

Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Industrial



**Propuesta de Optimización del proceso de elaboración de
refrescos, en la Planta Renca de la Embotelladora
Andina S.A.**

por

José Pablo Figueroa Silva
Dominique Solange Muñoz Galindo

Trabajo de Título para optar al Grado de
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y título de
Ingeniero Civil Industrial

Prof. Guía: María Lorena Álvarez

Julio, 2015

Dedicatoria

A mis padres, Gianina y Guillermo por el apoyo brindado en todos estos años, por la paciencia, cariño, educación y valores involucrados que permitieron que me desarrollara como persona y lograr con éxito este gran paso.

A mis hermanos Alexis y Drazen por estar siempre presente y que serán unos excelentes profesionales.

A mis familiares que siempre han estado acompañándome en todo momento y brindando el máximo apoyo para terminar esta gran etapa.

Dominique Muñoz

A mi amada hija Phillipa que me hace la persona más feliz de la tierra y no sé lo que haría sin ella.

A mi compañera, amiga, confidente y amada esposa Nadia por ser una excelente madre y por su apoyo incondicional durante todo este tiempo.

A mi querido hermano Matías que sé que en un futuro se convertirá en un gran profesional.

A mis padres y abuelos por haberme enseñado todo lo que sé y darme la oportunidad de cumplir mis sueños.

José Pablo Figueroa

Agradecimientos

En primer lugar a mis Padres, que me han acompañado en todas las etapas de la vida y han estado ahí para apoyarme en cada paso que doy.

A mi Abuela María Inés y Tía Catalina que me han aguantado y apoyado en estos años de universidad.

A mis familiares que me han acompañado en cada paso que doy y que siempre han estado ahí para apoyarme a concluir cada etapa.

A mis amigos Hugo, Erick, Yubikza, Constanza, Nora y Rosita, por estar siempre presentes en los altos y bajos de la etapa Universitaria y brindar su apoyo.

A la Profe guía Lorena Álvarez, por brindarnos sus conocimientos y apoyarnos en lo que necesitábamos.

Dominique Muñoz

A mis padres que con su esfuerzo me dieron la oportunidad de estudiar ingeniería en la universidad de Valparaíso y así desarrollarme profesionalmente.

A mi esposa por sus horas de revisión de mi redacción, de escuchar mis ideas algunas muy locas y hacerme entrar en razón muchas veces.

A mi lela y tata por ser pilares fundamentales en mi vida y ser mis entes de admiración e imitación.

A mis amigos Rodrigo y Mónica por esos partidos de basquetbol y conversaciones increíbles.

A mis futuros colegas y amigos Ignacio y Ángel, por hacer muy agradable mi paso por la universidad.

A mi compañera de tesis Dominique por ser muchas veces el cable a tierra de la memoria, que gracias al trabajo en conjunto hemos terminado esta gran etapa.

A nuestra profesora Lorena por estar siempre presente para dudas y consultas, siendo siempre directa en todo tanto para retornos como para felicitarnos.

José Pablo Figueroa

Resumen

El propósito de este trabajo de titulación es Establecer una propuesta de Optimización del proceso de elaboración de refrescos, mediante la reducción de pérdidas de materias primas en Embotelladora Andina S.A, Planta Renca.

Para esto, se realizó un levantamiento de información de todo el proceso de elaboración de los refrescos, determinando las fallas en el proceso y los costos asociados a cada una de éstas. Al realizar el análisis de proceso, se pudo estimar que las pérdidas de materias primas trimestrales, por concepto de embotellado pueden ascender a los \$ 46,1 millones y que las pérdidas por cambios de sabor en las líneas alcanzan los \$117,5 millones, razón por la cual en este trabajo se establecieron 4 propuestas para controlar y disminuir las pérdidas por cambio de sabor. Estas fueron:

- 1.- Que cada línea produzca un sabor determinando.
- 2.- Instalar estanques de almacenamiento intermedios.
- 3.- Rediseñar la propuesta de planificación de la producción.
- 4.- Realizar el empuje de refresco con aire.

A continuación se puede ver un análisis de las 4 propuestas:

Propuesta	Reducción y/o Aumento	Inversión y/o Riesgo
1	Reducción de pérdidas en materias primas en \$53 millones.	Riesgo operacional ya que se modificaran las líneas para cumplir con todos los formatos.
2	Reducción de pérdidas en materias primas en \$109,5 millones trimestrales	Inversión de \$29.492.375.
3	Reducción de pérdidas en materia prima en \$97,2 millones.	Existe riesgo de <i>stock out</i> por variaciones de demanda.
4	Reducción pérdidas de materia prima en \$58,7 millones	Inversión de 9 sopladores (\$2.430.000).

Luego de haber analizado cada una de las propuestas se determinó que la mejor propuesta para lograr optimizar el proceso de elaboración de Embotelladora Andina, es incorporar 5 estanques de almacenamiento intermedios entre la sala de elaboración y sala de embotellado, disminuyendo gran cantidad de las pérdidas de materia prima de Coca Cola, Coca Cola Zero, Coca Cola Light, Sprite y Fanta, que representan el 93,25% de las pérdidas por cambio de sabor. Logrando reducir en \$109,5 millones las pérdidas trimestrales, con una inversión de 29 millones, sin riesgo operacional para la empresa.

Índice

Glosario	v
Lista de Abreviaturas y figuras.....	viii
Capítulo 1: Antecedentes Generales.....	1
1.1 Introducción	1
1.2 Embotelladora Andina S.A	2
1.3 Descripción del proceso de elaboración de refrescos	4
1.4 Definición del Problema	6
1.5 Objetivo General y específico.....	7
1.6 Resultados Esperados	7
Capítulo 2: Proceso de elaboración de los refrescos	8
2.1 Planificación de la Producción	8
2.2 Recepción y almacenamiento de Materias Primas	8
2.3 Pasos para la utilización de las Materias Primas	10
2.4 Problemas Operacionales.....	18
2.5 Proceso de Embotellado.....	25
2.6 Análisis de la Situación Actual.....	26
Capítulo 3: Propuesta y Resultados.....	39
3.1 Propuestas	39
3.2 Desarrollo de las Propuestas	42
3.3 Análisis Técnico y Operacional.....	63
Conclusión.....	67
Anexo	72
Anexo 1: Tablas de comparación entre líneas de producción con los litros embotellados en los tres meses:	72
Anexo 2: Tabla análisis de verificación de litros embotellados con relación a litros producidos:.....	74
Anexo3: Pérdidas por cambio de sabor	76
Anexo 4: Pérdidas de concentrado por cambio de sabor	79
Anexo 5: Pérdidas de azúcar por cambio de sabor	82
Anexo 6: Pérdidas de agua obtenidas por el cambio de sabor.....	85

Anexo 7: Pérdidas de sabores por línea de producción:	88
Anexo 8: Comparación de las pérdidas actuales con la incorporación de los nuevos estanques por línea.....	90
Anexo 9: Pérdidas de concentrado, azúcar y agua en peso Chileno.....	94
Bibliografía.....	98

Índice de Tablas

Tabla 1 - Falla v/s n° de repeticiones	27
Tabla 2 - Lts Embotellados v/s Lts Producidos	28
Tabla 3 - Acumulación v/s Pérdida	29
Tabla 4 - Lts Embotellados v/s Lts Producidos	30
Tabla 5 - Acumulación v/s Pérdida	30
Tabla 6 - Perdida por cambio de sabor mensuales	31
Tabla 7 - Litros embotellados mensuales	32
Tabla 8 - Lts Embotellados v/s Pérdidas por cambio de sabor.....	33
Tabla 9 - Lt Embotellados v/s Pérdidas en el proceso de llenado	34
Tabla 10 - Pérdidas de materia prima por cambio de sabor	35
Tabla 11 - Pérdidas de materia prima en sala de embotellado	36
Tabla 12 - Pérdidas cambio de sabor v/s Pérdida en proceso de llenado	37
Tabla 13 - Pérdidas de refresco por línea.	39
Tabla 14 - Pérdidas obtenidas en Línea 1,2, 3 y 4.....	43
Tabla 15 - Pérdidas obtenidas en Línea 5, 6, 7,8 y 9.....	43
Tabla 16 - Disminución de las pérdidas con Propuesta.....	44
Tabla 17 - Comparación pérdidas actuales v/s pérdidas con Propuesta	44
Tabla 18 - Desglose de las pérdidas de Coca Cola Light en la línea 1	46
Tabla 20 - Comparación pérdidas actual v/s pérdidas con el nuevo estanque.	47
Tabla 19 - Tabla resumen de la reducción de pérdida en cada línea:	48
Tabla 21 - Comparación Pérdidas Actuales v/s Pérdida con nuevo estanque	48
Tabla 22 - Litros Producidos por refresco	50
Tabla 23 - Producción [Lt] Promedio diaria por sabor en cada línea	51
Tabla 24 - Producción [Lt] Promedio diaria por sabor en cada línea	52
Tabla 25 - Formato v/s Línea de la producción [Lt] promedio diaria	53
Tabla 26 - Formato v/s Línea de la producción [Lt] promedio diaria	53
Tabla 27 - Tabla Pérdida	54
Tabla 28 - Tabla pérdida.....	54
Tabla 29 - Pérdida promedio actual litros por día al realizar los cambios de sabor.....	55
Tabla 30 - Pérdida promedio actual litros por día al realizar los cambios de sabor.....	56
Tabla 31 - Pérdida diaria promedio por cambio de sabor. (Lt)	57
Tabla 32 - Pérdida diaria promedio por cambio de sabor. (Lt)	58
Tabla 33 - Recuperación de refresco por línea con empuje neumático.....	61
Tabla 34 - Recuperación de refresco por línea con empuje neumático.....	62
Tabla 35 – Producción máxima por línea.....	63
Tabla 36 - Inversión.....	64
Tabla 37 - Vida útil de los materiales.....	64

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 - Ubicación física de Embotelladora Andina.....	3
Ilustración 2 - Elaboración de refrescos	5
Ilustración 3 - LAYOUT de Departamento de Elaboración.....	10
Ilustración 4 - Tratamiento del agua.....	12
Ilustración 5 - Preparación del jarabe simple	14
Ilustración 6 - Gasificación del CO₂	15
Ilustración 7 - Elaboración de refrescos	17
Ilustración 8 - Interior del Silo	19
Ilustración 9 - ARA Pérdidas de azúcar	21
Ilustración 10 - ARA Pérdidas de concentrado	22
Ilustración 11- ARA Pérdidas de CO ₂	23
Ilustración 12 - ARA Registro erróneo de control de pérdidas.	24
Ilustración 13 - Grafico de Pareto de Pérdidas de cambio de sabor	38
Ilustración 14 - Actualidad	42
Ilustración 15 - Propuesta 1	43
Ilustración 16 - Propuesta 2	46
Ilustración 17 – Proceso de elaboración de refrescos.....	59
Ilustración 18 – Diagrama de Empuje de los refrescos terminados	60
Ilustración 19 – Desaireación del agua.....	66

Glosario

Agua de pozo:	Agua subterránea que posee sólidos suspendidos, minerales y en algunos casos coliformes fecales y bacterias.
Agua tratada:	Nombre que recibe el agua de pozo luego de pasar por un tratamiento para remover los sólidos suspendidos y otros agentes patógenos, para que pueda ser utilizada en el proceso productivo.
CIP:	Nombre que se da a limpieza de los estanques o tuberías, sus siglas indican <i>clear in Place</i> .
Concentrado:	En este trabajo se refiere al contenido sólido y/o líquido referente al sabor de cada refresco.
Desaireador:	Estanque conocido con este nombre, en donde se extrae el oxígeno presente en el agua para evitar la corrosión.
Etilenglicol/Aire comprimido:	Compuesto químico que se utiliza como anticongelante en los circuitos de refrigeración
Estanque Multimix:	Estanque donde se origina la mezcla final de los ingredientes concentrado, azúcar y agua.
Estanque Quasi:	Estanque donde se mezcla el concentrado de refresco con agua.
Estanque F421A:	Estanque que posee una membrana que retiene los restos de sacos y de restos de cáñamo que trae el jarabe simple.
Filtro multimedia:	Denominado con este nombre en la empresa. Tienen la finalidad de remover sólidos suspendidos del agua tales como tierra, polen, basuras pequeñas, etc, que vienen en el agua
HFCS:	High fructose corn sirupe (Almíbar de maíz de alta fructosa), en la industria se le denomina como Fructuosa granulada.

