

UNIVERSIDAD PANAMERICANA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Con estudios incorporados a la

Secretaría de Educación Pública

**“METODOLOGÍA PARA LA PLANEACIÓN DE
RETORNO DE BOTELLA EN UNA INDUSTRIA
CERVECERA”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MAESTRÍA EN DIRECCIÓN DE OPERACIONES

P R E S E N T A

ALEJANDRO HERRERÍAS GUZMÁN

DIRECTOR DE TESIS:

ERNESTO LEONIDES RODRÍGUEZ GONZÁLEZ

MÉXICO, D.F.

2014

Índice

	Página
• Resumen	1
• Introducción	3
• Capítulo 1. Marco Teórico	5
a) Antecedentes y fundamentos de logística inversa	5
b) El ciclo inverso del envase de bebida	11
c) Pasos en la implantación de logística inversa	15
d) Pronósticos en la logística inversa	17
e) Métodos de pronósticos	17
• Capítulo 2. Caracterización del objeto de estudio	21
a) Situación actual de la empresa	21
b) Proceso tradicional de comercialización y retorno de la botella	23
c) Antecedentes de logística inversa en la empresa y estado actual	27
d) Problemática y necesidades	30
• Capítulo 3. Propuesta de solución	31
a) Propuesta de metodología	31
b) Espacio	32
c) Proceso	36
d) Visibilidad	42
• Capítulo 4. Prueba piloto y resultados obtenidos	51
• Conclusiones	58
• Recomendaciones	60
• Bibliografía	61

Índice de Tablas

	Página
Tabla 1. Fuentes de flujo inverso	8
Tabla 2. Características y tipos de flujos inversos	9
Tabla 3. Principales materiales en bebidas	12
Tabla 4. Tipos de envase	26
Tabla 5. Muestra de ventas vs. recuperación	44
Tabla 6. Beneficios del pronóstico de recuperación y limitaciones	47
Tabla 7. Reglas de operación	49

Índice de Figuras.

Figura 1. Interacción entre logística y logística inversa	6
Figura 2. Diagrama de flujo inverso	10
Figura 3. Ciclo de envase de vidrio	13
Figura 4. Ciclo de botella retornable	24
Figura 5. Modelo de retorno de envase	25
Figura 6. Modelo de referencia de planeación de retorno de envase	28
Figura 7. Modelo de visibilidad y asignación de envase semanal	36
Figura 8. Interacción de plan de producción con el retorno de envase	38
Figura 9. Diagrama de planeación de producción	38
Figura 10. Plantilla de prioridades de envase	41
Figura 11. Tiempo de ciclo	42
Figura 12. Rotación de inventarios	42
Figura 13. Proceso de recuperación con pronóstico	48
Figura 14. Proyección y restricción en MPS	48
Figura 15. Ciclo de operación de envase retornable	51

Índice de Gráficos.

	Página
Gráfico 1. Mezcla de envase reutilizable y no reutilizable	22
Gráfico 2. Curva de nivel de servicio para tener envase retornable	33
Gráfico 3. Gráfica de Dispersión de recuperación vs. ventas	44
Gráfico 4. Gráfica de Relación de ventas vs. retorno de envase	46
Gráfico 5. Gráfica de Relación de ventas vs. retorno de envase desfasada	47
Gráfico 6. Gráfica de alineación de demanda	53
Gráfico 7. Gráfica de precisión de pronóstico	53
Gráfico 8. Gráfica de apego al plan de producción	54
Gráfico 9. Gráfica de faltante de envase en cervecería	57
Gráfico 10. Gráfica de ventas vs. recuperación en producto A	57

Resumen

Carecer de una visión confiable de la disponibilidad de botella retornable, en las plantas productoras y de manera implícita no conocer el comportamiento de los ciclos de retorno estacionales por tipo de botella en cada región del país, impacta en: modificaciones a los planes de producción, altos niveles de inventario de envase o producto terminado, pedidos expeditos de compra de envase nuevo a proveedores a un alto costo, así como en un posible desabasto de producto en un mercado altamente competitivo.

La recolección de sistemas inversos tiene dos objetivos básicos:

- “La efectiva adquisición del producto o material por parte de los generadores o clientes, ofreciendo un servicio conveniente y consistente en el tiempo y considerando los procesos en los cuales los productos o materiales serán transformados e incorporados, los que determinan cómo deben ser manejados durante la recolección”. (Monsreal, 2006).
- “Llevar a cabo el transporte de recolección en una forma eficiente desde el punto de vista de costos. Para ello se debe evaluar la necesidad de almacenamientos temporales, acumulación de productos antes de ser recolectados, volumen transportado, separación en el origen y características especiales del vehículo transportador”. (Monsreal, 2006).

Se identifican en el contenido de la tesis cuatro capítulos, en el primero el enfoque es plantear un marco teórico y una breve fundamentación del área de influencia de la logística inversa, los principales autores y cómo ha sido el desarrollo de la misma, así mismo se detalla el ciclo inverso del envase de bebida. Se enlistan los principales pasos en la implementación de un plan de logística inversa, sin embargo, se hace énfasis en que la logística inversa es un traje a la medida por lo que cada situación es muy particular.

En el segundo capítulo se detalla la situación actual de la empresa ejemplo, así como el proceso de distribución y retorno de la botella y cómo se ha desarrollado el problema actual; dentro de este escenario se plantea cómo la logística inversa ha venido evolucionando dentro de la empresa y el alcance que actualmente tiene, además se plantea la problemática principal y necesidades que se tienen hoy día.

En el tercer capítulo se expone la metodología propuesta y cómo se llevó a cabo la prueba piloto, las áreas de afectación y de ejecución, detallando en el cuerpo del capítulo cada uno de los factores principales que influían en la desviación al retorno de la botella. Finalmente en el cuarto capítulo se presentan los resultados obtenidos de la prueba piloto, así como las conclusiones.

Ante el problema planteado se definieron las siguientes preguntas de investigación:

- ¿La logística inversa coadyuvará a eficientar los planes de producción?
- ¿Diseñar una metodología de logística inversa beneficiará el retorno de la botella?
- ¿Crear un pronóstico de recuperación de botella ayudará a mejorar el cumplimiento de los planes de envasado?

Principales resultados

Se propuso una metodología de planeación y ejecución de retorno de botella la cual se basa en 3 factores principales que ocasionaban la desviación en la recolección del envase y que fueron identificados como los de mayor repercusión en la desviación en los planes de producción: **el espacio, la programación y la visibilidad.**

Dicha metodología fue puesta en práctica durante 5 meses, lapso en que fue ejecutada una prueba piloto en una planta cervecera y en 3 centros de distribución con 47 sub centros, la cual se enfocó también en las áreas de planeación de demanda de ventas y la estabilización a los programas de producción. La principal novedad fue el desarrollo de un pronóstico de retorno de envase, el cual permite dar visibilidad a los planes de producción.

Los resultados obtenidos mostraron una notable mejoría en la cantidad y calidad de envase con el que debía contar la cervecería y provocó, en parte, que la adherencia al plan de producción se elevara. La recolección de envase también fue mejorada y se estabilizó la operación en la zona observada.

Introducción

El objetivo general del presente trabajo es presentar el diseño de una metodología de planeación y programación para el retorno efectivo de botellas reutilizables de una planta cervecera, que permita alinear planes de producción y eficientar la utilización de los activos.

Para lo cual, se fijaron los siguientes objetivos específicos: identificar los factores que afectan el retorno del envase reutilizable, alinear la recuperación de la botella con la producción, brindar visibilidad y prioridades al reintegro de envase, calcular los ciclos y tiempo de retorno de botella del mercado que permitiera generar un pronóstico para determinar los inventarios adecuados y, por último, describir la situación actual para proponer oportunidades de mejora.

Este proyecto está dividido en cuatro capítulos.

En el primero, Marco Teórico, se describen los antecedentes, fundamentos y aplicaciones de la Logística Inversa, así como sus pronósticos y métodos de los mismos.

En el Capítulo 2, Caracterización del objeto de estudio, se expone la situación actual de la empresa cervecera en lo que respecta al proceso de comercialización y retorno de botella, la aplicación de Logística Inversa en la misma y problemática y necesidades detectadas.

En el Capítulo 3, Propuesta de solución, se presenta la metodología a seguir en cuanto a espacio, proceso y visibilidad.

Finalmente, en el Capítulo 4, se describen los resultados obtenidos en la Prueba piloto.

Esta **Metodología para la planeación de retorno de botella en una industria cervecera**, incluyó la consulta de fuentes documentales en materia de logística inversa y aplicaciones en México, así como trabajo de campo del autor.

Capítulo 1 Marco Teórico

a) Antecedentes y fundamentos de logística inversa

¿Qué es logística y cuál es la interacción que tiene con la cadena de suministro?

La logística tiene sus orígenes en el sector militar en el cual se aplicó para movilizar eficientemente las tropas así como los suministros de guerra, posteriormente estas prácticas fueron llevadas al sector empresarial comenzando con la distribución de los productos. En este primer acercamiento, la logística se encargaba de la distribución física del producto terminado llevándolo hacia el punto de venta o al cliente final.

Después, la logística evolucionó e incursionó hacia el flujo primario, desde abastecer la materia prima para la realización del producto hasta la distribución para su venta, por lo que la logística abarcaba todo el proceso. Finalmente, la logística incorporó la gestión de inventarios con lo cual se convirtió en un factor de ahorro en los costos productivos de las empresas.

“La logística es la parte del proceso de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes”.(Ballou, 2004).

La logística inversa no podría existir sin la interacción de la logística tradicional o directa como la conocemos ya que comparten muchas actividades, información y procesos en común, así como las herramientas tecnológicas para su implementación, todo con el objetivo de distribuir tanto la materia prima como el producto.

La siguiente figura muestra la interacción que existe entre logística y logística inversa.



Figura 1. Interacción entre logística y logística inversa. Fuente: Santos y Santos, 2010

Como comenta Dekker et al (2004) el concepto de logística inversa es complicado de rastrear con precisión y desde cuándo se comenzó a utilizar. Términos como flujo inverso, canales de retorno o canal reverso comenzaron a aparecer desde la década de los 70's, aunque con un marcado enfoque hacia el reciclado. En las décadas siguientes el enfoque y concepto se fue haciendo más robusto hasta llegar a 1992 cuando el *Council of Logistics Managment (CLM)* dio la primera definición formal a logística inversa.

“El término comúnmente utilizado para referirse al papel de la logística en el reciclaje, eliminación de residuos, y el manejo de materiales peligrosos; una perspectiva más amplia incluye todo lo relativo a las actividades logísticas llevadas a cabo en la reducción en origen, el reciclaje, la sustitución, la reutilización de los materiales y de eliminación” (CLM,1992).

La definición se enfocaba más a todas las aplicaciones que la logística podía realizar y no tratando de explicar la verdadera naturaleza de la logística inversa. Fueron surgiendo más y más definiciones pero se utilizarán dos que proporcionan una mejor perspectiva de lo que se quiere escribir.

“El proceso de **planificación**, ejecución y control de los flujos atrasados de las materias primas, en el inventario de proceso, empaque y productos terminados, desde el punto de fabricación, distribución o uso, **a un punto de recuperación** o punto de eliminación adecuada” (Dekker et al, 2004).

“La gestión del flujo de productos (entendidos éstos como componentes, materiales, envases o embalajes), destinados al reprocesamiento, reciclaje, reutilización o destrucción, incluyendo además las actividades correspondientes de recogida, acondicionamiento y desensamblado de los mismos” (Díaz et al, 2004).

La definición de logística inversa ha cambiado en el transcurso de los años, pasando desde un sentido explicativo de flujo inverso y enfoque ambiental y llegando al día de hoy con una amplia gama de enfoque donde el punto de interés será la implementación de un método de planeación, ejecución y control.

“El concepto de logística inversa incluye no solamente el transporte del producto usado desde el usuario final al productor, sino también la transformación de los productos retornados en productos nuevamente utilizables”. (Díaz et al, 2004).

Una vez definido el concepto de logística inversa se exponen las actividades que son parte del flujo inverso y actúan como componentes clave para su eventual planeación como lo señala Beaulieu (2000).

- La recolección de los productos o materiales usados para retornarlos a una cadena de producción.
- La separación y clasificación de los retornos en puntos de acopio.
- La consolidación de los materiales para aprovechar el flujo de unidades de retorno y disminuir los costos por su recolección.
- El transporte hacia las ubicaciones para su recolección, retratamiento y selección.
- Las actividades previas relacionadas antes de su retratamiento o reutilización como pueden ser el lavado, granulado, filtración, separación, selección y criterios de calidad para su utilización.
- El retratamiento o la reutilización de los materiales para que el producto vuelva a ser utilizado en la producción o como parte de un nuevo producto incluye la reparación, el reciclaje, reacondicionamiento y la reutilización como tal.

Se pueden tener casi todos los materiales en el flujo inverso, sin embargo, existen diversas razones para la introducción de algún tipo de producto y varía de acuerdo al tipo y origen como lo señala Diaz et al (2004).

Clasificación	Fuente del flujo inverso	
	Miembros de la cadena de suministro	Usuarios finales
Productos	Mercancía de primera calidad Retornos para equilibrar existencias Retornos del mercado Fin de vida o ciclo/estación o temporada Daño en el transporte	Producto con defecto/ inconforme/ no deseado Retornos en garantía Destrucción medioambiental
Envase y embalaje	Embalaje/envase reutilizable Requerimientos de destrucción	Reutilización Reciclaje Restricciones de destrucción

Tabla 1. Fuentes de flujo inverso. Fuente: Rogers y Tibben-Lembken, 1999

Existen algunos ejemplos de las primeras redes o propuestas para el manejo de redes o flujos inversos, como lo señala Díaz et al (2004) donde se pueden encontrar diversas aplicaciones en diferentes tipos de empresa, sin embargo como tal no hay registros en relación a empresas cerveceras.

En 1993 Caruso et al (1993) describen un sistema para la gestión de residuos sólidos, incluyendo la recolección, el transporte, la incineración, la composta, el reciclaje y hasta la destrucción, focalizando en un modelo de asignación de ubicaciones para el control de estos materiales, especificar la tecnología y el volumen de materiales a procesar.

Para la industria de acero en Alemania Splenger et al (1997) crea un modelo de programación lineal para el reciclaje de subproductos.

En 1995 Hoschino et al (1995) desarrolló un modelo basado en la programación lineal por objetivos para maximizar la tasa de reciclaje y reutilización de los materiales y obtener mayores beneficios.

