO

6. Inspección de calidad de envase en bodega

En cumplimiento de las condiciones contratadas respecto a la calidad y de verificar el cumplimiento de las normas y especificaciones de las materias primas, productos en proceso y productos terminados, se establece la verificación del nivel de calidad de los envases antes de ingresar a la línea de envasado, por medio de la inspección de defectos, contenidos en el acuerdo de calidad firmado con Fundación K Colombia y que está referenciado en la norma NTC 1853.

Previo a la selección de los envases a ser muestreados se debe verificar la homogeneidad del lote, es decir, que todos envases provengan de la misma máquina y fecha de producción, con el fin de que los factores que puedan ser causa de variabilidad en el producto sean constantes.

La inspección realizada en la bodega de materiales y suministros, es efectuada teniendo en cuenta la norma MIL-STD-105D, utilizando un plan de muestreo simple y un nivel de inspección II normal, el cual indica el tamaño de muestra para los lotes recibidos, es decir, la cantidad de envase que se debe retirar de cada pallet, para definir la conformidad. El cálculo del tamaño de la muestra y los números de aceptación y rechazo se realizan teniendo en cuenta el tamaño del lote, el plan de muestreo, el nivel de inspección y el Nivel Aceptable de Calidad (NAC) de cada tipo de defecto según lo definido en la norma NTC 1853 y el acuerdo de calidad con FUNDACIÓN K COLOMBIA, estos datos son registrados en los formatos de verificación.

La selección de los envases a ser inspeccionados, según el tamaño de muestra calculado, se realiza a través de un muestreo estratificado, es decir, se toman envases en igual proporción de todos los pallets. El número de envases a seleccionar por pallet es el resultado de dividir el tamaño de la muestra entre el número de pallets que componen el lote, el número resultante es la cantidad de envases a ser seleccionados de manera aleatoria en cada pallet.

En caso de aceptar el lote, es decir, la cantidad de no conformidades encontradas por tipo de defecto no supera el número de aceptación establecido, el lote es marcado con un sticker con la leyenda APROBADO.

Los lotes que presenten esta identificación se consideran en condiciones de ser trasladados de la bodega a la línea de envasado. De presentarse defectos que sobrepasan el número de aceptación calculado, el lote es separado y marcado con un sticker y/o la leyenda RECHAZADO y con los datos que lo identifiquen. Sobre este lote se efectúa la reclamación correspondiente, a través de la Sección Administrativa.



INDUSTRIA
LICORERA DEL
CAUCA

PRCC14
PROCEDIMIENTO PARA EL LAVADO,
DESINFECCIÓN Y ESTERILIZACIÓN DE
ENVASE DE VIDRIO RECUPERADO E
INSPECCIÓN DE CALIDAD EN ETAPA
DE RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO

El contratista atenderá la reclamación en el tiempo establecido según el contrato. El contratista verificará la reclamación por medio de un representante de la empresa en la bodega o las instalaciones de la Industria Licorera del Cauca.

Al momento del ingreso de los envases a la zona de envasado, los resultados son consignados en el formato FOCC36 para tener base de datos de inspección, con el fin de monitorear el comportamiento de los niveles de calidad de las materias primas igualmente se debe tener en cuenta el documento de código de defectos de materia prima DOCC72.

7. Anexos

ANEXO A. CÓDIGOS DE DEFECTOS EN ENVASE DE VIDRIO DEFECTOS CRÍTICOS 0.065 %

Código	Descripción del defecto en máquina, uso o estético
1.1	Agujas de vidrio en su interior
1.2	Burbujas superficiales internas

Defectos mayores 1.0 %

Código	Descripción del defecto en máquina, uso o estético
2.1	Cuello tapón
2.2	Cuello torcido
2.3	Cuerpo abombado
2.4	Cuello obstruido
2.5	Cuerpo deforme
2.6	Desviación de la vertical
2.7	Despicado
2.8	Supera especificaciones de dimensión
2.9	Empate alto en el terminado
2.10	Fisura
2.11	Grieta
2.12	Marcas o hendiduras en la superficie de selle
2.13	Grabado defectuoso
2.14	Piedras o partículas extrañas mayores de 2mm
2.15	Rebabas externas en el terminado
2.16	Vidrio delgado