IIBC:	<i>Intermediate bulk container</i> (recipiente intermedios para graneles). Recipiente plástico de 1,33m ³ en que es transportado el concentrado de Coca-Cola.
Jarabe Simple:	Solución de agua con azúcar.
Nano-Filtración:	Proceso de purificación del agua para remover material orgánico natural de dimensiones 0.001 a 0.01mm.
Organoléptica:	Características propias de un producto que pueden ser apreciadas a través de los sentidos.
Piscina de agua:	En este trabajo, se refiere a estanques de emergencia en caso de desabastecimiento. Agua proveniente del estanque benedictino con una capacidad 200m ³ .
Polvos de Azúcar:	Denominación que recibe el formato sólido en que llegan los concentrados de sabores de los refrescos.
Pureza:	En este trabajo se refiere a agua que no posee ningún soluto disuelto.
P480:	Lugar donde se descargan sólo líquidos para realizar mezclas
Reactor T200:	Denominado así por la Empresa, corresponde al lugar donde a la solución de azúcar se le inyecta carbón, con el propósito de disminuir el color y eliminar los olores. (No es un reactor)
Silos:	En este trabajo se refiere a estanques que poseen una capacidad de 210 toneladas donde se almacena azúcar granulada.
T400, T410, T420, T430, T440:	Estanques donde se almacena una solución de agua con azúcar, también llamado Jarabe Simple, para su posterior distribución a los distintos equipos de producción.
T450:	Estanque donde se disuelven los polvos de azúcar correspondientes a cada sabor de refresco con agua.

- T470:** Lugar donde se descarga el contenido sólido y líquido de los concentrados de los refrescos.
- °Brix:** Concentración de azúcares en soluciones acuosas. (http://www.fundacionfedna.org/tecnicas_de_analisis/grados-brix)

Lista de Abreviaturas y figuras

AT:	Agua Tónica
CC:	Coca Cola
CCL:	Coca Cola Light
CCZ:	Coca Cola Zero
FN:	Fanta
FNF:	Fanta sabor Frutilla
FNR:	Fanta Roja
FNU:	Fanta sabor Uva
FNVITZ:	Fanta Vitamina C Zero
GA:	Ginger Ale Nordic Tónica
GAZ:	Ginger Ale Nordic Tónica
IK:	Inca Cola
IKZ:	Inca Cola Zero
Li:	Línea de producción i (con i=1 a 9)
SP:	Sprite
SP:	Sprite Zero
QL:	Quatro normal
QG:	Quatro Guarana
U:	Letra con la que se denomina a la unidad de medida de concentrados en SAP.

Capítulo 1: Antecedentes Generales

1.1 Introducción

Embotelladora Andina S.A, fue creada en el año 1946 en la Región Metropolitana, es una empresa que se dedica a producir y distribuir productos The Coca Cola Company, en la región Metropolitana y sus alrededores. Esta se encuentra en un proceso de cambios ya que a finales del 2011 se reubicó en la comuna de Renca.

La productividad en cada empresa es de gran importancia y esta depende de la correcta utilización de las materias primas y el correcto funcionamiento de los procesos (*Elaboración Propia*), esto se ve reflejado en la rentabilidad de la Empresa. En la actualidad tanto las grandes como pequeñas empresas están enfocadas en el control de sus costos, si bien Coca Cola está posicionada dentro del mercado, aun así esta se encuentra en constante mejoramiento de sus procesos y de maximizar sus utilidades mediante procesos eficientes.

De acuerdo a un estudio realizado en Embotelladora Andina se pudo observar los siguientes problemas; falta de stock (botellas, tapas, concentrado, azúcar), registros erróneos o incompletos del área de producción y elaboración. En estos registros erróneos se observa que la producción era excesivamente superior a los litros enviados, generando un excedente promedio mensual de más de 15 millones de litros de refrescos.

Otro problema esencial son las pérdidas de jarabe terminado cuando se realizan los cambio de sabor de refresco, como las línea no pueden trabajar en vacío, se realiza el empuje inicial y final con agua, desperdiciando parte de la preparación final (concentrado, azúcar y agua) que queda en las tuberías, lo que equivale a pérdidas mensuales por más de \$35 millones.

1.2 Embotelladora Andina S.A

Hace 65 años que Embotelladora Andina está presente en Chile formando parte de la idiosincrasia del país. La Compañía ha liderado el mercado, procurando durante varias generaciones la disponibilidad y excelencia de los productos Coca Cola en sus franquicias, con la calidad como concepto irrenunciable, es por ello que se encuentra como la cuarta mejor empresa para trabajar en Chile y la mayor empresa de bebidas según la encuesta realizada por América Económica¹.

Andina se expandió a los mercados Argentina y Brasil. Fue así como comienza su proceso de internacionalización en Argentina en 1993. Hoy es la segunda embotelladora más importante del país, con presencia en las provincias de Mendoza, San Juan, San Luis, Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos. La compañía luego emprendió un nuevo desafío al ingresar al mercado brasileño, adquiriendo en 1994 Río de Janeiro Refrescos Limitada.

En la actualidad, con 17 años de presencia en Brasil, llega con sus productos a más de 17 millones de habitantes de los estados de Río de Janeiro y Espírito Santo.

Esto es reflejo de cómo Andina ha ido creciendo, transformándose junto a sus trabajadores en una compañía líder, reconocida regionalmente por su excelencia operacional y su gestión eficiente, tanto en Chile como en Argentina y Brasil.

La sustentabilidad es la mirada con la que deberá conducir, decidir y actuar para continuar ofreciendo los mejores productos a los más de 37 millones de consumidores en Chile, Argentina y Brasil.

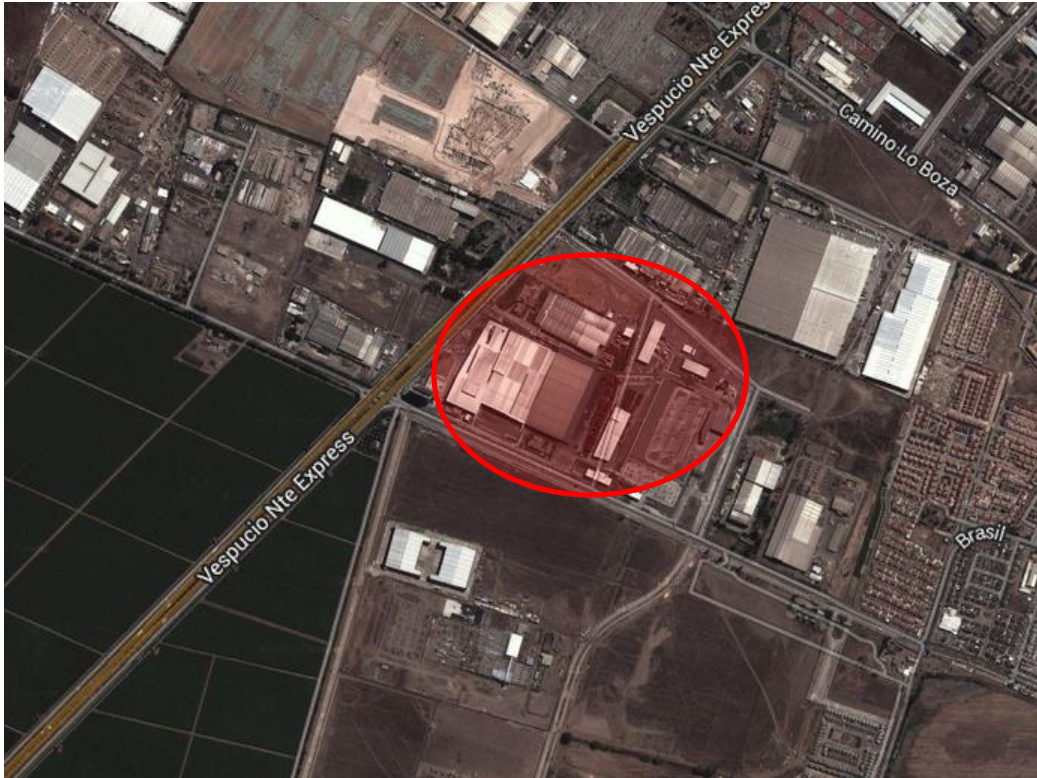
Coca Cola Andina opera 4 plantas a lo largo de Chile. Una planta en Renca que cuenta con 9 líneas de producción que durante 2013 tuvo una capacidad utilizada de 73%, una planta en Coquimbo que cuenta con 3 líneas de producción con una capacidad utilizada de 33%, una planta en Antofagasta con 5 líneas de producción y una capacidad utilizada de 48% y una planta en Punta Arenas con 2 líneas de producción con una capacidad utilizada de 31%.

Algunos de los Clientes más importantes de Embotelladora Andina son: Walmart Chile Comercial S.A., Cencosud Retail S.A., Rendic Hnos. S.A, Hipermercados Tottus S.A., Alimentos Fruna Ltda., Alvi Supermercados Mayoristas S.A., Aramark Servicios Mineros y Remotos Ltda., Sodexo Chile S.A., Súper 10 S.A., Supermercados Montserrat S.A.C., Ekono S.A. y Distribuidora Don Francis S.A. Cabe mencionar que ninguno de los clientes concentra por sí solos más del 10% de las ventas efectuadas.