El objetivo común que existe dentro de la logística inversa, es lograr retornar eficientemente los diversos productos o materiales para ser reprocesados con el fin que así convenga a las empresas, dependiendo el producto existen diversas prácticas o tipos de

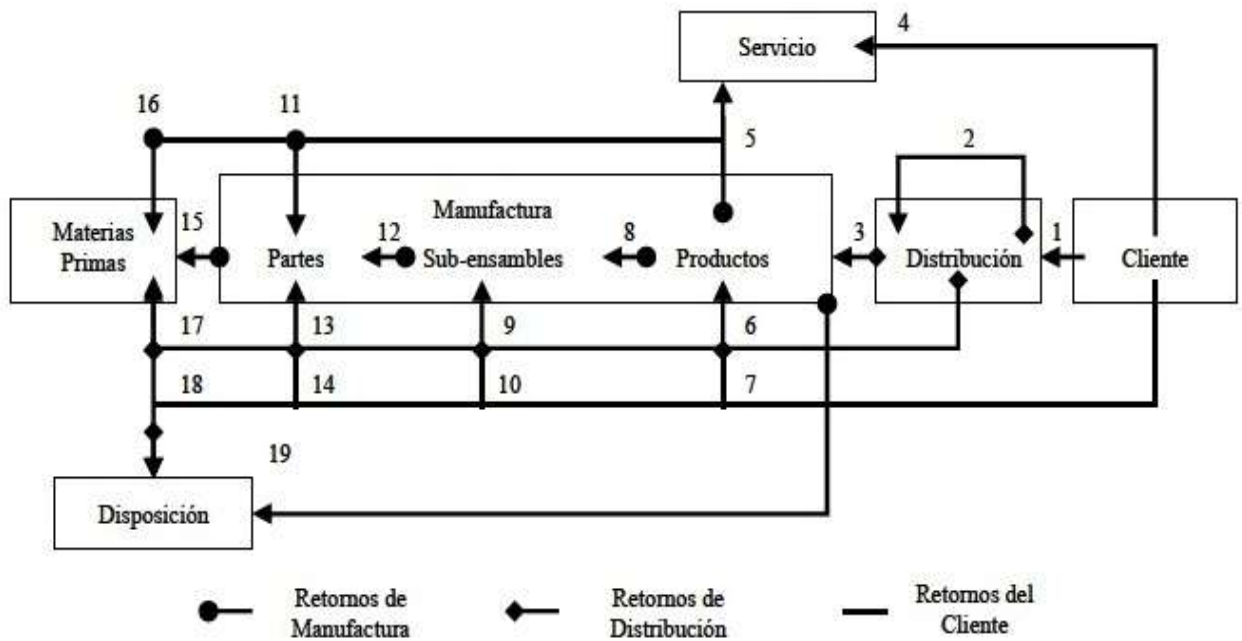
proceso inverso que pueden ser aplicados en función de acelerar su reutilización y maximizar su valor.

Características de distintas prácticas de flujos inversos.

Práctica	Características	Ejemplos
Reparación	<p>Dar a los productos usados una calidad específica: Estándares de calidad menos rigurosos que los de los nuevos Inspección, reparación y reemplazo de partes Desensamblado - reemplazo - ensamblado por nueva tecnología Extender la vida útil del producto</p>	Electrodomésticos
Renovación	<p>Devolver al cliente productos fuera de funcionamiento: Reparación y/o reemplazo de partes estropeadas Desensamblado y ensamblado En el entorno del cliente o en centros especializados Calidad del producto reparado o nuevo</p>	Computadoras
Reciclaje	<p>Recuperación de materiales contenidos en los productos retornados : Desensamblado, clasificación y transformación de materias primas</p>	Papel, vidrio, plástico, metales
Reprocesamiento	<p>Objetivo: Desensamblado, clasificación, restauración y reensamblado</p>	Computadoras
Canibalización	<p>Por función: Una pequeña proporción del producto retornado puede ser aprovechada Las partes recuperadas son reutilizadas, reparadas o renovadas para integrar un producto nuevo</p>	Hardware
<u>Reutilización</u>	<p>Por función: El producto puede volver a ser usado una vez limpio o tras una reparación menor.</p>	<u>Botellas de vino, cerveza, refrescos, pallets y cajas para la manipulación de bebidas</u>
Vertedero	<p>Opción final: Depósitos para tirar y almacenar el material</p>	Basura

Tabla 2. Características y tipos de flujos inversos. Fuente: Díaz Álvarez, González, 2004

Para entender cómo trabajan estos tipos de procedimientos o flujos se toma como referencia el siguiente diagrama para visualizar los diferentes jugadores que tienen injerencia en el flujo inverso.



- 1.- Retornos producto equivocado (re-Venta, re- Uso)
- 2.- Ajustes comerciales y de almacenamiento (re-Distribución)
- 3.- Recuperaciones (re-Procesos)
- 4.- Garantía, Servicio (reparación)
- 5.- Productos defectuosos (reparación)
- 6.- Retornos comerciales (restauración)
- 7.- Garantía de cliente (restauración)
- 8.- Producto defectuoso (re-Manufactura)
- 9.- Retornos comerciales
- 10.- Fin de vida (re-Manufactura)
- 11.- Productos defectuosos (recuperación)
- 12.- Idem
- 13.- Retornos comerciales (recuperación)
- 14.- Fin de vida (recuperación)
- 15.- exceso de materias primas (re-Uso, re-Venta)
- 16.- Productos defectuosos, Sobras de producción (reciclaje)
- 17.- Retornos comerciales (reciclaje)
- 18.- Fin de Vida (reciclaje)
- 19.- todos los tipos de flujo inverso (destrucción por incineración, disposición final en relleno sanitario)

Figura 2. Diagrama de flujo inverso. Fuente. De Britto & Dekker, 2002

De acuerdo al presente objeto de estudio el enfoque va dirigido a sistemas de reutilización, sin embargo, se considera importante detallar los tres sistemas de logística inversa más

utilizados y recurrentes que son el reciclaje, la refabricación y la reutilización en la cual se profundiza más adelante. Como comenta Rubio, (2003).

1. **Redes para el reciclaje.** Suelen ser estructuras simples, con pocos eslabones y centralizadas, se caracterizan por requerir un elevado volumen de inputs (productos recuperados) generalmente de escaso valor unitario. Los altos costos de transformación determinan una necesidad de altas tasas de utilización de estas redes.
2. **Redes para la refabricación de productos.** Su principal objetivo es la recuperación de partes y componentes de productos con alto valor añadido. En estos sistemas el fabricante original suele desempeñar un papel clave, siendo en ocasiones los únicos responsables del diseño y gestión del sistema.
3. **Redes de productos reutilizables.** En estos sistemas los productos recuperados se reintroducen en la cadena de suministro una vez realizadas las operaciones de limpieza y mantenimiento. Suelen ser estructuras descentralizadas por las que circulan simultáneamente productos originales y reutilizados y donde el costo del transporte es el más significativo.

b) El ciclo inverso del envase de bebida

Monsreal (2006) dice que la forma en que la operación tradicional de envasado y la vida de los productos que se ha venido llevando; producir, abastecer, consumir y desechar ha empezado a ocasionar problemas de sostenibilidad en las sociedades actuales, esto ha obligado a las empresas y a la sociedad misma a desarrollar nuevas formas de usar los recursos y la posibilidad de recuperarlos para reintroducirlos al ciclo económico.

“La nueva perspectiva de abastecimiento, producción, consumo, reuso, reciclaje y finalmente desecho ha estado motivada no únicamente por normatividades legales internas y a nivel mundial, o bien, por normatividades en acuerdos comerciales que responsabilizan al fabricante de todo el ciclo completo del producto; sino también por razones económicas que demuestran un ahorro al reusar o reciclar componentes y materiales en lugar de desecharlos y producirlos nuevamente” (Monsreal, 2006).

La utilización del envase de vidrio en la industria cervecera va en función de la posibilidad de reutilizarse mediante un lavado, así como la hermeticidad e indeformabilidad que se tiene, además de la resistencia a la luz y la intemperie, propiedades que le permiten ser la opción más utilizada en el ramo.

En la industria de bebidas tenemos principalmente 3 actores que por sus características son destinadas a diferentes tipos de bebidas y que ambas presentan ventajas y desventajas para su uso y manipulación.

Material	Ventajas	Inconvenientes
Vidrio	Inalterabilidad, hermeticidad, indeformabilidad. Posibilidad de adquirir distintas formas. Uso de calcín en el mismo proceso productivo que emplea material virgen	Cuidados especiales en su manipulación y almacenamiento por su fragilidad y posibilidad de estallamiento. Peso que dificulta y encarece su transporte. Coste del proceso productivo continuo
Plástico	Bajo peso específico que reduce los costos de transporte. Flexibilidad para soportar grandes esfuerzos sin fractura y resistencia a la corrosión. Materia prima barata.	Deformación a elevadas temperaturas perdiendo sus propiedades. Baja resistencia a los rayos ultravioletas y a la intemperie. Material combustible e inflamable
Metal	Resistencia mecánica que permite el envasado a presión. Resistencia al impacto y a elevadas temperaturas. Opacidad a la luz y a las radiaciones lo que evita la degradación de su contenido. No interacción con el contenido garantizando la conservación de color aroma y sabor. Facilidad de separación de otros materiales para su reciclado por medio de imanes	Capacidad de deformación. Expuestos a reacciones químicas de oxidación y corrosión.

Tabla 3. Principales materiales en bebidas. Fuente: Cervera Fantoni, 1998

Cuando el contenido de la botella es utilizado por el consumidor, ésta se convierte en un residuo, si el consumidor no lo separa de la basura, la botella o envase se va junto con el resto de los desechos a los tiraderos, sin embargo, si es separada, es el primer input para comenzar el ciclo inverso de la botella, de ahí la importancia de que la población cada día esté más preocupada por el medio ambiente y a su vez que esto beneficie a las empresas y

que existan campañas en medios masivos para que el público retorne, recicle y separe sus residuos.

El siguiente cuadro explica el ciclo completo del envase de vidrio y se señalan las partes, tanto del flujo directo como del inverso, este último se detalla paso a paso.



Figura 3. Ciclo de envase de vidrio. Fuente: Basado en Díaz et al, (2004)

Flujo Inverso

Retorno del mercado

El ciclo inverso comienza con el retorno de la botella por parte del consumidor, al devolverlas al punto de venta (envase retornable), en el caso de que no se regresen al punto de venta, las botellas deben de ser separadas de la basura para ser enviadas a depósitos de concentración.

Recolección.

Para el caso de la botella reutilizable, el envase es devuelto del punto de venta hacia los centros de distribución donde la botella se consolida utilizando la misma red de venta, para las botellas no retornables existen algunos centros de acopio donde el consumidor puede llevarlas.

Separar y seleccionar

En los centros de distribución la botella es inspeccionada, seleccionada y clasificada para su posterior uso, así mismo se separa la que ya no pueda ser utilizada en el proceso (dañada). La botella no reutilizable se separa por colores para ser enviada hacia rotura y se evita revoltura en colores.

Reciclaje

La botella no reutilizable se destruye para obtener pedacería de vidrio y ser utilizada como complemento de la materia prima para la elaboración de nuevas botellas.

Reutilización

La botella reutilizable es retornada a las plantas ya sea con la misma red de transporte o con viajes adicionales y deberá ser apta para ser reintegrada al proceso donde es lavada y sometida a procesos para su posterior reuso con nuevo producto.

c) Pasos en la implantación de logística inversa.

La logística inversa es relativamente nueva en su fundamento y desarrollo, y como en muchas ocasiones su implementación es muy adaptable de acuerdo a las características de cada empresa, también se considera mucho más compleja que la logística directa ya que presenta mayor grado de incertidumbre y más variables para su correcta aplicación.

“Los hechos de tener más dificultad para prever los retornos, el punto de estos retornos, la calidad de los retornos y otras variables inciertas hacen de la logística inversa, hasta ahora, un sistema esencialmente reactivo y más complejo que la logística tradicional” (Monsreal, 2006).

Sin embargo, existe una serie de pasos para poder implantar un sistema logístico inverso como lo describe Kopicki et al, (1993):

- **Análisis de las barreras de entrada.** Aquí se decide si el producto es valorado para que sea retornado, y si se permite o no su entrada al flujo logístico.
- **Gestión de la recogida.** Todos los pasos a seguir para su recolección y retorno.
- **Clasificación.** Implica decidir qué tipo o característica de flujo es el apropiado para cada empresa y producto, como fueron descritos anteriormente (reparación, reciclaje, reutilización).
- **Colocación.** Es el envío de los productos o materiales hacia los destinos elegidos, va a depender del tipo de producto y en función de los diferentes canales de distribución:
 - Retorno a través del vendedor-distribuidor
 - Venta como nuevo
 - Venta como final de existencia o descuento
 - Venta en el mercado secundario
 - Donativo
 - Reprocesamiento o renovación
 - Recuperación de materiales reutilizables, reciclaje
 - Vertederos

Como lo señala Dekker y su grupo (Dekker et al, 2004), la recolección de sistemas inversos tiene dos objetivos básicos:

- “La efectiva adquisición del producto o material por parte de los generadores o clientes ofreciendo un servicio conveniente y consistente en el tiempo y considerando los procesos en los cuales los productos o materiales serán transformados e incorporados, los que determinan cómo deben ser manejados durante la recolección”.
- “Llevar a cabo el transporte de recolección en una forma eficiente desde el punto de vista de costos. Para ello se debe evaluar la necesidad de almacenamientos temporales, acumulación de productos antes de ser recolectados, volumen transportado, separación en el origen y características especiales del vehículo transportador”.

d) Pronósticos en la logística inversa

“Un problema importante que surge en las cadenas logísticas de suministro inversa es el uso efectivo de los retornos con el fin de maximizar el valor de este recurso. Con este fin, las decisiones a nivel estratégico, táctico y operativo debe incorporar explícitamente información sobre las características de flujo de retorno, principalmente en cantidad y calidad” (Dekker et al, 2004).

Bajo esta premisa las empresas deben analizar si el flujo inverso que desean manejar va a tener un impacto a nivel estratégico, táctico u operativo, ya que dependiendo de esta decisión el impacto del volumen a retornar deberá ser proporcional para que la operación siga caminando.

En el caso del retorno de la botella reutilizable es un suministro vital para la continuación de la producción, ya que sin este insumo se pone en riesgo el abasto del producto de ahí que sea muy importante maximizar su retorno y que el envase pueda llegar en tiempo y forma.

Un tema importante es predecir el volumen de botella que estará retornando en el tiempo para suministrar a las plantas y continuar con la producción, para dar dicho número es necesario contar con un pronóstico.

¿Qué es y para que sirve pronosticar?