Defectos menores 4.0%

Código	Descripción del defecto en máquina, uso o estético
3.1	Aspecto frío
3.2	arrugas



INDUSTRIA
LICORERA DEL
CAUCA

PRCC14
PROCEDIMIENTO PARA EL LAVADO,
DESINFECCIÓN Y ESTERILIZACIÓN DE
ENVASE DE VIDRIO RECUPERADO E
INSPECCIÓN DE CALIDAD EN ETAPA
DE RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO

Código	Descripción del defecto en máquina, uso o estético
3.3	Burbujas menores de 3 mm
3.4	Costura o empate alto
3.5	Piedras o partículas menores de 2 mm

ANEXO B. RÓTULO VERIFICACIÓN DE MATERIA PRIMA

	INDUSTRIA LICORERA DEL CAUCA CONTROL DE CALIDAD VERIFICACIÓN DE MATERIA PRIMA
No. 1093	
FECHA RECEPCIÓN: _____	
FECHA INSPECCIÓN: _____	
CONCEPTO: _____	
ANALISTA: _____	
Observación: _____	



INDUSTRIA
LICORERA DEL
CAUCA

PRCC14
PROCEDIMIENTO PARA EL LAVADO,
DESINFECCIÓN Y ESTERILIZACIÓN DE
ENVASE DE VIDRIO RECUPERADO E
INSPECCIÓN DE CALIDAD EN ETAPA
DE RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO

ANEXO C. MIL-STD-105D

TABLE I Sample size code letters		TABLE II-A Single sampling plans for normal inspection (Master table)																				
Lot or batch size	General inspection levels	Acceptable Quality Levels (normal inspection)																				
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25			
	Level Normally Used	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	
2 to 8	A	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
9 to 15	B	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
16 to 25	C	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5
26 to 50	D	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8
51 to 90	E	13	8	13	8	13	8	13	8	13	8	13	8	13	8	13	8	13	8	13	8	13
91 to 150	F	20	13	20	13	20	13	20	13	20	13	20	13	20	13	20	13	20	13	20	13	20
151 to 280	G	32	20	32	20	32	20	32	20	32	20	32	20	32	20	32	20	32	20	32	20	32
281 to 500	H	50	32	50	32	50	32	50	32	50	32	50	32	50	32	50	32	50	32	50	32	50
501 to 1200	J	80	50	80	50	80	50	80	50	80	50	80	50	80	50	80	50	80	50	80	50	80
1201 to 3200	K	125	80	125	80	125	80	125	80	125	80	125	80	125	80	125	80	125	80	125	80	125
3201 to 10000	L	200	125	200	125	200	125	200	125	200	125	200	125	200	125	200	125	200	125	200	125	200
10001 to 35000	M	315	200	315	200	315	200	315	200	315	200	315	200	315	200	315	200	315	200	315	200	315
35001 to 150000	N	500	315	500	315	500	315	500	315	500	315	500	315	500	315	500	315	500	315	500	315	500
150001 to 500000	P	800	500	800	500	800	500	800	500	800	500	800	500	800	500	800	500	800	500	800	500	800
500001 and over	Q	1250	800	1250	800	1250	800	1250	800	1250	800	1250	800	1250	800	1250	800	1250	800	1250	800	1250
	R	2000	1250	2000	1250	2000	1250	2000	1250	2000	1250	2000	1250	2000	1250	2000	1250	2000	1250	2000	1250	2000

Ac Acceptance number.
Re Rejection number.

Use first sampling plan below arrow. If sample size equals, or exceeds, lot or batch size, do 100 percent inspection.
Use first sampling plan above arrow.

ANEXO C. Tabla de ventas año 2021 de ILC

Año	Descripción	Nº de botellas
2021	Aguardiente sin azúcar 375ml	733.752
	Aguardiente sin azúcar 750ml	123.012
	Aguardiente sin azúcar 1750ml x 6	28.812
	Aguardiente tradicional 1750ml x 6	136.896
	Aguardiente tradicional 375ml x 24	2.314.512
	Aguardiente tradicional 750ml x 12	1.297.932
Total 2021		4.634.916