¹Sitio web: <http://rankings.americaeconomia.com/las-500-mayores-empresas-de-chile-2014/subrankings-chile/las-500-por-sector-2/>

Actualmente la planta de Coca Cola Andina se encuentra ubicada en la comuna de Renca, Región Metropolitana. A continuación se puede apreciar la ubicación de la empresa:

Ilustración 1- Ubicación física de Embotelladora Andina



Fuente: Google Maps

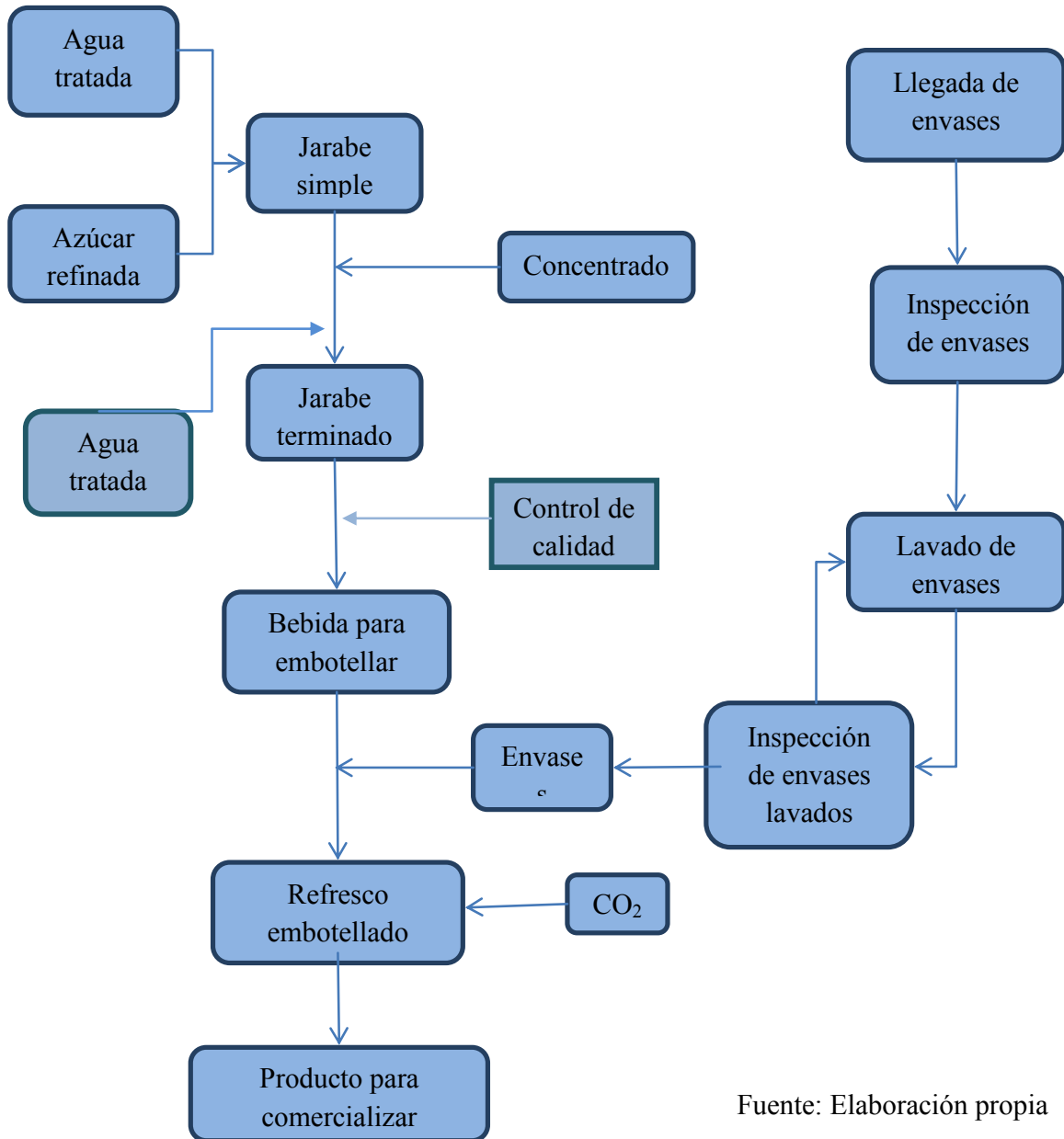
1.3 Descripción del proceso de elaboración de refrescos

Para elaboración de los refrescos se deben mezclar cuatro materias primas que son; concentrados, agua, azúcar y CO₂. En el caso de los refrescos Light o los Zero que no poseen azúcar, el concentrado considerará, valga la redundancia, concentrado y endulzante, además de agua y CO₂. Estas cuatro materias primas se pueden analizar de forma independiente y serán explicadas detalladamente más adelante.

Una vez que el jarabe está terminado es enviado por medio de tuberías a la sala de embotellado, donde el líquido es introducido a las botellas (ver proceso de llenado) para luego ser inyectadas con CO₂, y ser inmediatamente tapadas para su comercialización.

A continuación se encuentra una Ilustración general del proceso para la elaboración de los refrescos.

Ilustración 2 - Elaboración de refrescos



Fuente: Elaboración propia

El Agua tratada se mezcla con la azúcar refinada formando el jarabe simple. Este se mezcla con el concentrado y agua tratada para formar el jarabe terminado. Luego pasa por el control de calidad, que de ser aprobado se envía a las ala embotellado. Los operarios tienen listos los envases que pasaron por un lavado e inspección, estos son llenados y luego se les inyecta CO₂, para su gasificación y posterior comercialización. Más adelante se mostrará el tratamiento de las materias primas para su utilización y el proceso de elaboración.

1.4 Definición del Problema

Embotelladora Andina S.A es una de las grandes empresas en el consumo de refrescos². Siempre preocupada de los procesos, a fin de cumplir con los rigurosos estándares de calidad, y en la optimización de sus costos. Basa sus pilares en; Excelencia, Sustentabilidad y Eficiencia.

La empresa en este último tiempo se ha visto enfrentada a diversas dificultades comenzando con el traslado de la planta a Renca, lo que ha desencadenado una gran cantidad de renuncias de operarios y facilitadores, entre otros. Por ello se ve en la necesidad de contratar nueva mano de obra lo que conlleva tener que capacitarla para operar la planta que posee equipos de última tecnología.

Durante el proceso de adaptación han surgido problemas en el proceso productivo, destacando las pérdidas por la realización de cambios de sabor, desperdiciando concentrado, azúcar y agua.

En el proceso de recepción del azúcar no existe un control de la cantidad ni la humedad de azúcar que traen los camiones. Debido a esto el azúcar húmedo se apelmaza dentro del Silo a la altura del tornillo (encargado de empujar el azúcar) generando atollo, teniendo que detener el proceso de envío de azúcar, desperdiciando la que se encontraba en la compuerta del tornillo.

Otro problema a considerar es la relación entre las materias primas procesadas y lo producido; ya que de acuerdo a análisis realizados para el control de estas, se observó información errónea generando ganancias y pérdidas inexactas durante el periodo de práctica Universitaria.

Los mayores problemas detectados son las pérdidas asociadas a la realización de cambios de sabor y el incorrecto registro de los datos. Esto último es de vital importancia, ya que todos los datos que puedan extraerse de registros erróneos no tienen ninguna validez y no entregan ningún tipo de información; por lo tanto no se podrá establecer correctamente la utilización de materias primas y la eficiencia del proceso de elaboración de refrescos.

1.5 Objetivo General y específico

Objetivo General

Propuesta de Optimización en el proceso de elaboración de refrescos mediante la reducción de pérdidas de materia primas en la Planta Renca de la Embotelladora Andina S.A

Objetivo Especifico

- Levantar procesos de recepción de Materias Primas y elaboración de refrescos.
- Determinar las fallas que provoquen pérdidas en el proceso de elaboración de refrescos
- Estimar las pérdidas actuales de materias primas en el proceso.
- Categorizar y valorizar las fallas existentes para determinar el impacto económico de cada una.
- Establecer una propuesta de reducción de pérdidas de materia prima, para reducir los índices de pérdidas.
- Análisis técnico-operacional y económico de las propuestas.

1.6 Resultados Esperados

- Disminuir en un 70% las pérdidas de azúcar.
- Reducción en un 70% las pérdidas de concentrado.
- Establecer mayor control del proceso productivo de los refrescos

Capítulo 2: Proceso de elaboración de los refrescos

2.1 Planificación de la Producción

La programación de la producción se realiza todos los viernes, ya que es el último día en el que se reciben los pedidos, donde se establece lo que se producirá durante la semana, la materia prima a utilizar, la cantidad de botellas a utilizar y se revisa si se dispone del stock necesario en bodega (concentrado).

Cada día de la semana en una reunión a la que asisten encargados de las líneas de botellas retornables, botellas desechables, los operarios de elaboración y el jefe de producción, se revisa el cumplimiento de la producción diaria y a la vez se dan a conocer los inconvenientes que se presentaron como; falta de tapas, falta de botellas, falta de etiquetas, falta de concentrado, modificación de la programación y por último se establece lo que se preparará en el día.

2.2 Recepción y almacenamiento de Materias Primas

2.2.1 Azúcar:

El azúcar llega por medio de camiones directamente de Empresa IANSA S.A (app. 6 camiones diarios), estos se estacionan al lado del silo que van a cargar, se conectan con una manguera de 6 pulgadas y mediante fuerza neumática es impulsada hacia el interior de los silos que tienen una capacidad de 210 Toneladas cada uno, manteniendo los Silos a máximo Stock. Se revisa el nivel de azúcar que poseen los silos cuando se detiene, o se realiza limpieza de los estanques. Del azúcar tratado un porcentaje es vendida a Envases Central y Envases Vital, como azúcar líquida.

2.2.2 Botellas:

Las cajas con botellas vacías provenientes del mercado (botellas retornables recuperadas por los camiones para su utilización), son colocadas en una cinta transportadora que pasan por una desencajadora, la cual extrae las botellas de la caja y las coloca en otra cinta transportadora donde se unen con aquellas botellas nuevas provenientes del proveedor de vidrio. El operario de la lavadora realizará un control visual de botellas para detectar las defectuosas, que sean de formato diferente, estén muy sucias o con objetos en su interior.

El lavado de las botellas se realiza en una lavadora especial con agua caliente y soda cáustica. Las botellas son enjuagadas a presión con agua fresca para obtener una botella limpia, para luego ser inspeccionadas por dispositivos electrónicos para asegurar que no tenga objetos extraños en el interior y que se encuentren en perfectas condiciones para ser llenada.

Las botellas desechables son solicitadas a los proveedores, las que llegan en preformas de diferentes tamaño según lo solicitado, estas son dispuestas en las líneas correspondientes las que pasan por un tratamiento para adquirir su forma final y empezar el proceso de llenado.

2.2.3 Jarabe y polvos:

De acuerdo a la planificación de producción los operarios de bodega, solicitan stock a The Coca Cola Company en EEUU. Los concentrados de los sabores de refrescos llegan en forma líquida y sólida (povos), estos son almacenados en la Bodega según sus características (solución inflamable, sabor, tamaño, temperatura deseada), esta información es ingresada a Sistema SAP, donde se lleva control de todo lo que administra la bodega y Embotelladora Andina.

Los operarios de la sala de elaboración son los encargados de verificar el stock disponible en bodega, solicitándolo por medio de SAP, (manteniendo siempre un stock de seguridad en sala de elaboración) este al cabo de unas horas es transferido a la sala de elaboración donde son manipulados. Cuando los operarios de bodega no revisan la planificación de producción, ocurren problemas de *stock out* deteniendo la producción.

2.2.4 Tapas:

La solicitud de tapas es determinada por la planificación de la producción que se realiza cada semana, enviando dicha información a bodega para la revisión del stock disponible. Las tapas una vez ingresadas a bodega, en forma paralela el registro de estas son ingresadas a SAP, a medida que se necesitan son enviadas a las llenadoras, impulsadas por fuerza neumática mediante tubos que van desde la sala de carga de tapas hasta cada línea de llenado según su formato. Cuando no se ha realizado el correcto stock de emergencia, la bodega queda desabastecida de tapas.