“Pronosticar es el arte y ciencia de predecir acontecimientos futuros, y lo necesitamos porque necesitamos una cierta base -aunque sea mínima-, un criterio, una justificación para el curso de acción que decidimos tomar. Porque a partir del pronóstico que generemos, estaremos decidiendo dónde alocar nuestros recursos financieros, tecnológicos y humanos” (Cohen,).

e) Métodos de pronósticos

Básicamente se pueden clasificar en dos grupos, cualitativos enfocados en calidad o percepción, y cuantitativos basados en datos duros (números), dependiendo del proceso o tipo de información que se quiera pronosticar o utilizar, cuando no hay mucha información se usarán cualitativos donde importa más la experiencia y la intuición y cuando se tiene

más información se usarán los cuantitativos. Sin embargo esto no excluye que los métodos se puedan combinar en función del pronóstico a obtener. Se enfocan los siguientes métodos cuantitativos:

- **Enfoque Simple.** Supone que la demanda en el próximo periodo será igual a la demanda del periodo más reciente.
- **Series de tiempo.** Secuencia de datos uniformemente espaciada, es un pronóstico que supone que los factores que han influido en el pasado lo seguirán haciendo en el futuro. Aquí se pueden descomponer los datos en:
 - Tendencia que es el movimiento gradual ascendente o descendente de los datos.
 - Estacionalidad cuando tenemos un patrón o un comportamiento definido periódico de los datos.
 - Variación aleatoria cuando ocurren brincos o cambios al azar en los datos.
- **Media Simple.** Se pronostica un valor futuro similar al promedio de todos los valores pasados.
- **Media Móvil.** Utilizar el promedio numérico de los últimos “n” periodos.
- **Media Móvil Ponderada.** Utilizada cuando se presenta una tendencia.
- **Suavización Exponencial.** Es un caso especial de pronóstico de media móvil ponderada, donde ahora los factores de ponderación disminuyen exponencialmente, dándole más peso a los periodos más recientes.
- **Suavización Exponencial con ajuste de tendencia.** Se suma al pronóstico suavizado una tendencia también suavizada.
- **Análisis de regresión lineal.** Supone una relación lineal entre dos variables (ejemplo demanda vs. tiempo).

“El primer paso en cualquier ejercicio de pronóstico es construir un modelo de pronóstico que modele las variables que se pronostica como una función de las variables explicativas”. (Box and Jenkins, 1976).

En este caso un ejemplo sería que la variable que pronostica sea el retorno de la botella y la variable que explique su comportamiento sea la venta del producto.

“Este modelo de pronóstico tendrá un número de parámetros que deben estimarse usando las ventas históricas y datos de los retornos. Una vez que la validación y estimación está completa, tenemos un modelo de pronóstico completamente especificado. Como segundo paso, el pronóstico de los retornos futuros se realiza mediante estimaciones de los parámetros obtenidos a partir de este modelo de pronóstico e información histórica”. (Dekker et al, 2004).

Capítulo 2 Caracterización del objeto de estudio

a) Situación Actual de la Empresa

Se ha comentado anteriormente el papel que juega la logística inversa en la industria y cómo ha evolucionado en función de los requerimientos actuales.

Por tanto, se enfoca la problemática de la industria embotelladora en una industria cervecera en México denominada “La Ideal”.

El principal problema es asegurar que la botella vacía correcta (tipo de envase específico para la producción), se encuentre en la planta correcta y que ésta pueda cumplir su plan de producción, brindar visibilidad para la fabricación de cerveza y minimizar la necesidad de comprar botellas nuevas.

Actualmente las botellas reutilizables son enviadas de vuelta a la planta en las mismas unidades que distribuyen el producto terminado y que se determinan en función al volumen de ventas, la ubicación geográfica y la infraestructura en las carreteras.

Cada día es más complicado asegurar el envase correcto en el momento adecuado y en la cervecería correcta debido a un horizonte corto de planeación y de visibilidad, lo que contribuye a incrementar los costos de expedición de planta, envase nuevo, viajes adicionales por botella a centros de distribución, cambios en las líneas de envasado y por ende disminución a la adherencia al plan de producción.

La industria cervecera emplea diferentes tipos de envases para su comercialización, éstos pueden ser botellas, botes y barriles. Siendo los primeros los envases más utilizados a nivel mundial. Éstos pueden catalogarse en envase retornable y no retornable. En México

actualmente el 70% del volumen que se maneja es botella retornable y el restante 30% lo integran el bote y la botella no retornable.

Por lo tanto en el mercado tradicional mexicano el principal proveedor de la botella es el consumidor ya que son la fuente primaria para seguir envasando la cerveza.

La empresa “Ideal” cuenta con 6 cervecerías las cuales producen cerveza con envase retornable y no retornables, se identifica la mezcla en la siguiente gráfica.

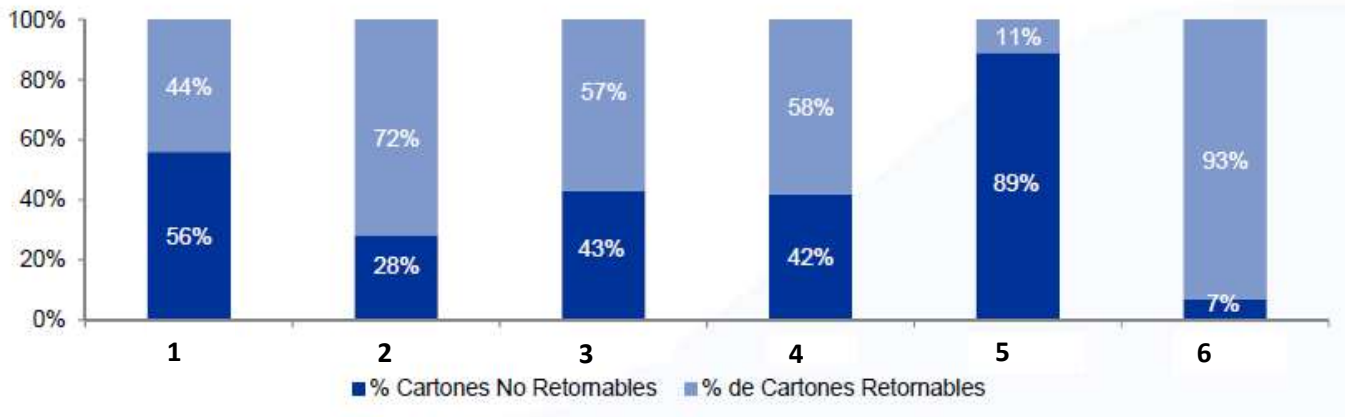


Gráfico 1. Mezcla de envase reutilizable y no reutilizable. Fuente: Producción Diaria SAP

Se observa que la mezcla de cartones (cajas con botellas) retornables vs. los no retornables varía ampliamente según la planta, que va desde el 11% de retornables en la planta 5 hasta un 93% en la planta 6.

La mezcla del tipo de cartones es dependiente del tipo de producto que se envía al mercado ya sea nacional, de exportación, autoservicios o producto que se envase en bote.

Cuanto mayor es el desequilibrio, la utilización del transporte para el retorno de botellas es menor.

b) Proceso tradicional de comercialización y retorno de la botella.

Para explicar el proceso de retorno se debe entender cómo funciona de manera muy general el envasado y la distribución de la cerveza:

- Como primer input se tiene una demanda por el producto, esto se traduce en necesidades de producción para elaboración y envasado de la cerveza.
- Este requerimiento se traduce en necesidad de materias primas que son entregadas en la cervecería, incluyendo envase y empaque.
- Posteriormente viene el proceso de elaboración de la cerveza y envasado.
- El producto es entregado en los centros de distribución donde es almacenado y colocado para su venta al mercado.
- Una vez que se va al mercado viene el proceso inverso donde las rutas recolectan el envase del mercado (únicamente botella retornable).
- Una vez recolectado, el envase es seleccionado y clasificado para su envío a la planta.
- En las mismas unidades que es distribuido el producto el envase es devuelto y el ciclo comienza nuevamente.

Ciclo de la botella retornable:

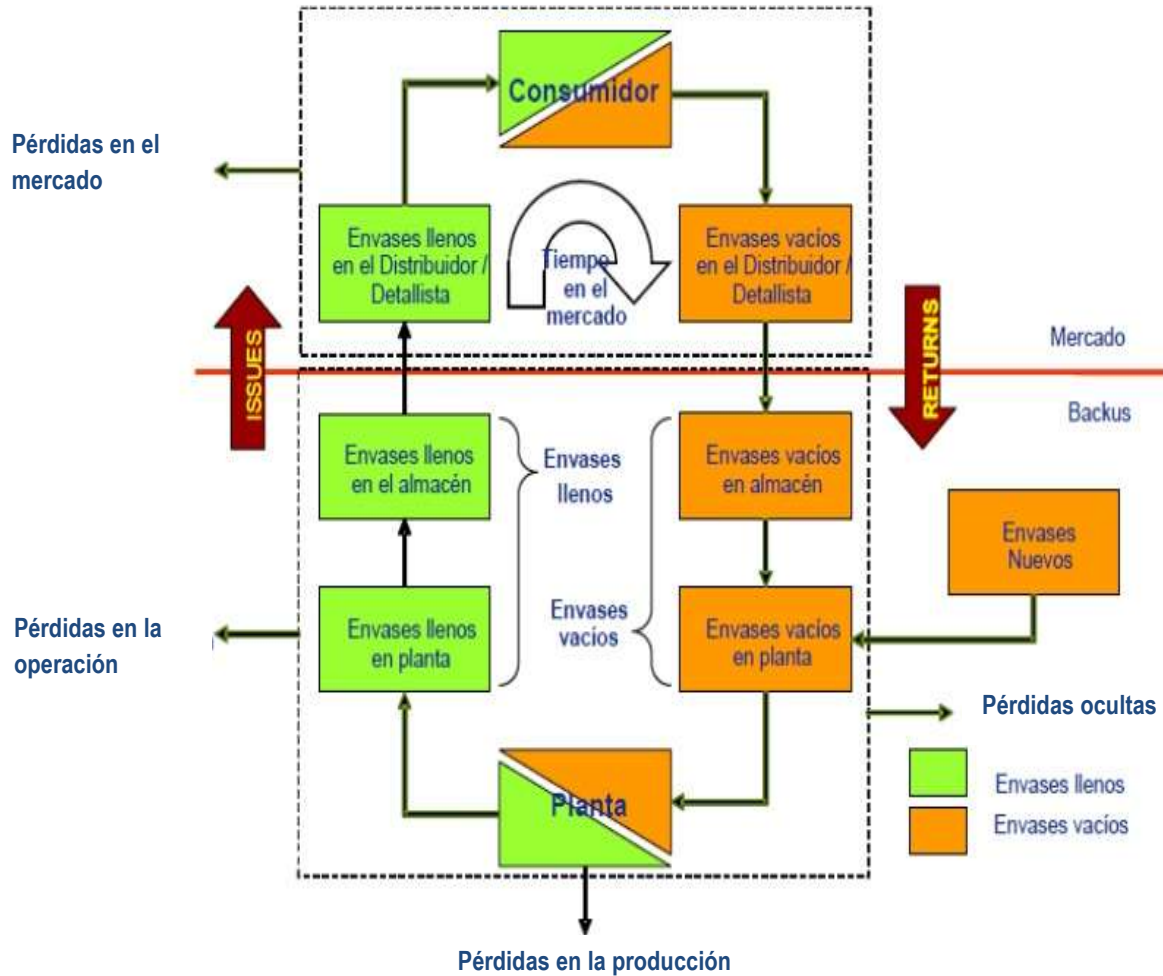


Figura 4. Ciclo de botella retornable. Fuente: SAB-Miller

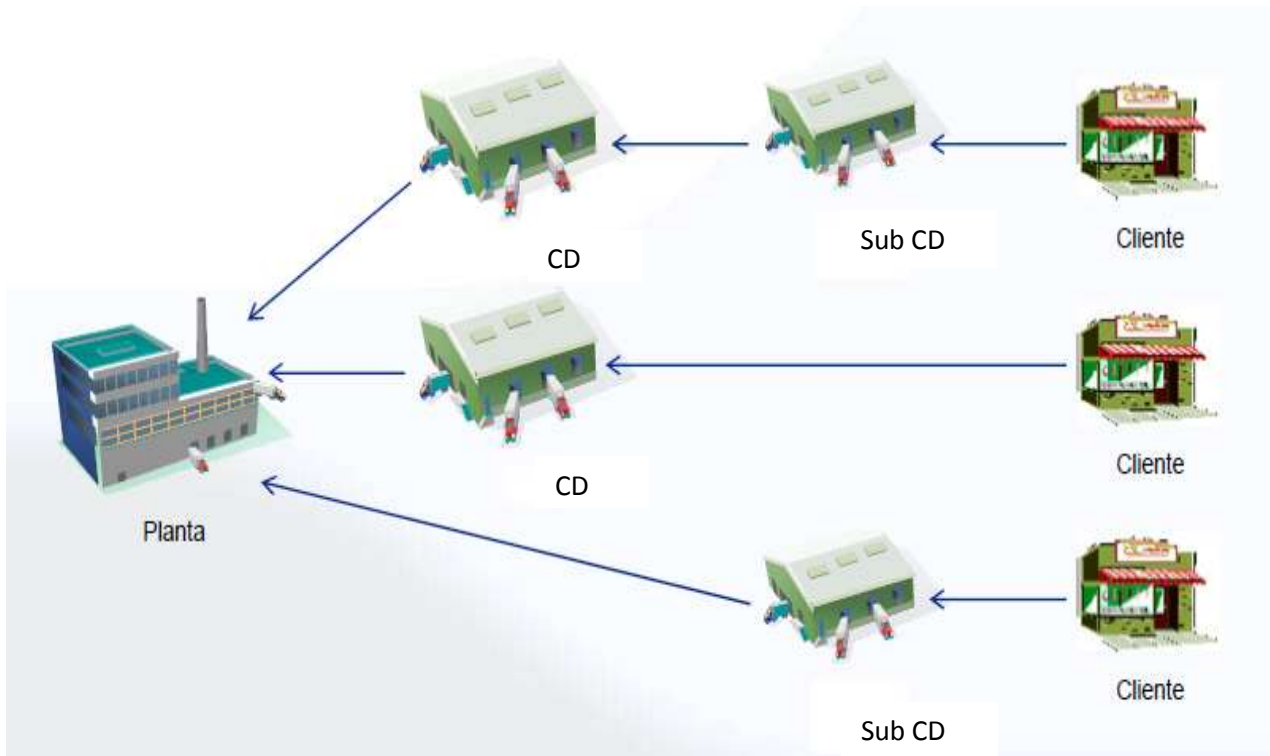


Figura 5. Modelo de retorno de envase. Fuente: Grupo Modelo

Por su naturaleza el retorno de la botella es un tema complicado debido a que no se conoce específicamente qué tipo de envase y volumen es el que el consumidor va a retornar del mercado y tampoco el tiempo que va a tardar en retornar.

En relación a la empresa, se manejan en el mercado nacional retornable 5 medidas de botellas (cupos), en 11 marcas y 2 colores lo que hace más complejo el retorno al tener botellas específicas para cada producto.

MARCA	CUPO	COLOR BOTELLA
A	210ml	Cristalino
A/B	210ml	Ámbar
C	210ml	Cristalino
D/E	210ml	Ámbar
A	355ml	Cristalino
D/E	355ml	Ámbar
B	355ml	Ámbar
F	355ml	Ámbar
H	355ml	Ámbar
A	355ml	Ámbar
C	355ml	Cristalino
I	355ml	Cristalino
J	710ml	Cristalino
A	Familiar	Ámbar
B	Familiar	Ámbar
D/E	Familiar	Ámbar
C	Megafamiliar	Cristalino
GENERICO	Megafamiliar	Ámbar
D/E	Megafamiliar	Ámbar
J	Premium	Cristalino
K	Premium	Ámbar

Tabla 4. Tipos de envase. Fuente: Propia

Este proceso (retorno de envase) se había venido realizando durante mucho tiempo sin ningún tipo de plan y sin una figura que le diera el seguimiento adecuado, lo que significaba que los centros de distribución retornaban generalmente cualquier tipo de botella aun cuando la planta no lo requiriera o en el mejor de los casos regresaban el mismo tipo de botella que recibían como producto terminado.

Esto ocasionaba que muchas veces la planta no contara con el envase requerido para la producción del plan o que produjeran lo que tenían, lo cual significaba que incumplieran los planes de producción.

c) Antecedentes de Logística Inversa en la empresa y estado actual.

A partir del 2009 se crea la gerencia de Logística Inversa encargada de revisar específicamente el retorno de botella de los centros de distribución hacia las cervecerías para alinear un plan de recuperación de botella acorde a los planes tácticos y operativos de producción.

Como primer objetivo se fijó alinear la recuperación al generar un plan de recuperación de botella en función a 3 elementos:

- Inventarios reales de botella los cuales eran reportados por los centros de distribución de forma diaria.
- Conforme al volumen de unidades que estarían distribuyendo el producto terminado en cada punto.
- A la demanda de envasado por parte de la cervecería lo cual se traduciría en SKU's específicos de envase los cuales tendrían que ser recolectados.

Sin embargo, los planes de retorno diario son un medio reactivo y operativo para lograr tener el envase en la planta, el problema principal es que actualmente no se cuenta con la suficiente visibilidad de botella que va a retornar y que ésta pueda ser el input para los modelos de planeación de la producción.

Actualmente los planes de retorno de envase son diarios y únicamente dan visibilidad del volumen de envase que estará siendo recuperado ese mismo día por lo tanto la visibilidad es prácticamente nula. Para el caso del modelo de producción se da una visibilidad de 2 semanas (*semana actual y actual +1*) mediante los promedios de entrada de envase a las cervecerías de las últimas 4 semanas, lo cual únicamente garantiza la producción de la siguiente semana, sin embargo el resto del horizonte de planeación se queda irrestricto para garantizar la elaboración de la cerveza pero puede dar cantidades irreales debido a la restricción de envase.

Estado actual de envase retornable

Mediante un diagrama SIPOC se identifican los elementos que tienen una fuerte influencia en la realización de los 4 modelos de planeación y ejecución para la recuperación. Se ubican las siguientes áreas:

- Compras
- Cadena de Suministro
- Producción (plantas)
- Finanzas
- Transporte
- Mercadotecnia
- Planeación estratégica
- Ventas

Departamentos involucrados en los procesos...

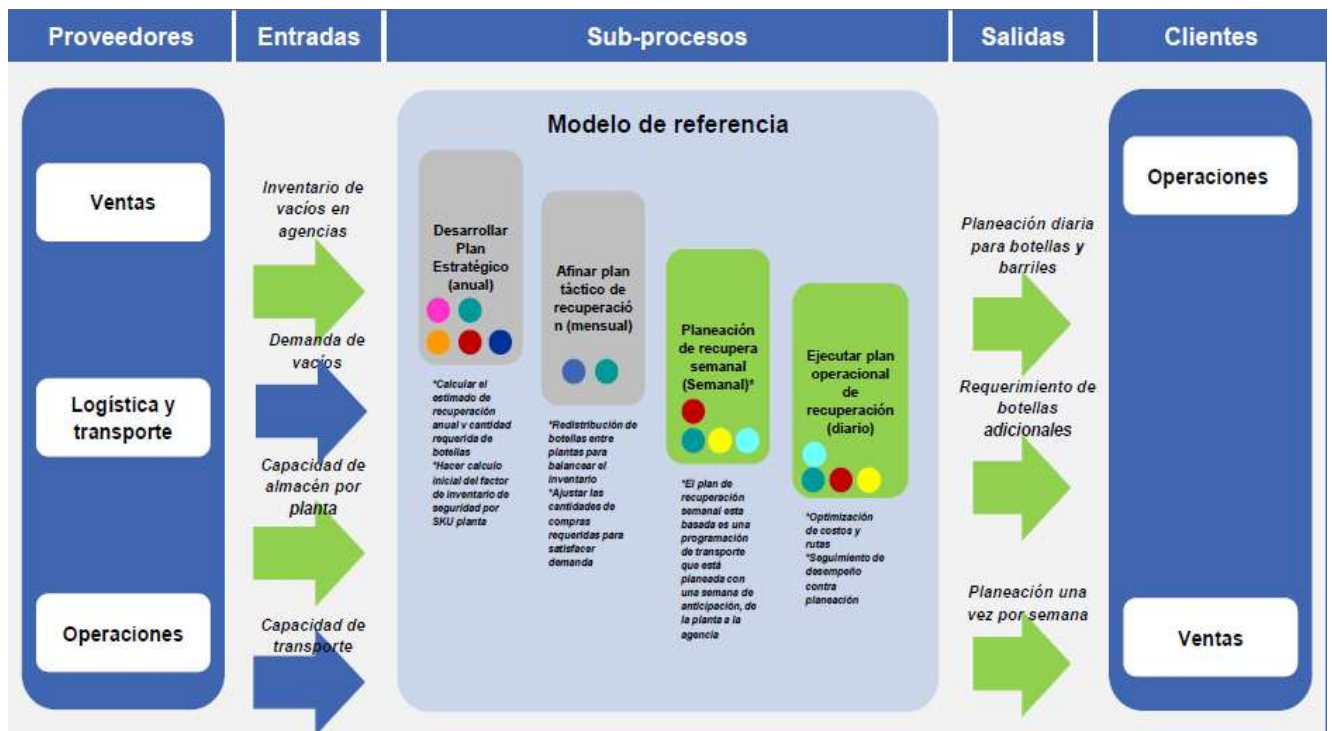
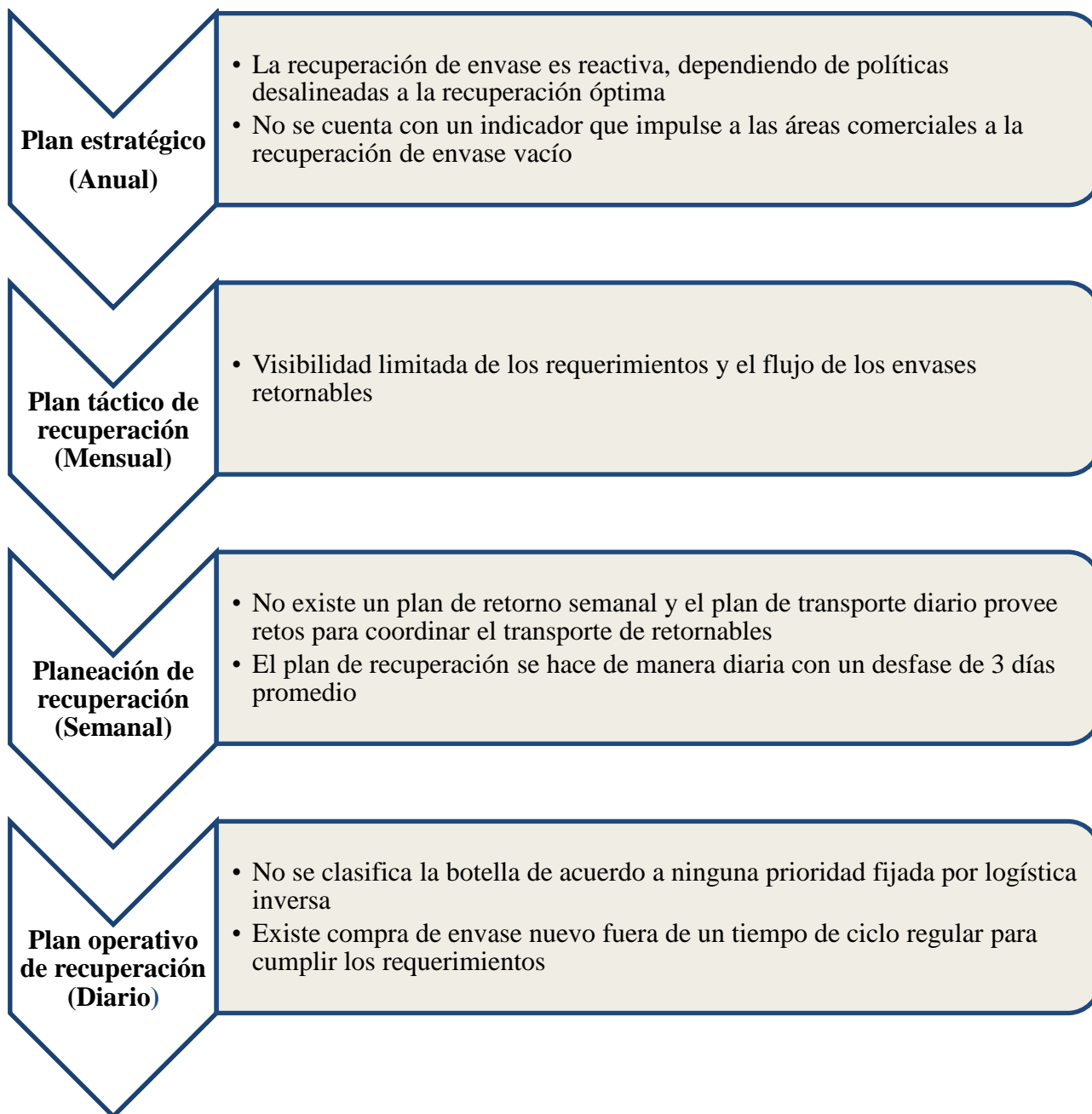


Figura 6. Modelo de referencia de planeación de retorno de envase. Fuente: Propia

Los 4 niveles de planeación y su estado actual.



d) Problemática y necesidades

El punto principal es brindar estabilidad a los modelos de planeación tanto el operativo como el táctico y utilizarlo del mismo modo para una planeación anual (estratégica).

Como segundo punto es dar visibilidad a la agencia (centro de distribución) y elaborar planes semanales de recuperación, a través de esta visibilidad a transporte se podrán eficientar los viajes y de esta manera no depender exclusivamente de los viajes de producto terminado sino de la necesidad del envase y anticipar posibles unidades adicionales ante temporadas de preconstrucción de inventarios de producto terminado, asimismo esta visibilidad permitirá a la agencia anticipar volúmenes de envase a seleccionar, dando prioridad al cambio de empaque dañado.

Como tercer punto es determinar el volumen adecuado de envase a tener en la red para cubrir la necesidad más alta de demanda en el año, para lograr esto se debe anticipar la proyección de inventarios en base a comportamientos históricos para determinar una compra anual, sin embargo el problema es comprar mucho envase de una presentación y poco de otra.

También se han determinado óptimos actuales con el objetivo de cubrir el pico de demanda, sin embargo, tal parece indicar que este óptimo está ocasionando problemas de almacenaje debido al alto volumen de envase que se tiene en meses de demanda valle.

Capítulo 3 Propuesta de soluciones

a) Propuesta de metodología para el retorno de botella.

Se puede definir la logística inversa, dentro de este enfoque y área de afectación, como el proceso de planeación, implementación y control de flujos inversos de materiales, inventario en proceso como envase revuelto, selección y limpieza desde los diferentes puntos en la cadena de valor como plantas y distribuidoras.

Se enfoca la logística inversa aplicada en el envase reutilizable para una industria cervecera, sin embargo, esta misma premisa puede ser aplicada a una industria embotelladora que utilice botellas de vidrio y que las someta a un proceso de selección y limpieza.

Se deben considerar las siguientes premisas:

Partir del escenario que la empresa ya cuenta con un sistema logístico, sea propio o por medio de un tercero, y con un retorno de materiales en las mismas unidades tratando de eficientar los costos de transporte.

La empresa debe identificar que sus plantas, así como sus centros de distribución, reporten y ubiquen el inventario de su envase correspondiente.

Esta metodología se enfoca en determinar factores que afectan el retorno efectivo de las botellas y cómo influyen en la variación del plan de producción.

La metodología se agrupa en 3 grandes rubros:

- b) Espacio**
- c) Proceso**
- d) Visibilidad**

Estos tres factores intentan reducir el efecto de las causas que afectan el retorno o manejo del envase reutilizable como son la desalineación del inventario, la falta del envase en la red, la capacidad de almacenaje y su utilización efectiva así como la incertidumbre ante el retorno de envase.

b) Espacio

Se debe definir el stock de acuerdo a una política de inventario, un ciclo de tiempo y una distribución de la producción mediante el siguiente paso de actividades.

1. Identificar capacidades actuales de almacenamiento
2. Obtener información histórica y proyectada de producción
3. Determinar la distribución que ajuste mejor a la producción
4. Determinar el nivel de servicio deseado
5. Identificar el inventario deseado

1. Identificar la capacidad de almacenamiento de envase en:
 - a. Superficie m²
 - b. Tarimas
 - c. Cartones

Para calcular la capacidad de almacenamiento de envase en planta se deben de utilizar los siguientes supuestos:

- a) Identificar la superficie de almacén de vacío en m², cartones por tarima y el histórico de volumen producido por cupo.
- b) Reducir 30% del espacio debido a los carriles
- c) Determinar los niveles a los que se estiban las tarimas
- d) Dividir el espacio entre el espacio que ocupe cada tarima en este caso 1.32m² por cada estiba (dependerá del tipo de tarimas que se ocupe para paletizar el envase)
- e) Multiplicar el número de grupos de estiba por los niveles estibados para obtener el número de tarimas a almacenar

- f) Obtener el promedio ponderado de cartones por tarima
$$\left(\frac{\sum(\text{cartones por tarima de cada cupo} * \text{volumen de cada cupo})}{\sum \text{Volumen total}} \right)$$

g) Multiplicar la capacidad en tarimas por el promedio de cartones por tarima
 El resultado es la capacidad promedio de cartones de envase vacío, la cual está sujeta a variación de acuerdo a cualquier cambio en el volumen desplazado de diferentes cupos.

2. Obtener información histórica y proyectada de producción.

- a. Obtener la información de producción histórica a nivel diario y la información proyectada de producción a nivel SKU
- b. Producción diaria mediante SAP o el sistema ERP que maneje la empresa
- c. La proyección mediante el presupuesto anual de producción del siguiente año.