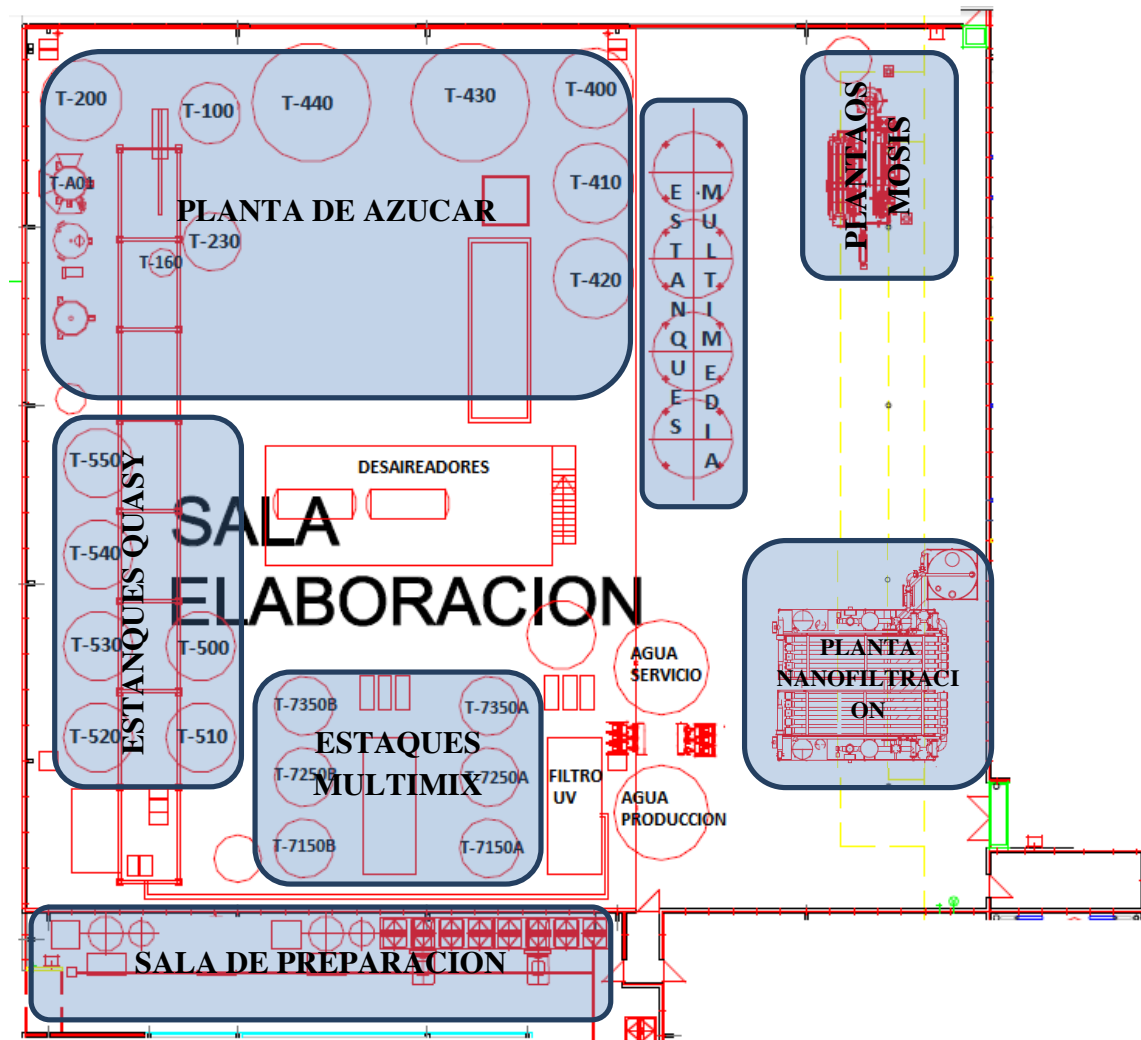
2.2.5 CO₂:

La solicitud de CO₂ es de la misma manera que el del azúcar, se trabaja con máximo de stock. El dióxido de carbono llega de forma líquida desde los camiones proveedores y es almacenada en tanques afuera de la planta a una alta temperatura, para ser utilizada en la elaboración de los refrescos.

2.3 Pasos para la utilización de las Materias Primas

En Primera instancia se detalla el Layout de la Planta, para su mejor análisis y comprensión de los equipos presentes que serán explicados a continuación.

Ilustración 3 - LAYOUT de Departamento de Elaboración



2.3.1 Tratamiento del agua para su utilización

El agua es extraída de cuatro pozos ubicados fuera de la planta, la que debe pasar por un proceso de purificación con el fin de adecuarse a los requerimientos de la Organización Mundial de la Salud, Legislaciones locales y Nacionales y los estándares establecidos por The Coca Cola Company.

El tratamiento consiste en extraer el agua desde los pozos mediante bombas, la cual es conducida a través de tubos de acero inoxidable a un estanque donde es clorada para disminuir la cantidad de materia orgánica, luego es enviada a la sala de elaboración para su primer tratamiento en los filtros multimedia, que consiste en hacer pasar el agua que todavía contiene materias suspendidas a través de la capa filtrante, la que retiene las partículas sólidas, este está compuesto por carbón granulado activo en la parte superior y tres capas de cuarzo en granulometría descendente (9mm, 7mm, 3mm), se producirá la eliminación por adsorción de sustancias orgánicas, evitando la existencia de olores y sabores.

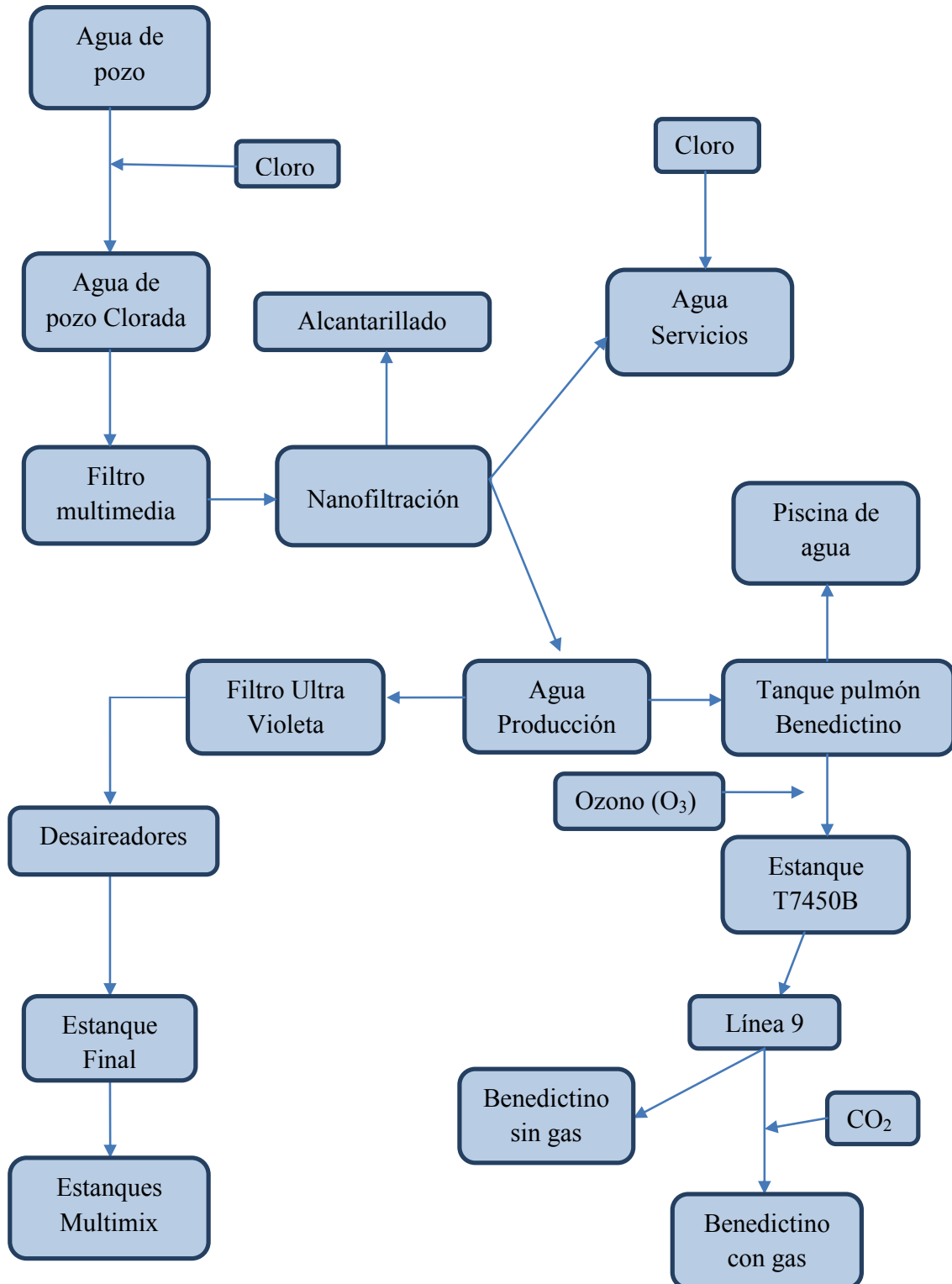
Luego se envía a la planta de nano-filtración donde se elimina la dureza del agua alcanzando una pureza aproximada de 98%. En este proceso el 20% es agua de rechazo y se envía directamente al alcantarillado, mientras que el 80% restante se envía hacia dos estanques. El primer estanque es de agua para servicios a la cual se le agrega cloro, para matar las bacterias que pasaron los procesos anteriores y poder ser utilizada en todo los servicios de la Planta, ya sea cocina, baños, aseo, etc

El segundo estanque, es agua destinada a la elaboración de refrescos. Esta sigue dos trayectos en el proceso; el primero es la generación de agua Benedictino, el cual consiste en enviar el agua directamente al estanque pulmón Benedictino donde se almacena, para luego pasar al estanque T7450B donde se agrega ozono, el cual se utiliza para desinfectar aún más el agua, enviada a la línea 9 donde se embotella Benedictino sin gas y Benedictino con gas (a la cual se le inyecta CO₂). Además desde el estanque pulmón Benedictino tiene un arranque directo hacia las piscinas de agua, como sistema de emergencia en caso de desabastecimiento.

El segundo trayecto consiste en que el agua pasa por los filtros de radiación UV, donde se eliminan los microorganismos patógenos restantes e ingresan al desaireador y luego es almacenada en el estanque final donde es distribuida hacia los estanques multimix.

Lo que se puede apreciar en la ilustración 4.

Ilustración 4 - Tratamiento del agua



Fuente: Elaboración propia

2.3.2 Preparación del jarabe simple

El azúcar almacenado³ en silos es enviada mediante presión por una mezcla de agua con azúcar. Estas se mezclan para así facilitar su traslado hacia la sala de elaboración específicamente al estanque T100, donde se le agrega agua a 70°C. La mezcla pasa por un Filtro Fino que atrapa todo el material sólido que trae la solución, como cáñamo y los restos de amarra de los sacos, siendo almacenada en el Estanque T101 del cual salen 2 conductos, uno que devuelve la solución de azúcar a los Silos para empujar la nueva azúcar depositada y el otro que envía la solución a proceso.

En este proceso la solución es conducida hacia el pasteurizador, el cual eleva la temperatura que trae la mezcla a 85°C ($\pm 15^\circ\text{C}$), para pasar por el reactor T200, donde se le inyecta carbón proveniente del estanque T160 con el propósito de disminuir los colorantes, eliminar los olores que trae y conservar la temperatura anteriormente mencionada.

Mediante una bomba es impulsado hacia el Estanque F421A, la cual contiene una placa con tierra filtrante que retiene el carbón que le fue agregado en el reactor T200, esto es necesario ya que el carbón es utilizado solamente con el fin de obtener azúcar más refinada. La solución se almacena en el estanque T230 y nuevamente es impulsada por una bomba hacia los filtros F240 y F250 donde se eliminan las partículas más pequeñas.

Para concluir el tratamiento se enfría mediante el agua que se dirige al estanque T100, sin embargo para disminuir aún más su temperatura, se enfría mediante la utilización de etilenglicol, logrando que la mezcla obtenga 21°C aproximadamente y ser trasladada a los Estanques de azúcar lista para ser utilizada T400, T410, T420, T430, T440, los que tienen una capacidad de 100.000lts cada uno. Es en este lugar donde se extrae una muestra de la solución para ser entregada al laboratorio.

El Laboratorio es el encargado de realizar las pruebas de calidad y decidir si la solución se encuentra apta para ser enviada a los estanque Multimix de refresco, en el caso de que esta no cumpla con lo necesario para su utilización, es enviada a un reproceso.

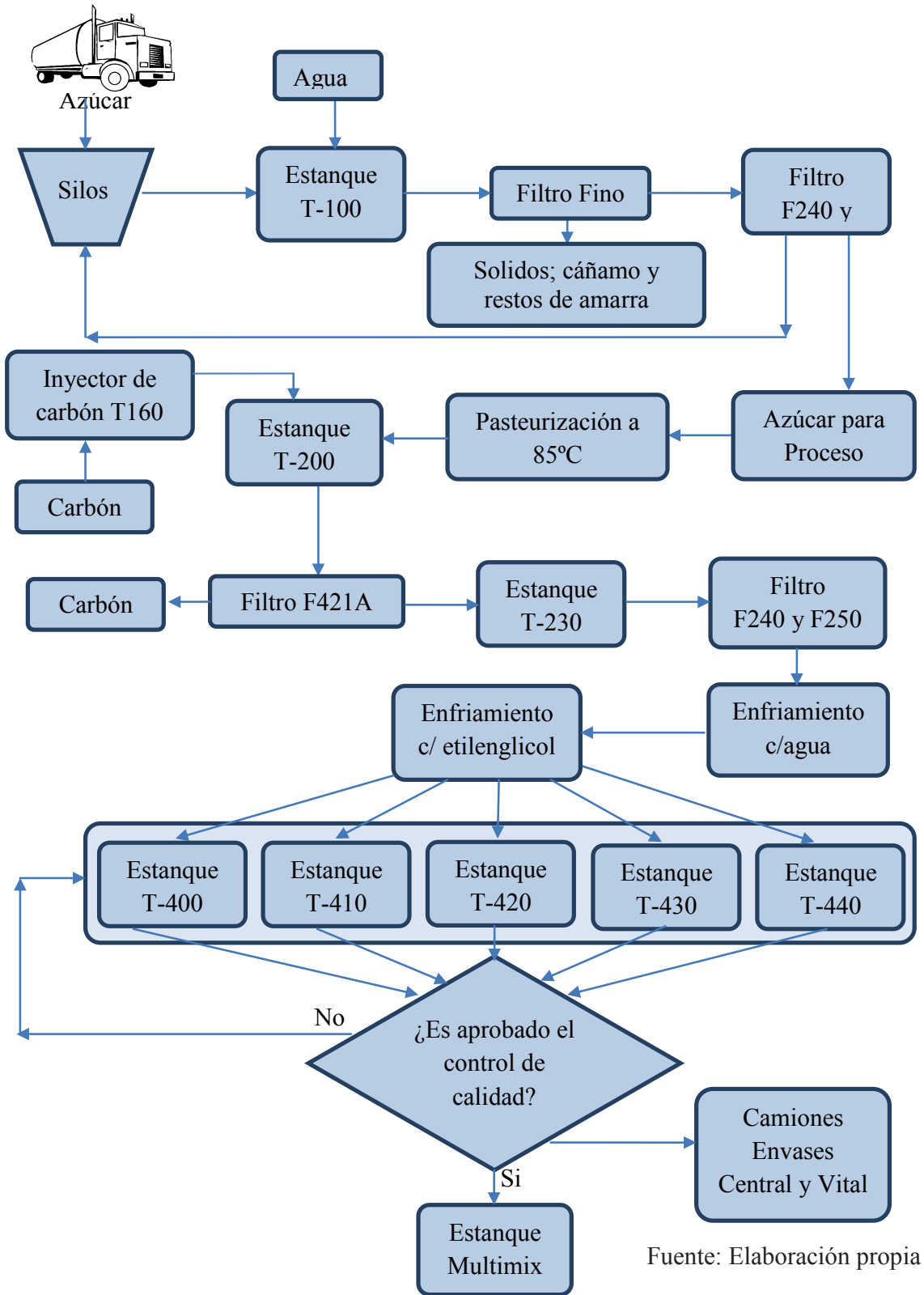
Desde el estanque T440 se envía azúcar líquida a los camiones que distribuyen a clientes internos (Envases Central y Envases Vital).

La preparación se puede observar en la Ilustración 5.

³ Hay que considerar que a simple vista, la azúcar que llega en los camiones es más refinada, con granulometría entre el azúcar flor y la azúcar corriente.

Se apreció que la azúcar acumulada en el suelo posee humedad ya que se apelmaza

Ilustración 5 - Preparación del jarabe simple



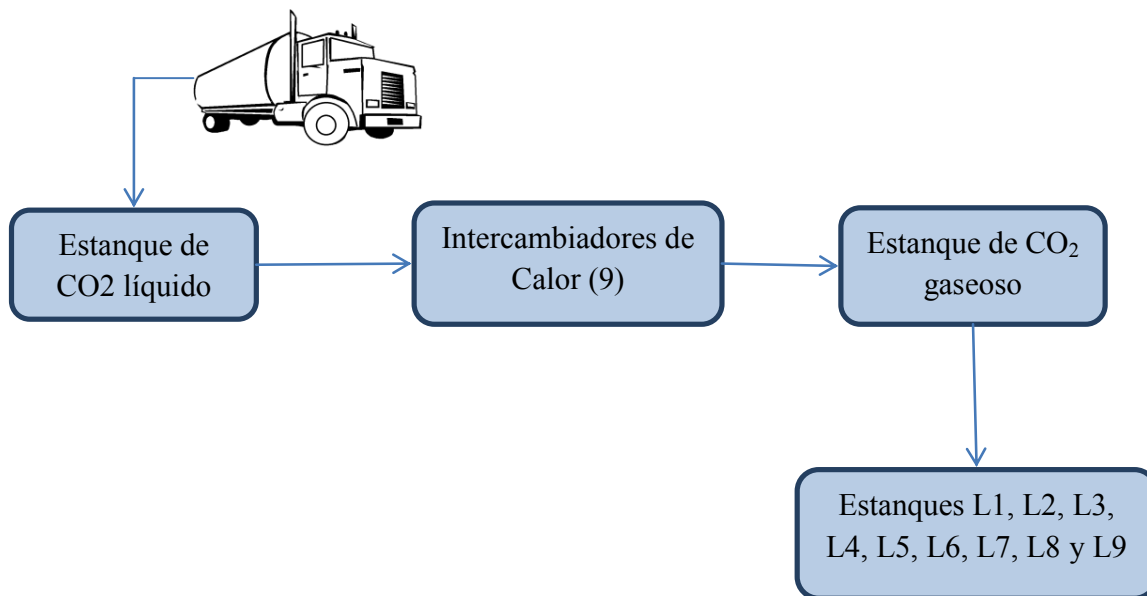
Fuente: Elaboración propia

2.3.3 Gasificación del CO₂ para su utilización

La inyección de CO₂ es independiente a los procesos anteriormente ya explicados, porque ocurre fuera de la sala de elaboración, directamente en las líneas de embotellado.

El proceso de CO₂ comienza aumentando su temperatura mediante los intercambiadores de calor, pasando al estado gaseoso (la planta Embotelladora Andina posee 9 intercambiadores). Una vez que ha cambiado del estado líquido al gaseoso, se envía a los estanques ubicados en las diferentes líneas, siendo entonces utilizado para el llenado del refresco correspondiente, esto quiere decir que las botellas ya se encuentran con el contenido líquido específico y solo falta ser rellenas con el gas. Es importante destacar que las concentraciones varían con respecto al sabor y formato de cada refresco.

Ilustración 6 - Gasificación del CO₂



Fuente: Elaboración propia

2.3.4 Elaboración de refrescos

En la sala de elaboración se mezclan los polvos de los refrescos en sus diferentes sabores, de acuerdo a las recetas establecidas por la Empresa y en conocimientos de los operarios.

Los diferentes concentrados son vertidos en los estanques P480, T470 con el fin de ser mezclados con agua en el estanque T450. Una vez realizado este proceso son trasladados a los 6 diferentes Estanques Quasy que Embotelladora Andina posee, en donde son preparados los diferentes sabores.

El único refresco que se produce de manera diferente, es Coca Cola. Este es enviado directamente a los Estanques Multimix, específicamente a los estanques T7350A y T7350B, debido a que viene en un formato distinto llamado IBC (concentrado líquido de Coca Cola); conformado por la parte 1 y parte 2. El concentrado de Coca Cola llega a esta fábrica en tambores plásticos con una capacidad de 1,33m³.

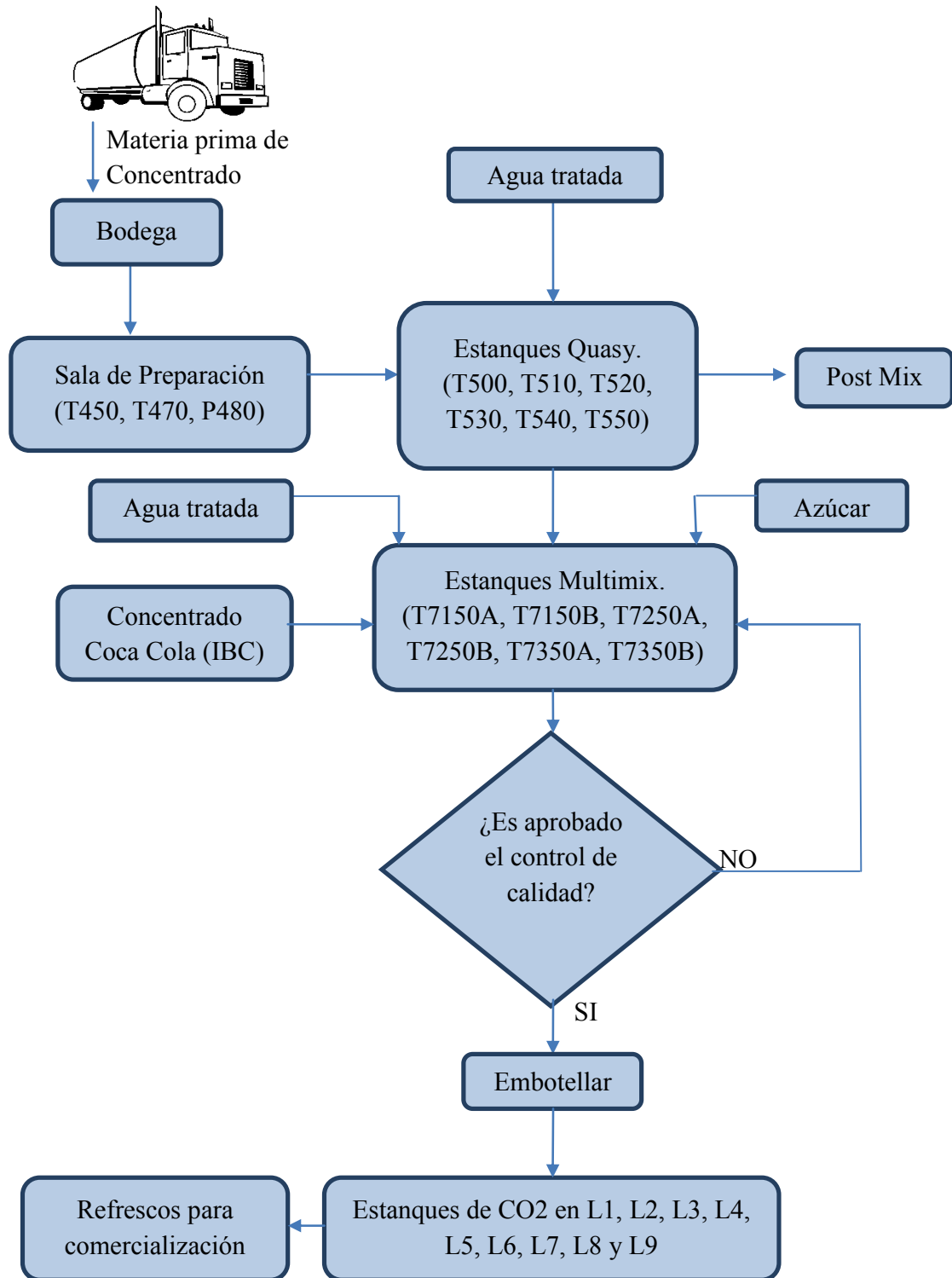
Como fue mencionado, el concentrado llega a los Estanques Quasy donde se mezclan con agua (cantidad de agua que depende del sabor que se produce) formando un jarabe que pasa al Estanque Multimix, para mezclarse con jarabe simple y nuevamente con cierta cantidad de agua indicada por receta. Sin embargo en el caso de las bebidas light o Zero solamente se les agrega agua.