3. Determinar la distribución que ajuste mejor a la producción.

- a. Analizar la distribución que mejor ajuste de acuerdo a la producción en el tiempo de ciclo (normal, gamma, triangular, etc.)
- b. La información será el tiempo de ciclo y el histograma de producción en tiempo de ciclo

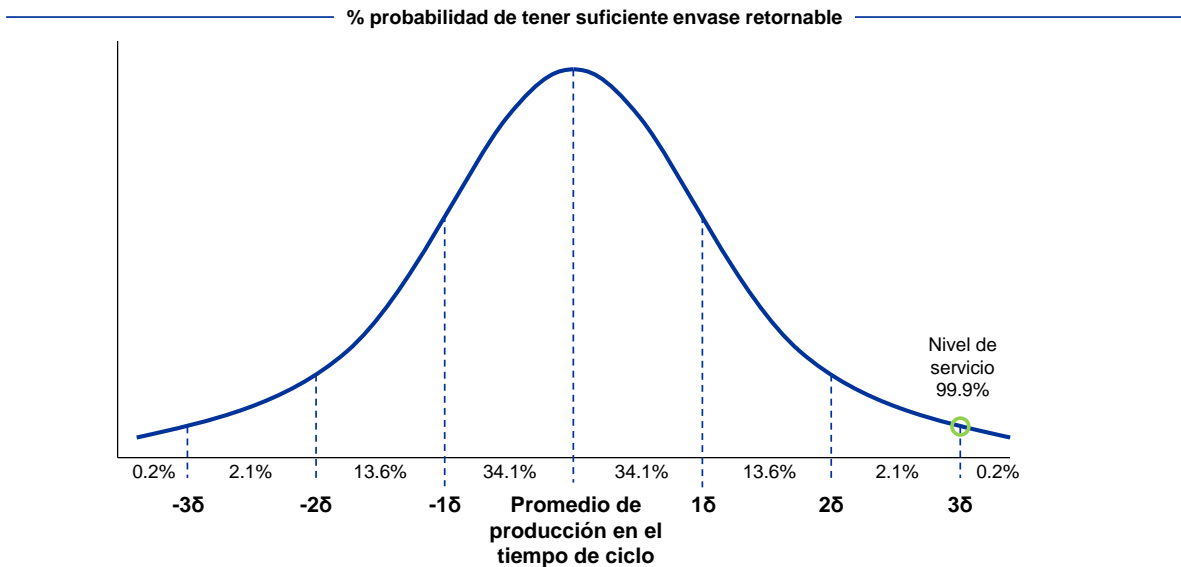


Gráfico 2. Curva de nivel de servicio para tener envase retornable. Fuente: Propia

Se debe identificar, la distribución que ajuste mejor al comportamiento de la producción, así como los diferentes niveles de servicio asociados a la distribución.

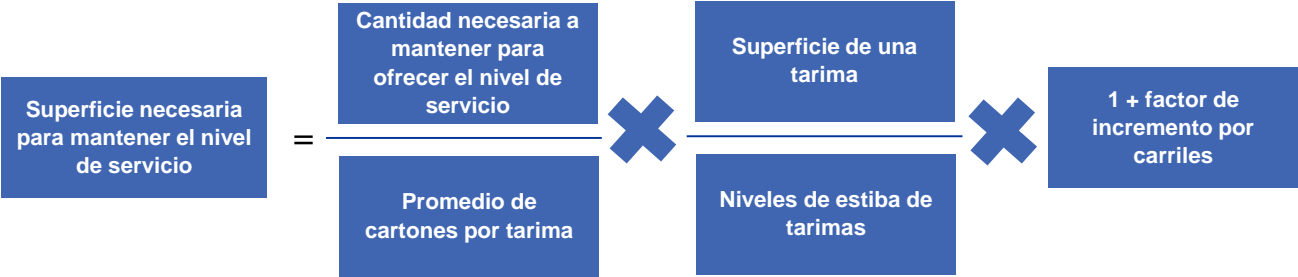
4. Determinar el nivel de servicio deseado
 - a. Definir el nivel de servicio de cobertura de envase de acuerdo a las políticas deseadas.
 - b. Política de inventario por producto terminado.

5. Identificar el inventario necesario
 - a. Encontrar el nivel de inventario deseado y obtener la diferencia entre el actual y el necesario para cubrir el nivel de servicio deseado
 - b. Utilizar la distribución de producción, la desviación y media de la producción y el nivel de servicio

Cálculo del nivel de inventario



Cálculo de la superficie necesaria



Fuente: Producción Semanal – Producción promedio máxima entre Producción 2011 y Plan de producción anual 2012. Desviación Estándar – proyección con base en Producción Diaria SAP

Actividades para maximizar el espacio en almacén

Se deben llevar a cabo actividades para maximizar la utilización de espacio y ser parte de un proceso recurrente.

- Identificar envases que correspondan a otras plantas. Determinar todo aquel envase que por producción la planta no produzca y que pertenece a otra.
- Mover los envases a las plantas correspondientes. Mediante logística inversa, programar y retornar las botellas a la cervecería que las vaya a envasar o al almacén que corresponda.
- Alinear el inventario a la producción. Mantener niveles de inventario de botella no reutilizable para el canal de autoservicios y de exportación de acuerdo al volumen de envasado y no exceder el inventario de estos cupos cuidando la cobertura de días inventario.
- Controlar las modificaciones al plan de retorno. A través del control de modificaciones al plan de retorno de botella se evita mantener inventario de lento movimiento y envase que no serán utilizados.

Almacenamiento en centros de distribución

El espacio de almacenamiento en los centros de distribución se necesita definir en el tipo de unidad de medida básica (botellas, cajas o tarimas), en este caso considerar cajas y para cada uno de los subalmacenes del centro de distribución.

Las capacidades de almacenamiento de botella deben ser dadas por el área de operaciones indicando:

- Área
- Altura
- Niveles de estiba
- Promedio de cajas por tarima de acuerdo a los cupos de envase que maneje

Deben compararse estas capacidades vs. el inventario histórico promedio de envase en buenas condiciones y envase no apto para encontrar inconsistencias.

Revisar y validar las inconsistencias encontradas entre las capacidades y el histórico de inventarios.

Validar con el área de operaciones las capacidades de almacenamiento.

De acuerdo a estas capacidades, se deberá monitorear los niveles de inventario en cada centro de distribución para determinar un excedente de envase que rebase su capacidad y ponga en riesgo la operación. Por lo tanto, se propone realizar planes de desahogo de envase a aquellos centros que rebasen su capacidad y este envase será llevado a la cervecería que utilice el envase o en su defecto a una bodega cercana, con la finalidad de resguardar el envase y no poner en riesgo la calidad de su empaque.

El beneficio de desahogar los centros de distribución se reflejará en mayor espacio para maniobras y la reducción de tiempo en carga y descarga de unidades.

c) Proceso

Se propone establecer un proceso de colocar el inventario de envase en la planta para asegurar el plan de producción. Este enfoque permitirá que la variación al plan de producción por motivos de botella reutilizable no ocurra.

La planeación de producción se establece de manera semanal, durante la semana 0, el plan de producción ya está congelado, razón por la cual se propone contar con el envase ya en piso para asegurar la producción. Durante esa semana se realiza el proceso de planeación de la siguiente semana (semana 1) y se comienza a recuperar el envase de la siguiente semana. La semana 2 proporciona visibilidad para los centros de distribución.

Ubicación del Inventario en el día 0

Semana	Semana 0 (actual)						Semana 1						Semana 2				
Día	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sab	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sab	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie
Inventario																	
Disponible	Planta																
Visible							CD										
Lista de prioridades													Prioridades				

Figura 7. Modelo de visibilidad y asignación de envase semanal. Fuente. Propia

*El inventario de botella para la semana congelada (semana 0) deberá estar en la planta para el inicio de semana, lo cual se traduce en 7 días de inventario en la cervecería.

*Hay una reposición diaria de inventario de acuerdo a la visibilidad del inventario en el centro de distribución y a los requerimientos del plan.

*El plan proyectado de necesidades se deberá traducir en un listado de prioridades para ordenar y clasificar en el CD.

*Las prioridades de retorno son para tener el inventario en el CD en la semana 1 y se retornará a la planta para la producción de la semana 2.

*Este proceso será revolvente y proporcionará mayor certidumbre a la producción.

Plan de producción (MPS – Master Production Schedule)

El plan de producción será el detonador esencial para el plan de retorno de botella, dado que es el que desencadena todo el proceso, siendo irrestricto y generando un listado de necesidades de acuerdo a la producción planeada o deseada.

El plan de retorno de botella se debe de hacer de acuerdo a la disponibilidad de envase en cada uno de los diferentes elementos de la red. Así como conocer los inventarios, capacidades y requerimientos tanto en plantas como en los centros de distribución, y estos últimos deberán fungir como buffers para soportar el inventario en caso de que la planta ya cuente con todo el volumen deseado.

El siguiente diagrama muestra la interacción del MPS con los requerimientos de botella tanto la reutilizable (retornable) como la botella nueva no reutilizable.

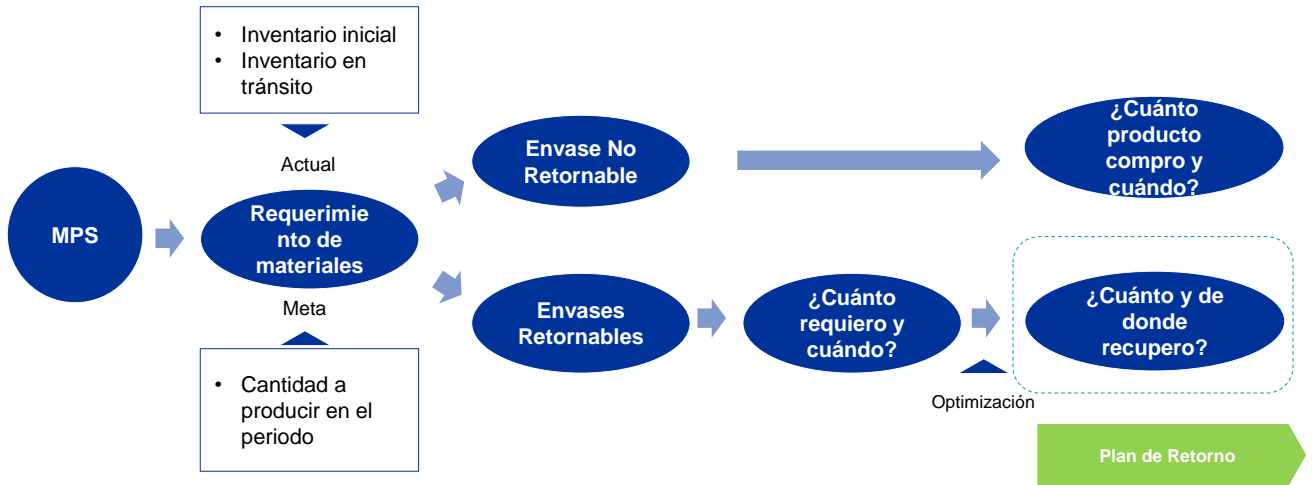


Figura 8. Interacción de Plan de producción con el retorno de envase. Fuente. Propia

Proceso de planeación de retorno de botella.

El siguiente cuadro ejemplifica el proceso de retorno de botella de forma diaria tratando de anticipar los requerimientos del MPS.

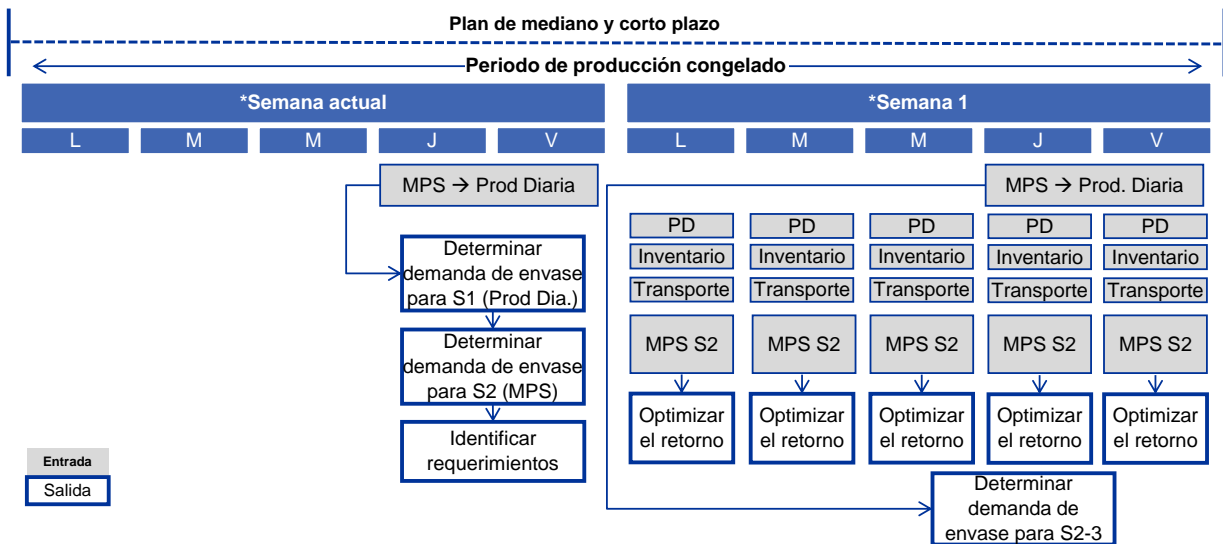


Figura 9. Diagrama de planeación de producción. Fuente: Propia

El enfoque de la planeación debe considerar que los viajes de producto terminado, ofrecen la mejor alternativa para retornar el envase pero éstos no deben limitar el retorno de la botella, sin embargo se determina que el plan de producto terminado será el plan maestro para transporte. El plan de retorno deberá estar alineado a la máxima utilización del transporte aprovechando los regresos de unidades que lleven el producto terminado.

Los viajes adicionales para retornar envase deberán ser excepcionales y generados automáticamente para el plan de transporte.

El área de logística inversa se deberá enfocar en reaprovisionar el envase con un horizonte de 5 a 8 días.

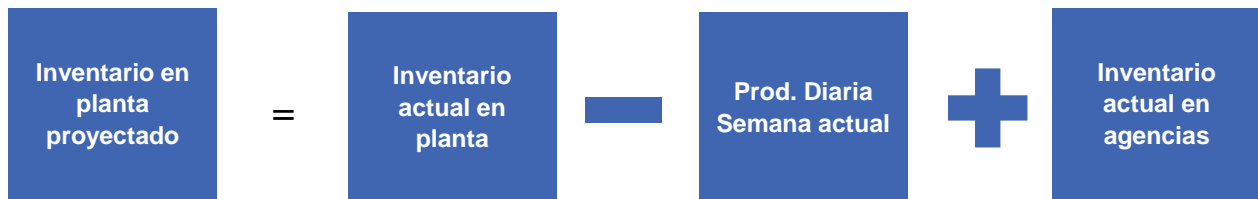
Consideraciones:

- Se debe de tomar en cuenta la complejidad de un modelo que considere el plan de transporte y el plan de retorno independientes, sin generar gran cantidad de viajes adicionales que repercutan en un costo mayor.
- Considerar el esfuerzo que involucra la implementación de una herramienta tecnológica que facilite una programación.
- Tener una estabilidad en las entradas del modelo.
- El menor costo para el retorno de envase es mediante el retorno de las unidades que llevan el producto terminado (circuitos logísticos – viajes en redondo).
- La falta de envase es una causa que genera apuros en el plan de retorno y es consecuencia para mayores gastos, ya sea en viajes adicionales o en un incremento en la compra de botella nueva.
- La compra de botella puede repercutir en un exceso de envase que provoca que las capacidades de almacenamiento sean rebasadas.

Ajuste de inventarios y restricción al plan de producción.

Ante la volatilidad del MPS, no era factible llevar a cabo revisiones previas a la semana de ejecución para establecer restricciones en las presentaciones donde se tiene una disponibilidad limitada produciendo MPS no factibles, así como tampoco permitía planear oportunamente la inyección de envase nuevo y los movimientos interplantas.

Se propone establecer restricciones al modelo de producción para proyectar un inventario inicial para la semana actual + 1, con el cual se pueda revisar la factibilidad del MPS así como generar para los SKUs críticos las restricciones al modelo de producción semanal.



Supuestos:

*Se proyecta una recuperación del 100% del inventario de envase apto y en buenas condiciones en centros de distribución.

*Cualquier envase que ingrese al sistema no se proyecta en el cálculo.

Prioridades de selección y clasificación de envase en Centros de Distribución.

Se propone crear una plantilla de prioridades que den visibilidad a los centros y subcentros de distribución del envase que la planta va a requerir en las siguientes 3 semanas. La plantilla toma en cuenta las diferentes variables que afectan la disponibilidad de la botella.

Objetivos.

- Proveer mayor visibilidad a las agencias sobre los requerimientos de las siguientes semanas.
- Impulsar la recuperación de esos materiales específicos.

Procedimiento:

- La plantilla será llenada por el área de logística inversa considerando la disponibilidad de envase, el MPS de la semana actual + 2 semanas y el tiempo de ciclo.
- Se compartirá con las coordinaciones de operaciones de los CD's de forma semanal el listado de prioridades de recuperación y clasificación.

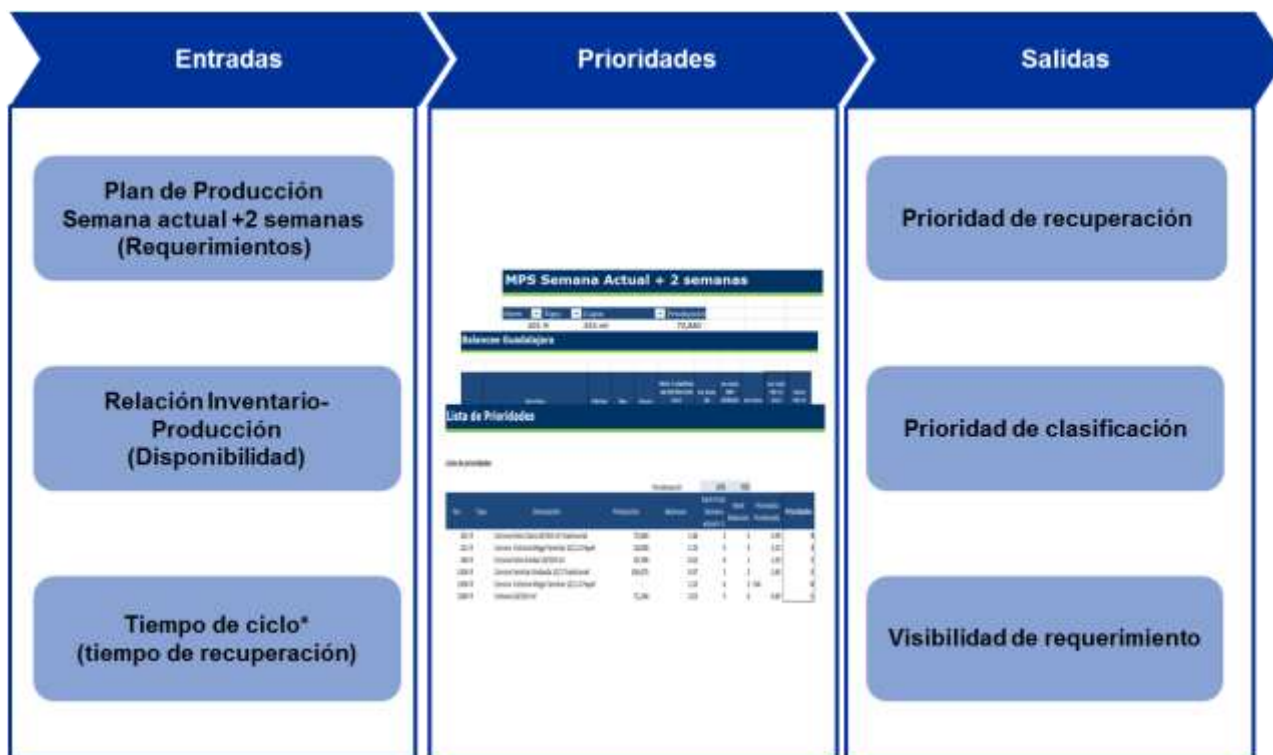


Figura 10. Plantilla de prioridades de envase. Fuente: Propia

Expectativas:

- La ruta retorne del mercado con base en una lista de prioridades las cuales serán los futuros requerimientos.
- Operaciones pueda llevar a cabo una selección con base en el orden que marca la lista de prioridades.
- Se tenga envase apto y en buenas condiciones en el menor tiempo para abastecer a planta.

d) Visibilidad

Uno de los componentes clave es brindar una visibilidad certera a los modelos de planeación para determinar el volumen de botella que estará entrando del mercado y que estará disponible para el envasado.

En primer lugar se debe de determinar el tiempo de ciclo de los envase reutilizables y la rotación de inventarios que en base al periodo de medición, se podrá convertir la rotación de inventarios a tiempo de ciclo de envase retornable.

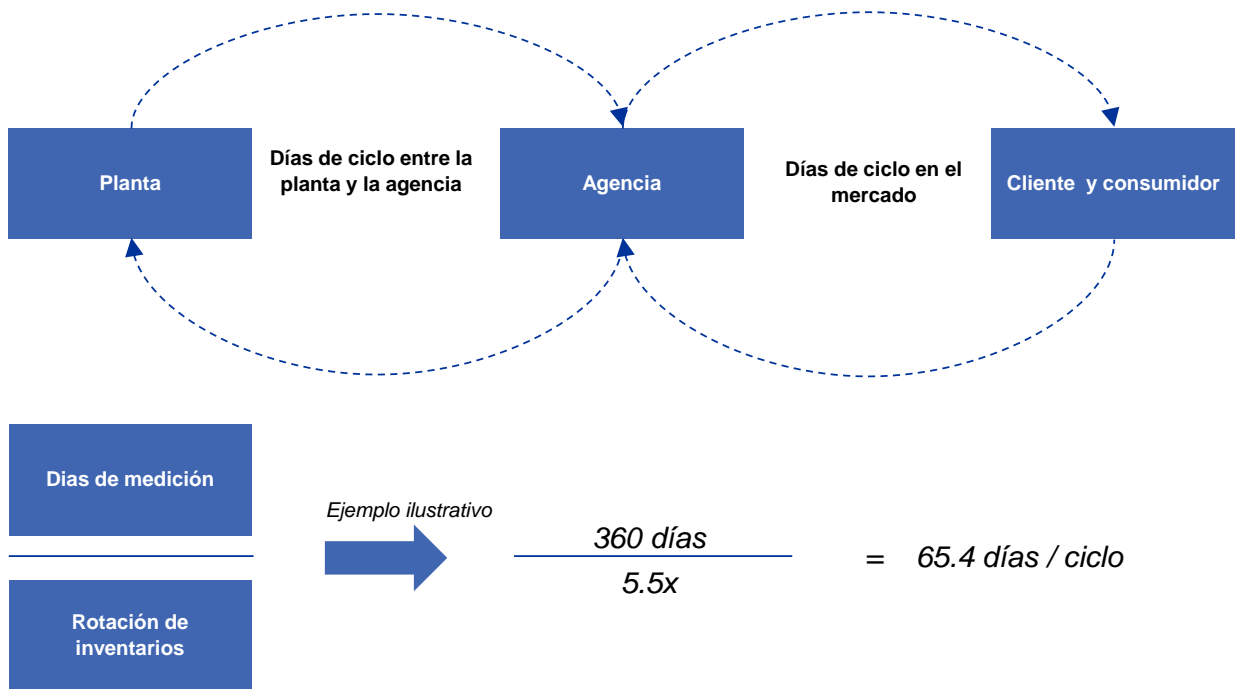


Figura 11. Tiempo de ciclo Fuente: Deloitte

Rotación de inventarios.

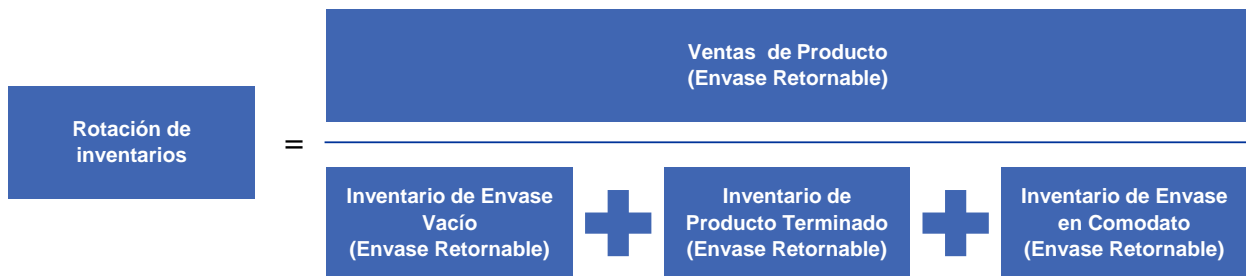


Figura 12. Rotación de Inventarios Fuente: Deloitte

En el caso del envase en comodato (envase prestado al cliente), tendrá que ser determinado en función de cómo lo maneje cada cervecería, ya sea a nivel SKU o a un nivel más agregado, en este caso deberá ser prorrateado por las ventas históricas para llevarlo a nivel SKU dado que la empresa maneja el comodato a un nivel agregado de 2 cupos (Premium y no Premium). Este ajuste se hará para aproximar el nivel de inventario en el mercado que existe a nivel SKU.

Propuesta de pronóstico

Se propone, mediante el análisis de datos, obtener un pronóstico de retorno en función de las ventas. La primera parte es obtener los datos y relacionarlos:

- Obtener la base de ventas por SKU, día y centro de distribución.
- A través de la lista de materiales relacionar cada SKU con su envase correspondiente.
- Se obtiene la entrada de envase del mercado por día y agencia.
- Se construye una base de datos para relacionar cada producto terminado con su respectivo envase.

Una vez con los datos enlazados (producto terminado-envase) se propone realizar un **análisis de regresión y correlación**.

Se analiza que tanto la recuperación está en función de las ventas mediante la acumulación de datos diarios y se agrupan de manera semanal.

- Ventas (x)
- Entradas de envase (y)

Con estos datos se comienza a revisar y verificar la mejor correlación desfasando los datos por semana para que cuanto más se acerque **r a 1**, el grado de relación entre **X** y **Y** será más fuerte. Una vez con la mejor correlación de datos se determina si los datos de recuperación estarían en función de ventas.

Si es así se comenzaría a revisar el forecast de ventas para evaluar un posible pronóstico de recuperación, considerando el error al pronóstico y también la desviación de los datos.

Envase A	Ubicación 1	
SEMANA	VENTAS	RECUPERACION
32	158,029	140,517
33	172,082	172,355
34	169,398	160,595
35	162,285	148,657
36	155,301	165,926
37	144,498	147,745
38	174,276	150,579
39	172,353	156,211
40	163,640	153,340
41	167,258	150,141
42	140,952	145,218
43	160,142	145,140
44	163,749	159,295
45	169,245	153,060
46	158,377	161,321
47	158,984	137,090
48	161,613	170,682
49	146,958	144,769

Tabla 5. Muestra de ventas vs Recuperación. Fuente: Propia

Correlación positiva fuerte

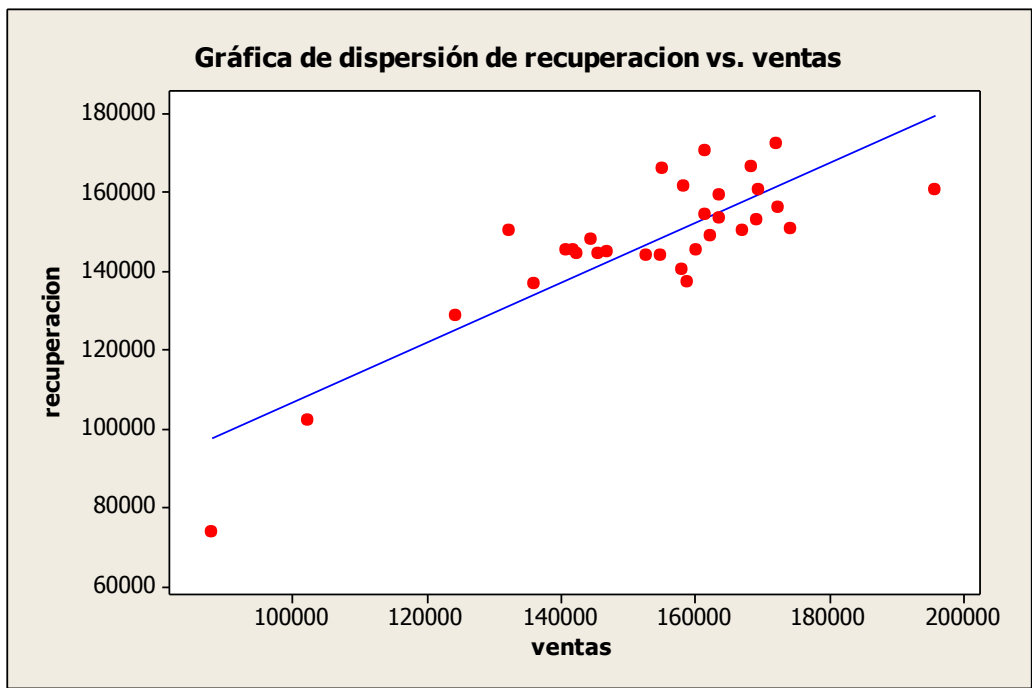


Gráfico 3. Gráfica de Dispersión de recuperación vs. ventas. Fuente: Minitab

Análisis de regresión: recuperación vs. ventas

La ecuación de regresión es

$$\text{Recuperación} = 30158 + 0.763 \text{ ventas}$$

Predictor	Coef	Coef. de EE	T	P
Constante	30158	13892	2.17	0.038
Ventas	0.76299	0.08991	8.49	0.000

$$S = 10422.6 \quad \underline{\mathbf{R\text{-}cuad. = 71.3\%}} \quad R\text{-}cuad.\text{(ajustado)} = 70.3\%$$

Análisis de varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	7822399511	7822399511	72.01	0.000
Error residual	29	3150268559	108629950		
Total	30	10972668070			

Observaciones poco comunes

Obs.	ventas	recuperación	Ajuste	Residuo	SE Residuo	estándar
29	102356	101828	108254	4931	-6426	-0.70 X
31	88149	73578	97414	6132	-23836	-2.83RX

R denota una observación con un residuo estandarizado grande.