Listo el refresco, es verificado por el laboratorio, quien es el encargado de dar la aprobación de la mezcla y ser destinada al proceso de embotellado, y en caso de ser reprobada, el laboratorio indicará que es lo que falta a los operarios, a quienes les corresponderá rectificar la mezcla para su aprobación.

El refresco sin gas o jarabe terminado luego de cumplir con los estándares establecidos es impulsado por tuberías por medio de una bomba al área de embotellado, donde es introducido en las botellas que luego pasen por el carbonatador, allí se le traspasa a muy baja temperatura el gas carbónico. Dentro de cada botella el gas carbónico se encuentra comprimido, de modo que cuando la botella se destape, el gas se libere produciendo las burbujas.

Luego que ya se ha cumplido con el lote programado, se procede a limpiar las tuberías bombeando agua por medio de ellas, la que se junta con concentrado que quedaba dentro, produciéndose una mezcla de agua con refresco, eliminándose a las vías de alcantarillado, para luego continuar produciendo otro sabor de acuerdo a lo programado. Y así sucesivamente.

Ilustración 7 - Elaboración de refrescos



Fuente: Elaboración propia

2.4 Problemas Operacionales

Para entender bien el problema y encontrar las causas que originan los problemas dentro de Embotelladora Andina, se ocupó el método del Árbol de realidad actual más conocido como ARA, en el que se puede apreciar de mejor manera la situación actual en la que se encuentra la empresa y también nos ayuda a visualizar la raíz del problema. Para la realización de este, identificamos efectos indeseados, tales como:

1. Pérdidas de azúcar.
2. Pérdidas de concentrado.
3. Pérdidas de CO₂.
4. Registro erróneo de control de pérdidas.

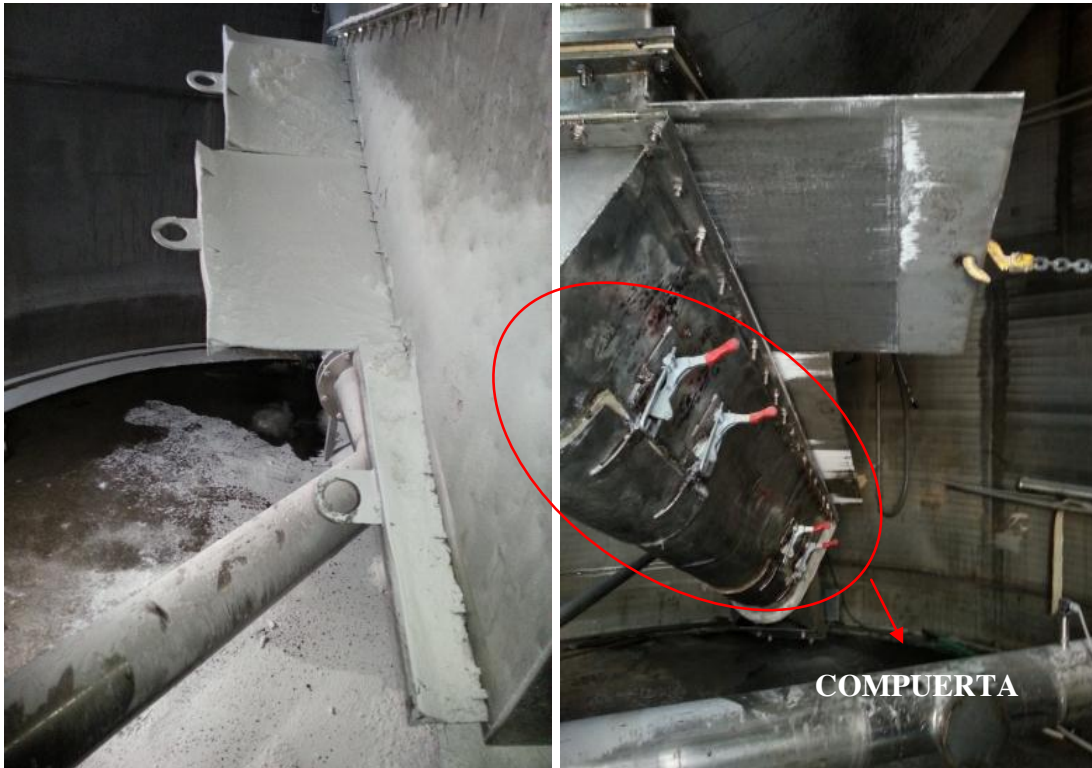
A continuación se explicará cada uno de ellos:

2.4.1 Pérdidas de azúcar

De acuerdo al análisis realizado sobre las pérdidas de azúcar, se puede apreciar en la Ilustración 9 las principales causas son:

- **Derrame en los Silos:**

Se genera a raíz del azúcar que se aglomera en la compuerta del silo, la que tiene una capacidad de 500kg. Esta acumulación provoca que el tornillo que se encuentra al interior de la compuerta y que además permite la circulación del azúcar al interior del silo, se trabe. Cuando esto ocurre, los operarios deben cerrar la guillotina ubicada al fondo del silo, abrir la compuerta y despejarla por completo del azúcar acumulado, derramándola al suelo, para así volver a activar el motor que permite que el tornillo gire y pueda volver a conducir el azúcar. Como se puede ver la ilustración 8.

Silo 1**Silo 2****Ilustración 8 - Interior del Silo**

- **No viene la cantidad real de azúcar en el camión:**

IANSÁ S.A proveedor de la compañía hace llegar por medio de camiones el azúcar hacia los silos, sin embargo la compañía no cuenta con un sistema de control que corrobore que los camiones descarguen el contenido total de azúcar transportado hacia los silos, ni que estos vengan con la cantidad de azúcar indicada.

- **Mala conexión de la manguera al Silo:**

Este problema le ocurre a los operarios al conectar la manguera del camión al Silo, ya que es de acero inoxidable y tiene un peso considerable de 25kg, provoca que en algunos casos quede mal conectada y por la presión que ejerce la azúcar se desconecte, cayendo azúcar al suelo.

- **No se cierra correctamente la válvula de llenado de camiones:**

Esta válvula se encuentra ubicada en la conexión que se hace a los camiones para llenarlos con azúcar líquida que distribuye Embotelladora Andina. Esta válvula es manejada desde la sala de control por los operarios, pero estos durante el día se encuentran

realizando varias tareas por lo que se les olvida o se encuentran lejos de la sala de control al momento que debe ser cerrada la válvula

- **Derrame en los estanques de azúcar:**

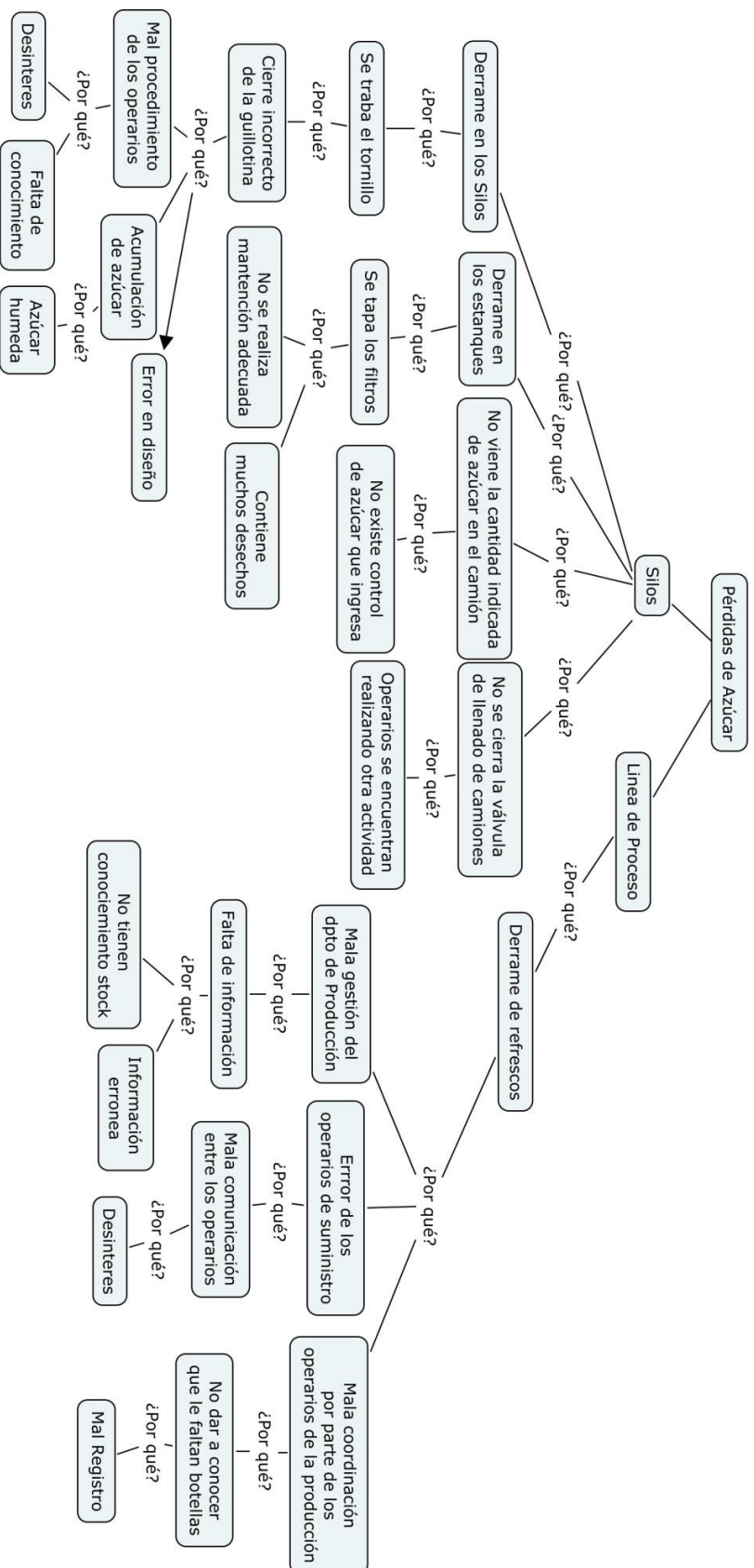
Se producen principalmente por la falta de mantención de los filtros, los cuales se tapan por la acumulación de desechos del azúcar (tierra, cáñamo y restos de amarra). Al taparse los filtros se debe detener el proceso de filtrado y derramar el azúcar para destapar el filtro y poder reiniciar el proceso.

- **Derrame de refrescos:**

El derrame de bebida ocurre en el Departamento de producción, donde se produce el producto final que sale a la venta, también cuando hay cambio de sabor o en el lavado de los estanques (CIP) para su posterior utilización. Se genera derrame cuando los operarios se equivocan en seguir el plan de producción al no tener el plan actualizado, ya que este sufre diferentes cambios durante el día, también ocurre que los operarios de las líneas de producción informan que no cuentan con la cantidad de botellas para llenar, produciendo que se derrame las bebida que no se puede embotellar.