X denota una observación cuyo valor X le concede gran influencia.

- Coeficiente de correlación es un valor acotado entre -1 y +1.
- Si $r=+1$, existe una correlación lineal positiva perfecta, y si $r=-1$, es negativa
- A nivel muestral, es difícil encontrar un valor de $r = 0$ aun cuando las variables sean independientes, de modo que se podría pensar que cuanto más se acerque **r a 1**, el grado de relación entre **X** y **Y** será más fuerte.

Por lo tanto, se puede comentar en este caso que hay una influencia positiva entre ventas y la recuperación y con una r^2 de más de .70

Hallazgos:

- **El comportamiento del retorno está en función de la venta.**
- **Se puede notar un desfase entre las ventas y la recuperación de envase dando oportunidad de tener un pronóstico.**
- **Este cálculo servirá de línea base para dar seguimiento al comportamiento de recuperación del mercado.**

Ejemplos.

Tomando la relación de ventas vs recuperación sin desfase

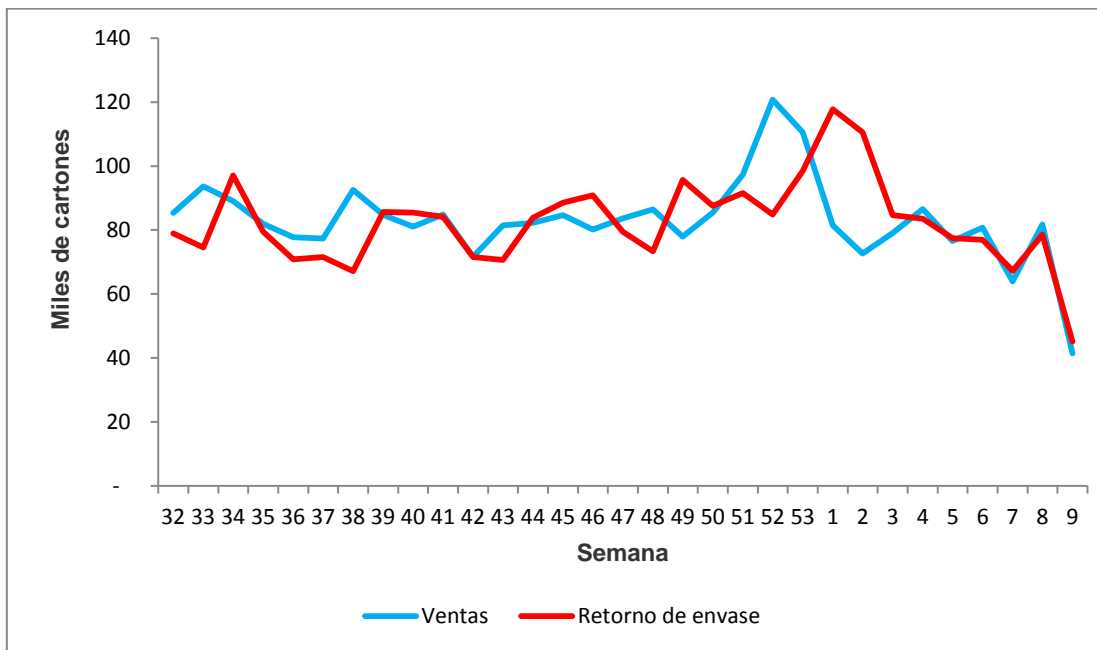


Gráfico 4. Gráfica de Relación de ventas vs. retorno de envase. Fuente Propia

Desfasando 1 semana el Forecast de ventas se observa una relación más directa junto con el comportamiento de retorno de envase.

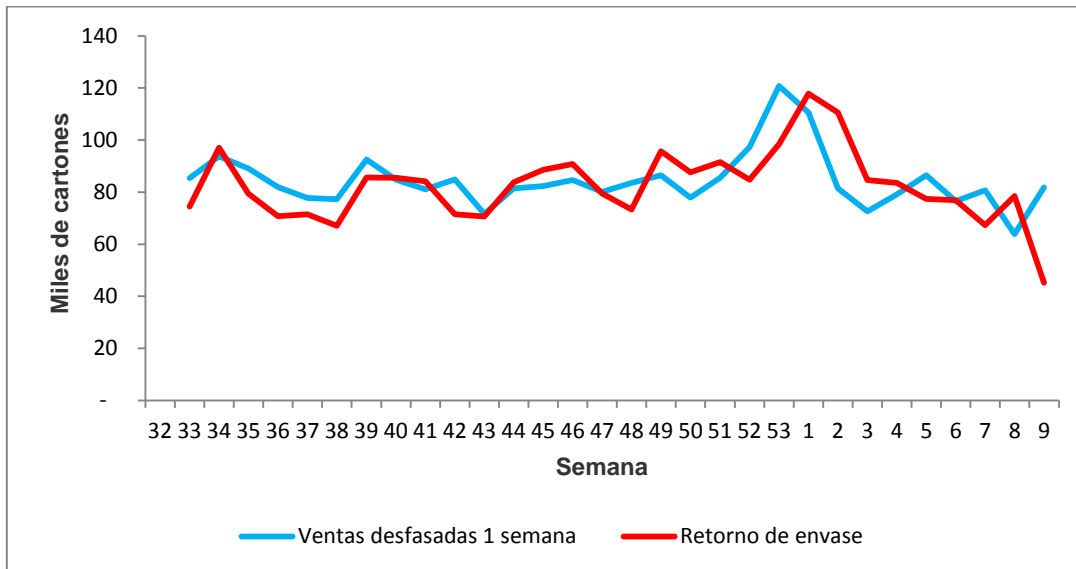


Gráfico 5. Gráfica de Relación de ventas vs. retorno de envase desfasada Fuente. Propia

Beneficios del pronóstico de recuperación y limitaciones

Aplicación	Utilización	Limitaciones
Límite en el plan de producción	Se utiliza para proyectar la disponibilidad de envase, lo cual reduce variabilidad y genera planes factibles semanas antes	Aparte del error en el pronóstico de recuperación se tiene que considerar el error en el pronóstico de ventas
Balaneo de inventario	Se compara la producción de las siguientes semanas contra la disponibilidad de envase, para buscar traspasar inventario o inyectar envase	El plan de producción ya incluye una cierta restricción al envase por lo cual esto reduciría la visibilidad para el balanceo
Proyección en la utilización en las agencias	Se puede proyectar una existencia de envase vacío en las principales agencias	El error al pronóstico al desagregarse es mayor por lo que puede haber grandes desviaciones
Compra de envases	Conociendo el tiempo en el mercado se puede estimar una cobertura necesaria de envases en la red	Existen picos de demanda para los que se necesita tener inventario, por lo que aún puede existir inventario de lento movimiento

Tabla 6. Beneficios del pronóstico de recuperación y limitaciones Fuente: Propia

Proceso de recuperación de acuerdo al pronóstico

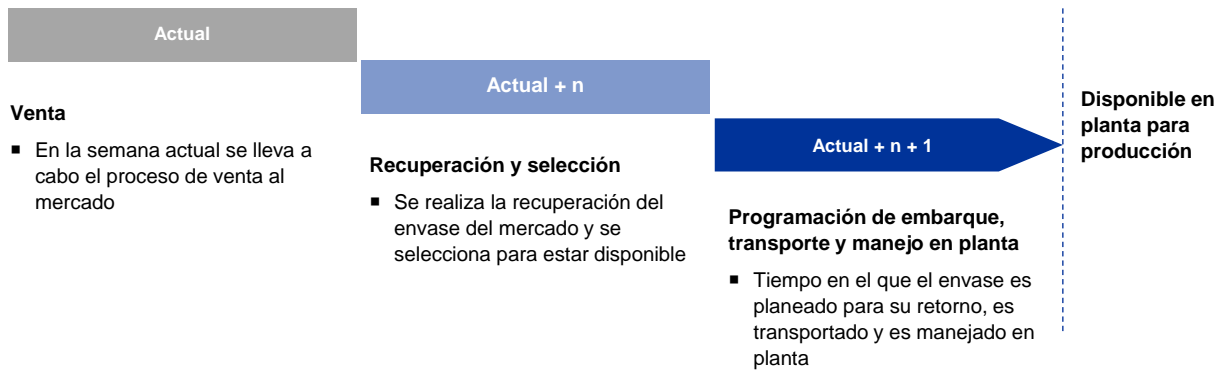


Figura 13. Proceso de recuperación con pronóstico

Con este desfase, los envases que son vendidos en la semana actual, estarán disponibles para producción el primer día de la semana actual + 3, asegurando una semana de cobertura (rolling 7 días).

Los tiempos de desfase pueden tener algunas diferencias, sin embargo cubre con el promedio de tiempo.

Proyección y restricción en MPS

	Semana actual	Semana actual +1	Semana actual +2	Semana actual +3	Semana actual +4
Demanda					
Inv. Inicial					
Abasto Planeado		Inventario en CD lunes semana actual	Demanda red de retorno semana actual $-(n+1) \times$ factor de error	Demanda red de retorno semana actual + 1 $-(n+1) \times$ factor de error	Demanda red de retorno semana actual + 2 $-(n+1) \times$ factor de error
Inv. Final					



Factor de Error = $(1 + \text{error del pronóstico de la demanda}) \times (1 + \text{error de pronóstico de recuperación})$

Figura 14. Proyección y restricción en MPS Fuente: Propia

Periodo congelado.

- Se considera el inventario real en CD como abasto planeado para la semana actual + 1, buscando la cobertura de la semana de producción.
- Se utiliza el número real para evitar impacto en la adherencia al plan de envasado.

Periodo Semi-líquido.

- Se pronostica la recuperación de envase del mercado y se agrega un factor de error para buscar tener un tope en el MPS, sin embargo no se contempla como una restricción.

Reglas de operación:

Proceso	Reglas de Negocio
<p>Reglas de Operación en la Planta / Transportista</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El espacio en el almacén para envase debe ser el declarado en SAP, la planta debe asignar espacio en los almacenes para mantener los inventarios planeados de botella vacía de acuerdo a las políticas aprobadas • La planta solamente podrá almacenar hasta un máximo definido de envases que no son utilizadas por la planta • La planta no deberá realizar modificaciones al plan de retorno
<p>Reglas de Operación en el centro de Distribución</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los centros de distribución se deben apegar al plan y prioridades de logística inversa • En caso que se excedan los niveles máximos definidos de inventario de envase, logística inversa llevará a cabo un plan de desahogo
<p>Reglas de Operación en el Corporativo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Logística inversa realizará un plan de desahogo para los centros de distribución que sobrepasen el nivel máximo de inventario determinado

Tabla 7. Reglas de operación Fuente: Propia

Capítulo 4 Prueba piloto y resultados obtenidos

El alcance de la prueba piloto fue 1 cervecería y 3 centros de distribución, cada centro de distribución contenía subcentros para un total de 47 puntos de venta. Mediante el piloto ejecutado durante el primer semestre del 2012 se obtuvieron resultados muy buenos con relación a la integración de la cadena de valor y se pudo alinear la demanda con la producción y con el abastecimiento de envase tanto nuevo como retornable y se logró una estabilidad en la planeación integral de la producción.

La integración de la cadena de valor consistió en atacar los puntos principales que están interviniendo en la demanda, producción y abastecimiento de la cerveza y el correcto suministro de materias primas en tiempo y forma que en este caso particular es el envase reutilizable.

Se afinó el pronóstico de ventas desagregando la demanda mensual en una demanda semanal para conocer la estacionalidad de las ventas y trabajar en una distribución más acorde a la realidad, determinando nivel de servicio, niveles de días inventario y trabajando en conjunto con transporte para optimizar los tiempos de ejecución. Se laboró para identificar los factores de desviación a los planes de producción como lo fue la información en los modelos de producción y uno de los más importantes la recuperación de envase.

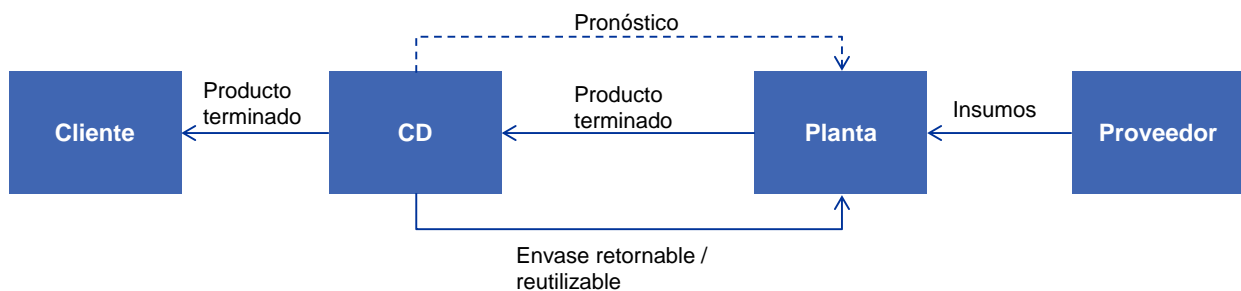


Figura 15. Ciclo de operación de envase retornable. Fuente: Propia

La metodología propuesta incluyó la alineación de la demanda de ventas (pronóstico) ya que de esta última depende tanto la producción como el volumen de envase que debe existir en la red, la producción en cervecerías (sin modificaciones) y la visibilidad que se pudiera dar para la recuperación de envase y cumplir el pronóstico de ventas.

Alineación de demanda de producto terminado para construir el pronóstico de retornables

El principal cambio fue la desagregación mensual del pronóstico que se trabajó de forma semanal, integrando una inteligencia de ventas y mercadotecnia para lograr un pronóstico consensuado y continuo con un horizonte de 13 semanas. De esta manera, para construir un pronóstico de recuperación, la información semanal brindaba un comportamiento más útil para usarlo como input en el modelo de planeación de la producción semanal.

Se obtuvieron los siguientes logros:

- Se realizó el cambio de desagregación mensual en partes iguales y se hizo una inteligencia de manera semanal logrando ajustar el pronóstico con una mayor adherencia.
- Se implementó el proceso de inteligencia de venta semanal con participación activa del área de ventas y mercadotecnia en reuniones de S&OP.
- La participación de mercadotecnia permitió tener visibilidad de nuevos productos y promociones nacionales en un horizonte de mediano plazo.
- Se definieron los niveles aceptables de cambios al pronóstico.
- Se implementó un proceso de autorización para cambios grandes (sobre límites establecidos) en el pronóstico.
- Se logró una mejora en el análisis de causa raíz para los datos con alto error de pronóstico.