A continuación en la Ilustración 9 se puede observar los problemas encontrados en la empresa de acuerdo a las pérdidas de azúcar.

Ilustración 9 - ARA Pérdidas de azúcar



2.4.2 Pérdidas de concentrado

En el análisis realizado sobre las pérdidas de concentrado se puede apreciar en la ilustración 10 que las principales causas son:

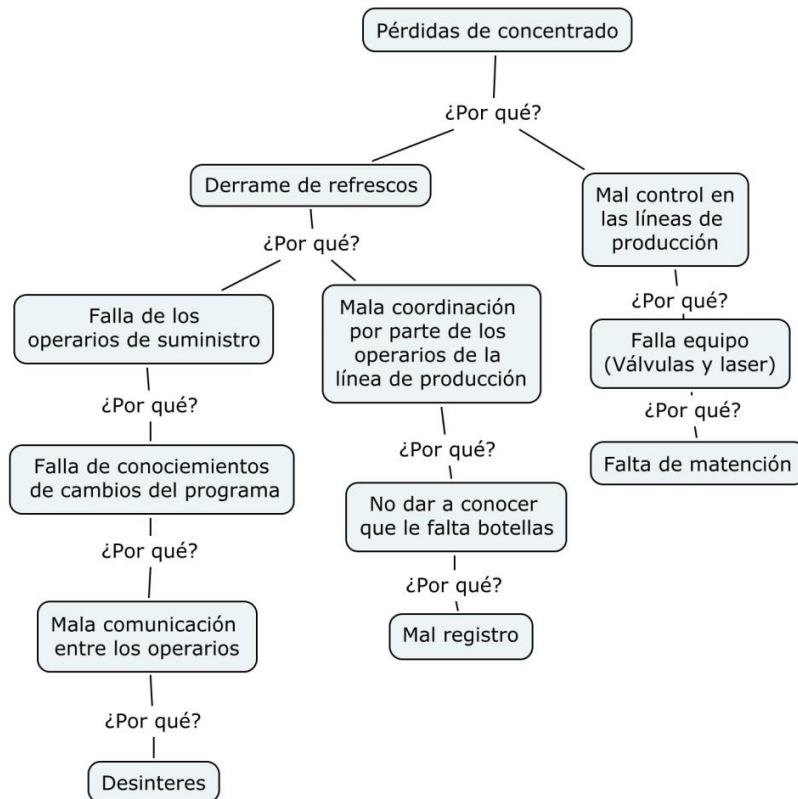
- **Derrame de Refrescos:**

Esta causa también fue mencionada en las pérdidas de azúcar, y ocurre lo mismo pero tiene consecuencias diferentes, es decir, aquí las pérdidas que ocurren son de concentrado al derramarse bebida por fallas de los operarios de suministros, que envían más de lo que se indica en el programa o por mala coordinación de los operarios de las líneas de producción, por no solicitar el número de botellas adecuado a la cantidad de litros preparados.

- **Control deficiente en las líneas de producción:**

Hace referencia a que el llenado esta fuera del rango especificado, ya que en ocasiones son llenadas bajo el nivel permitido generando que no pasen el control de calidad de llenado, siendo eliminadas y perdiendo el contenido.

Ilustración 10 - ARA Pérdidas de concentrado

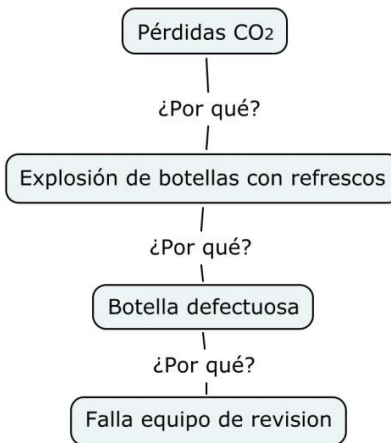


2.4.3 Pérdidas de CO₂

La principal causa de la pérdida de CO₂ se obtiene por la explosión de las botellas retornables que pasaron el control de revisión sin ser rechazadas como botellas defectuosas o por fatiga de material.

A continuación en la ilustración 11 se pueden observar los problemas que provocan las pérdidas de CO₂.

Ilustración 11- ARA Pérdidas de CO₂



2.4.4 Registro erróneo de control de pérdidas

En el análisis realizado sobre el registro erróneo del control de pérdidas como se puede apreciar en el ilustración 12, las principales causas son:

- **Registro erróneo por parte de los operarios:**

Es el registro erróneo o incompleto de las materias primas utilizadas y pérdidas obtenidas durante el proceso de elaboración de refrescos en el sistema SAP. Esto se provoca por un desinterés de los operarios o debido a que la información entregada por el sistema es inexacta (desviación en la medición de flujómetros, datos erróneos provenientes de otras áreas), realizándose un mal registro de los datos. (Se evidenció en la realización del periodo de Practica Universitaria)

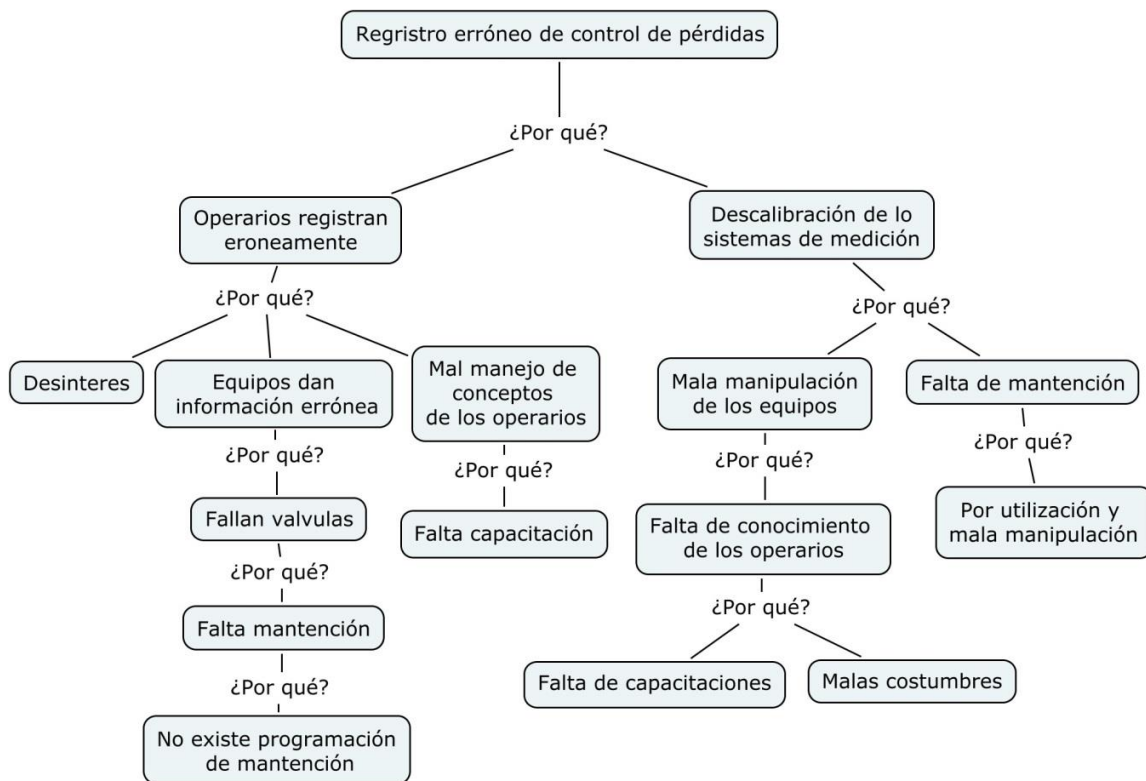
- **Falla y descalibración de los equipos:**

Los equipos fallan y se descalibran debido a su uso y la mala manipulación de los IBC por parte de los operarios, dejándolos caer descuidadamente, generando que se

descalibren las balanzas. Cuando los sistemas arrojan errores estos los saltan aludiendo a que sucede siempre o que es común dicho error sin prestar importancia ni comunicarlo a la persona correspondiente. Cuando los instrumentos de medición experimentan tensiones físicas, variaciones de temperatura o ya cumplen su vida útil, su precisión disminuye gradualmente por lo cual es muy importante la mantención de estos equipos y como no se realiza, ello causa que los resultados de las mediciones no sean fiables⁴.

En la ilustración 12 se puede observar las causas encontradas para el registro erróneo:

Ilustración 12 - ARA Registro erróneo de control de pérdidas.



Fuente: <http://www.beamex.net/es/about/why-calibrate.html>⁴

2.5 Proceso de Embotellado

Las botellas pasan a la llenadora, donde inmediatamente después de ser llenadas son taponadas con un tapón hermético para que la bebida pueda conservar sus características organolépticas y su gasificación para su comercialización. Las botellas llenas y tapadas son inspeccionadas para verificar que el nivel de llenado y contenido neto cumplen con lo especificado en los estándares de The Coca Cola Company y la legislación aplicable vigente (**Ley N°20606**). Las llenadoras son capaces de llenar 370 botellas por minuto.

Una vez cumplidas todas estas etapas, las botellas son codificadas en forma automática con la fecha de consumo preferente, línea de producción y, día y hora de llenado. Las botellas ya llenas e inspeccionadas pasan por una encajonadora donde son colocadas dentro de las cajas dependiendo del formato en el caso de refrescos retornables y en pack en el caso de las desechables. Estas son posteriormente dispuestas en los pallets.

Los palets son identificados y codificados, posteriormente son apilados ordenadamente protegidos bajo techo, a la espera de ser cargados en los camiones para ser distribuidos a los clientes.

2.6 Análisis de la Situación Actual

Ya mencionadas ciertas generalidades de la empresa Embotelladora Andina, refiriéndonos a su situación actual y problemas que afectan su productividad, es fundamental detallar el proceso de recopilación de información para establecer una propuesta de optimización del proceso de elaboración de refrescos.

La metodología que utilizamos consta de; Levantar y Categorizar las fallas existentes con su correspondiente impacto económico. Proponer posibles soluciones para reducir las pérdidas de las materias primas optimizando el proceso de elaboración de refrescos. Para ello se realizó los siguientes pasos.

1.- Informe detallado de los eventos indeseados.

En esta etapa se realizó un levantamiento de toda la información de importancia en los eventos indeseados (falla de los silos, derrames de bebida terminada, información errónea de los Registros, entre otras).

2.- Estimación de las pérdidas y análisis de los sistemas de control existentes.

La finalidad fue analizar la forma en que se controla el proceso productivo y cuáles son los indicadores de productividad y eficiencia

3.- Propuestas de las posibles soluciones

4.- Análisis técnico y operacional de las posibles soluciones

5.- Análisis económico

6.- Selección de propuesta de reducción de pérdidas

1.- Informe detallado de los eventos indeseados.

En Embotelladora Andina se registran día a día los sucesos anormales que ocurren durante el proceso de elaboración de los refrescos, dicha información fue facilitada por los operarios para su posterior análisis, siendo extraída desde el Software SAP. La información facilitada corresponde a los meses de Marzo, Abril y Mayo, esta fue analizada para considerar los sucesos que tengan relación con la pérdida de refrescos, ya sea; concentrado, CO₂ y azúcar.