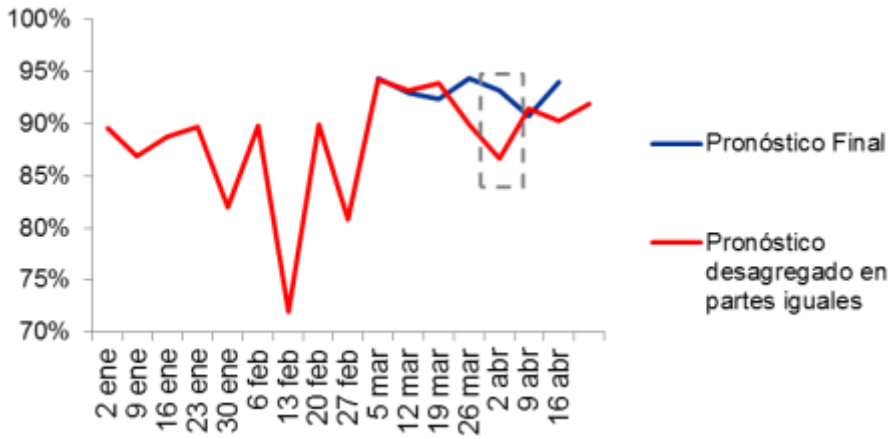


Gráfico 6 .Gráfica de alineación de demanda. Fuente Propia

Nota: Promedio ponderado por marca-cupo

Para el caso del piloto se trabajó en conjunto con una planta y 3 centros de distribución con sus respectivos puntos de distribución más pequeños y se logró mejorar la precisión del pronóstico mensual en los 3 centros.

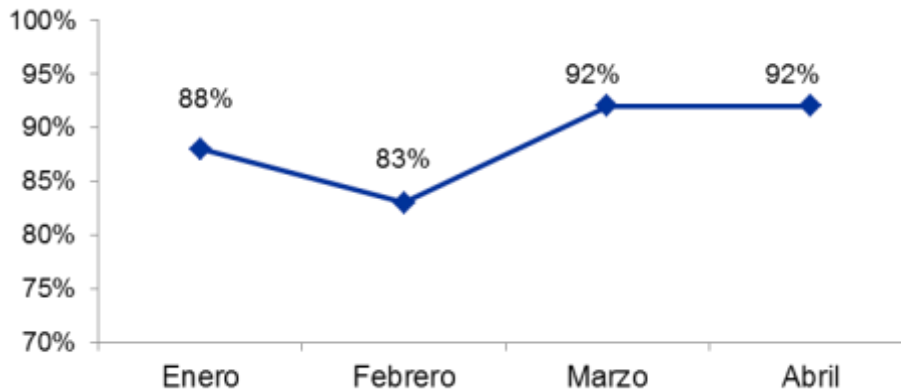


Gráfico 7. Gráfica de precisión de pronóstico Fuente. Propia

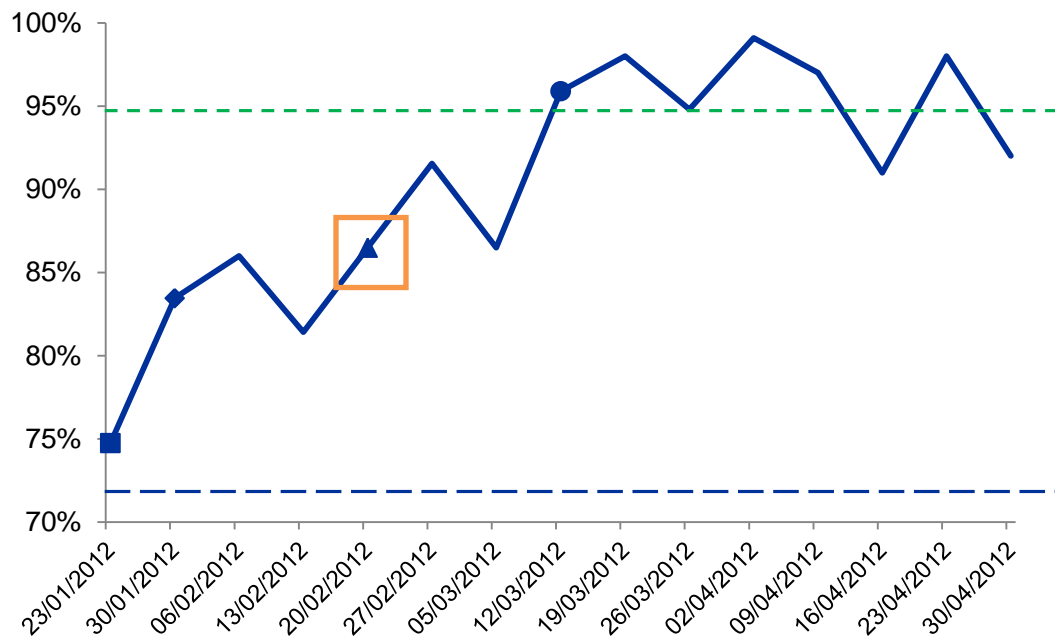
Fuente: Plantillas de inteligencia de ventas semanales– Reporte SAP – Macrocubo de Ventas

- La precisión semanal antes del piloto se encontraba en una rango de 72%-94%, durante el piloto se mantuvo arriba del 90%.
- El apoyo de las Direcciones de Ventas es crítico para el éxito del proceso.
- Respetar las semanas congeladas permitió dar estabilidad en la Cadena de Suministro.

Planeación de la producción

Se tuvo como objetivo alinear los horizontes de planeación y se implementó un horizonte congelado de dos semanas, se revisó el proceso de MRP para que se incluyera un plan a 13 semanas.

Se mejoró la adherencia al plan logrando más del 90% de adherencia.



Hito	Fecha
Se arranca la medición de la adherencia	23/01/2012
Se ejecuta el plan congelado	30/01/2012
Bajan los motivos de no-adherencia por envase retornable	20/02/2012
Se ejecuta el plan de producción de la semana actual + 1	12/03/2012

Gráfico 8. Gráfica de apego al plan de producción. Fuente: Propia

Logros y resultados:

- Se logró una mejora en la adherencia al plan de envasado, del 69% al 93% promedio.
- Se eliminó el “plan ajustado”.
- Se mejoró la adherencia del plan de producción en el periodo congelado.

- Se implementó un foro semanal entre la planta y planeación central para realizar el análisis causa – raíz de no adherencia.
- Se creó un check list para garantizar las actividades de análisis y revisión de la información dinámica y estática del plan.
- Se logró que se diera visibilidad de los calendarios de producción de las plantas a 13 semanas.
- Se calculó el tamaño de lote óptimo de envasado para los productos terminados (cerveza) producidos en la planta piloto.

Las conclusiones fueron:

- La integridad de la información estática y dinámica es crítica para la estabilidad del plan maestro de producción.
- La disponibilidad de envase en las plantas es un factor crítico para la factibilidad del plan de producción.
- El programa de producción diario de la planta debe estar alineado con el plan maestro de producción.
- Los cambios en la red de distribución en el sistema tienen gran impacto en la estabilidad del plan.
- El tamaño de lote óptimo debe ser utilizado en el programa diario de producción para alcanzar los beneficios.

Logística Inversa – Aplicación de la metodología

Los resultados fueron el desarrollo e implementación del proceso para asegurar el suministro de envases reutilizables a la cervecería.

Durante la prueba piloto al aplicar la metodología se plantearon los siguientes objetivos:

- Administrar retornables mediante la redistribución del inventario cerca de las plantas con base en la variabilidad de la demanda y la oferta (nacional).
- Optimizar la capacidad de las plantas para retornables para apoyar el plan de producción.
- Optimizar inventario de retornables a nivel planta.
- Documentar los cambios en las políticas para asegurar que los retornables estén fluyendo a través de la red.
- Documentar comunicación / retroalimentación del proceso de retornables entre la planta y el centro de distribución.
- Optimizar plan para el flujo de envase retornable en la planta piloto.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

- Se logró mantener un inventario de 7 días de cobertura en planta, lo cual permitió eliminar las desviaciones al plan de producción por falta de envase.
- Se logró la alineación entre el espacio de almacén y el inventario de envase.
- Se creó el proceso de desahogo de agencias.
- Se logró reubicar envase a sus plantas correspondientes.
- Se generó un pronóstico de recuperación de envase con precisión de 90% contra ventas reales.
- Se creó una plantilla de prioridades de envío de envases con visibilidad a 2 semanas a las agencias.

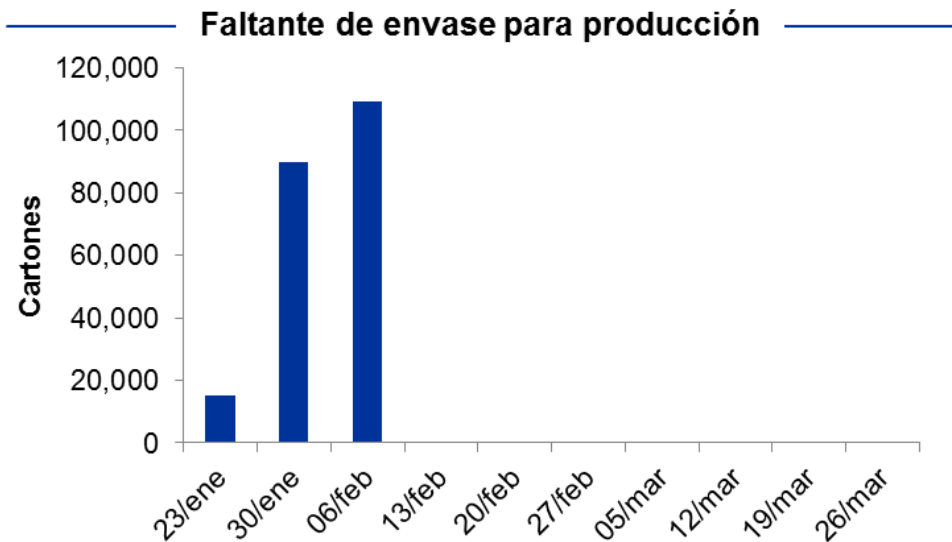


Gráfico 9. Gráfica de faltante de envase en cervecería Fuente. Propia

A partir de la semana del 20 de febrero se eliminó la falta de envase para la producción, mediante el retiro de envase no productivo en la planta, el mandar el envase adecuado a la cervecería y empezar el roll out de inventario logrando tener el envase necesario para la producción una semana antes.

Se obtuvo un pronóstico aplicable para la planta piloto y los 3 centros de distribución que estaban interactuando, se determinaron las presentaciones que podían realizarse y se lograron valores muy consistentes.



Gráfico 10. Gráfica de ventas vs. recuperación en producto A Fuente: Pronóstico de ventas 09/04/2012 – 25/06/2012 vs. Retorno de envase en CD - CD Piloto SAP.

Conclusiones

Se propuso una metodología que consideró los aspectos más importantes que afectaban la recuperación de envase, esta metodología fue probada en un piloto realizado la cual permitió brindar resultados tanto en la adherencia a los planes de envasado, como a la estabilidad operativa en los centros de distribución.

Se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Se logró una mejora del 30 % al 72% en la adherencia al plan de retornables de acuerdo a la métrica propuesta bajo el enfoque SCOR.
- Se requiere mayor espacio para almacenar retornables en planta para extender el horizonte de planeación.
- La variabilidad del plan de producción en la semana 2 afecta la posibilidad de mantener inventario de envase para los siguientes 7 días de producción.
- El mayor componente del ciclo de retorno es el tiempo de almacenamiento de producto terminado.
- La restricción de envase en el plan de producción se puede incluir siempre y cuando se genere el pronóstico de forma semanal para todos los centros de distribución.
- Se logró mantener un inventario de 7 días de cobertura en planta, lo cual permitió eliminar las desviaciones al plan de producción por falta de envase.
- Se logró la alineación entre el espacio de almacén y el inventario de envase.
- Se creó el proceso de desahogo de agencias.
- Se logró reubicar envase a sus plantas correspondientes.
- Se generó un pronóstico de recuperación de envase con precisión de 90% contra ventas reales.
- Se creó una plantilla de prioridades de envío de envases con visibilidad a 2 semanas a las agencias.

Métricas impactadas y beneficios

Las métricas permitieron medir beneficios financieros y lograr alineamiento organizacional.

- Métricas impactadas:
 - Tiempo de circulación de material retornable.

- Otros beneficios:
 - Capacidad suficiente de retornables en las plantas para reducir la variabilidad de la adherencia al mismo.

 - Mejoras en el proceso de colaboración entre la planta y la agencia en torno al movimiento de retornables a través de la red, soportando el plan de producción.

Recomendaciones

- Alinearse a los procesos de gobierno establecidos para darle cumplimiento a los cambios de procesos y políticas de retornables en plantas y agencias.
- Disponibilidad e integridad de los datos requeridos (plan de producción, producción diaria de SAP, capacidad de retornables en cada planta).
- Identificación y apoyo de todos los recursos impactados por los cambios en el proceso.
- Apoyo de la empresa a través de un agente de cambio que posea todas las actividades de comunicación y capacitación para la organización.
- Aceptación por parte de los principales actores interesados y adopción de nuevos comportamientos requeridos para soportar cambios.
- Alineación entre planeación integrada del negocio, de la demanda, de suministros y de inventarios.
- Aplicación de expansión de prueba y hacer un roll out por cervecerías y que incluya los centros de distribución primarios.

Bibliografía

1. Díaz Adenso, Alvarez María José, González Pilar. Logística Inversa y Medio Ambiente. España, McGraw Hill, 2004.
2. Ballou Ronald H. Logística. Administración de la cadena de suministro. México, Pearson Educación, 2004.
3. Dekker Rommert, Fleischmann Moritz, Inderfurth Karl, Van Wassenhove Luk N. Reverse Logistics Quantitative Models for Closed-Loop Supply Chains. Alemania, Springer, 2004.
4. Rubio Lacoba Sergio. Tesis Doctoral El sistema de logística inversa en la empresa: análisis y aplicaciones. España, Universidad de Extremadura, 2003.
5. Garcia Olivares Arnulfo Arturo. Recomendaciones táctico-operativas para implementar un programa de logística inversa: Estudio de caso en la industria del reciclaje de plásticos. México.
6. Monsreal Barrera Mario. Recuperación y reciclaje de envase en la industria cervecera. México, Revista Énfasis Logística, 2006
<http://www.logisticamx.enfasis.com/notas/3840-recuperacion-y-reciclaje-envases-la-industria-cervequera>
7. Santos Lopez Felix Melchor, Santos de la Cruz Eulogio. Aplicación de un modelo para la implementación de logística inversa en la etapa productiva. Perú, Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial, 2010.
8. Cohen, Roger. Pronósticos. Gestión de Recursos – FI UBA.