A continuación se muestra la tabla en la que se indican las fallas y el número de repeticiones que ocurrieron durante los meses mencionados:

Tabla 1 - Falla v/s n° de repeticiones

Falla	N° de repeticiones
Alto % de rechazo falso , se baja velocidad del equipo	3
Baja presión en la entrada de producto, se baja la tasa	1
Botellas a medio llenar	1
Botellas mal rechazadas provocan atochamientos	1
Exceso de rechazo	12
Exceso de rechazo falso	9
Exceso falso rechazo: acl,boca,contorno	5
Falta de carbonato	9
Línea detenida por posible contaminación de bebida en estanque de elaboración	1
Problema de rechazo alto se mantiene se baja velocidad a 16000 botellas	3
Rechaza 100% sabor Fanta el equipo inspector electrónico rechaza (asiste personal kronos y ajus	1
Reventones	106
Se trabaja con 20% menos por falta de repuestos.	2
Se vacía de la taza de la llenadora	16
Vaciado del estanque	1
Total general	171

De acuerdo a los datos de la tabla, se puede observar que la falla más recurrente dentro de los 3 meses, son los reventones de botellas defectuosas, la cual no es muy importante viéndolo desde el punto de pérdida de materias primas ya que, solo se pierde el contenido de dichas botellas. (Si ocurre en las llenadoras antiguas, se pierden las dos botellas anteriores y la posteriores a esta).

Por ejemplo, si se analiza desde una visión productiva, se detiene el proceso productivo durante aproximadamente 3 minutos, y se dejan de producir 600 refrescos

durante ese periodo de tiempo, es decir, por los 106 reventones se dejaron de producir 63.600 botellas, en este caso, es de gran importancia.

El exceso de rechazo, puede producirse ya sea por alto o bajo nivel de llenado de refresco terminado. Esto se realiza de forma unificada, luego de ser revisadas por un inspector electrónico. En el caso de que el contenido sea rechazado por calidad se perderán lotes completos.

La falta de tapas, al igual que en el primer caso, no genera daño, la pérdida de materia prima solo disminuye la productividad. Hay que tener en cuenta que la tabla nos muestra las repeticiones de los sucesos y no la cantidad de botellas que se vieron afectadas en cada suceso.

Para poder determinar las pérdidas en el proceso de llenado que se obtienen a causa de reventones, llenado bajo nivel, bebidas sin tapa, bebidas sin etiquetas, se comparó la información que el departamento de suministro envía a las líneas de producción, con los litros embotellados (Los Lts Embotellados son los refrescos terminados y los Lts Producidos son los enviados por el departamento de suministro). A continuación tabla resumen de los tres meses de los datos anteriores (para mayor detalle ver Anexo 1):

Tabla 2 - Lts Embotellados v/s Lts Producidos

Sabor	Lts Embotellados	Lts Producidos
Agua Tónica	262.611 lt	38.290 lt
Benedictino	1.334.671 lt	1.597.665 lt
Burn Guarana	37.572 lt	0 lt
Coca Cola	107.046.002 lt	81.678.915 lt
Coca Cola Light	19.819.475 lt	15.413.034 lt
Coca Cola Zero	11.145.130 lt	8.908.120 lt
Fanta	20.038.493 lt	14.334.060 lt
Fanta Limón	39.033 lt	0 lt
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	840.906 lt	358.110 lt
Fanta Roja	162.600 lt	152.305 lt
Quatro Guarana	83.952 lt	0 lt
Inca Kola Zero	73.341 lt	15.700 lt
Inca Kola Mango	293.949 lt	111.930 lt
Nordic Mist Ginger Ale	473.994 lt	508.810 lt
Nordic Mist Ginger Ale Zero	342.954 lt	242.100 lt
Quatro Light	143.748 lt	44.350 lt
Sprite	17.658.650 lt	12.333.741 lt
Sprite Zero	1.862.269 lt	1.037.530 lt
Total general	181.659.350 lt	136.774.660 lt

Como se puede observar en la columna de Lts Producidos se registran datos cero, esto no significa que no hayan producido dicho sabor, sino que los datos no están registrados.

A continuación la tabla 3 representa el total de Acumulación; suma de todos los días que quedó un excedente entre los litros producidos y embotellados, el total de Pérdida; cuando se obtuvo un déficit de refresco y, un Total; diferencia entre acumulación y las pérdidas durante los meses de marzo, abril y mayo;

Tabla 3 - Acumulación v/s Pérdida

Sabor	Acumulación [lt]	Pérdida [lt]	Total [lt]
Agua Tónica	224.321 lt		224.321 lt
Benedictino	262.993 lt		262.993 lt
Burn Guarana	37.572 lt		37.572 lt
Coca Cola	27.996.164 lt	2.629.076 lt	25.367.086 lt
Coca Cola Light	5.546.142 lt	1.139.701 lt	4.406.440 lt
Coca Cola Zero	3.062.613 lt	825.604 lt	2.237.009 lt
Fanta	6.097.355 lt	392.922 lt	5.704.433 lt
Fanta Limón	39.033 lt		39.033 lt
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	485.551 lt	2.755 lt	482.796 lt
Fanta Roja	23.014 lt	12.719 lt	10.294 lt
Cuatro Guarana	83.952 lt		83.952 lt
Inca Kola Zero	57.641 lt		57.641 lt
Inca Kola Mango	184.023 lt	2.004 lt	182.019 lt
Nordic Mist Ginger Ale	67.716 lt	102.532 lt	-34.816 lt
Nordic Mist Ginger Ale Zero	149.220 lt	48.366 lt	100.854 lt
Quatro Light	99.398 lt		99.398 lt
Sprite	6.122.460 lt	797.551 lt	5.324.908 lt
Sprite Zero	853.275 lt	28.535 lt	824.738 lt
Total general	51.392.443 lt	5.981.767 lt	45.410.676 lt

Se puede ver que hay una acumulación total de 45.147.685 Lt de refrescos, valor que excede la realidad. Es por esto, que decidimos hacer un análisis verificando que los litros embotellados tengan relación con los litros producido., Por lo que se obtiene la siguiente tabla resumen (para mayor información ver Anexo 2):

Tabla 4 - Lts Embotellados v/s Lts Producidos

Sabor	Lts Embotellados	Lts Producidos
Coca Cola	32.405.808 lt	32.233.909 lt
Coca Cola Light	5.294.890 lt	5.263.833 lt
Coca Cola Zero	4.833.860 lt	4.787.560 lt
Fanta	6.207.602 lt	6.203.806 lt
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	167.655 lt	170.410 lt
Fanta Roja	79.268 lt	82.645 lt
Inka Kola Mango	109.926 lt	111.930 lt
Nordic Ginger Ale	288.090 lt	296.420 lt
Nordic Mist Ginger Ale Zero	150.624 lt	154.920 lt
Sprite	5.934.525 lt	5.913.121 lt
Sprite Zero	463.248 lt	462.315 lt
Total general	55.935.496 lt	55.680.869 lt

A continuación se puede observar una tabla resumen de las pérdidas y acumulación de refrescos obtenidos:

Tabla 5 - Acumulación v/s Pérdida

Sabor	Acumulación [lt]	Pérdida [lt]	Total general [lt]
Coca Cola	389.760 lt	217.861 lt	171.899 lt
Coca Cola Light	58.195 lt	27.138 lt	31.057 lt
Coca Cola Zero	64.939 lt	18.640 lt	46.299 lt
Fanta	48.807 lt	45.011 lt	3.796 lt
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C		2.755 lt	-2.755 lt
Fanta Roja		3.377 lt	-3.377 lt
Inka Kola Mango		2.004 lt	-2.004 lt
Nordic Ginger Ale		8.330 lt	-8.330 lt
Nordic Mist Ginger Ale Zero		4.296 lt	-4.296 lt
Sprite	56.141 lt	34.737 lt	21.404 lt
Sprite Zero	3.646 lt	2.712 lt	933 lt
Total general	621.488 lt	366.861 lt	254.627 lt

Como se aprecia hay una acumulación total de 254.627 litros, lo cual en comparación con la tabla 3 nos lleva a pensar en conclusiones prematuras; se está alterando la información de los litros producidos de bebida, los datos registrados por los operadores registran errores o la acumulación en estanques y tuberías genera la diferencia.

También ocurren pérdidas de refrescos por distintas otras razones, pero una muy importante es la relacionada al cambio de sabor ya que, ocurre una merma que es inherente

al proceso, puesto que sabemos que se debe desperdiciar una porción del refresco en dos casos, el primero es por la realización del cambio de sabor en el cual se pierde una parte de la bebida restante y la segunda es cuando se realiza el empuje del nuevo sabor.

A continuación se muestra tabla de **pérdidas obtenidas por los cambios de sabor** en marzo, abril y mayo:

Tabla 6 - Perdida por cambio de sabor mensuales

Sabor	Pérdida Marzo por cambio de sabor [lt]	Pérdida Abril por cambio de sabor [lt]	Pérdida Mayo por cambio de sabor [lt]	Pérdida Total por cambio de sabor [lt]
Agua Tónica	800 lt	800 lt	800 lt	2.400 lt
Benedictino	2.700 lt	3.000 lt	2.700 lt	8.400 lt
Burn Guarana	600 lt	600 lt	600 lt	1.800 lt
Coca Cola	81.500 lt	89.500 lt	81.100 lt	252.100 lt
Coca Cola Light	53.100 lt	50.100 lt	43.800 lt	147.000 lt
Coca Cola Zero	30.900 lt	35.800 lt	31.000 lt	97.700 lt
Fanta	53.200 lt	53.300 lt	36.100 lt	142.600 lt
Fanta Limón	800 lt	0 lt	0 lt	800 lt
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	2.200 lt	4.200 lt	1.200 lt	7.600 lt
Fanta Roja	1.400 lt	800 lt	600 lt	2.800 lt
Quatro Guarana	800 lt	800 lt	0 lt	1.600 lt
Inka Kola Zero	0 lt	600 lt	800 lt	1.400 lt
Inka Kola Mango	1.600 lt	800 lt	1.600 lt	4.000 lt
Nordic Ginger Ale	1.600 lt	2.400 lt	1.900 lt	5.900 lt
Nordic Mist	600 lt	2.400 lt	600 lt	3.600 lt
Ginger Ale Zero				
Quatro Light	600 lt	600 lt	0 lt	1.200 lt
Sprite	55.200 lt	48.000 lt	45.100 lt	148.300 lt
Sprite Zero	8.200 lt	8.000 lt	6.400 lt	22.600 lt
Total general	295.800 lt	301.700 lt	254.300 lt	851.800 lt

Como se observa en la tabla, el refresco que posee mayor cantidad de pérdida por cambio de sabor; es el sabor Coca Cola, pero la producción Coca Cola es 5 veces la cantidad de las refresco (ver tabla 7) que le siguen Fanta, Sprite, Coca Cola Light, por lo cual es importante la variable pérdidas/litros embotellados, por lo que podremos apreciar que el porcentaje real de pérdida es menor.

Tabla de litros embotellados entre el periodo Marzo a Mayo.

Tabla 7 - Litros embotellados mensuales

Sabor	Marzo[lt]	Abril [lt]	Mayo[lt]	Total [lt]
Agua Tónica	135.747 lt	78.867 lt	47.997 lt	262.611 lt
Benedictino	562.545 lt	357.072 lt	415.054 lt	1.334.671 lt
Burn Guarana	3.987 lt	28.620 lt	4.965 lt	37.572 lt
Coca Cola	39.565.404 lt	37.130.627 lt	30.349.971 lt	107.046.002 lt
Coca Cola Light	7.757.594 lt	6.528.158 lt	5.533.723 lt	19.819.475 lt
Coca Cola Zero	4.278.266 lt	3.352.613 lt	3.514.251 lt	11.145.130 lt
Fanta	8.372.744 lt	6.718.080 lt	4.947.669 lt	20.038.493 lt
Fanta Limón	39.033 lt	0 lt	0 lt	39.033 lt
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	287.004 lt	468.999 lt	84.903 lt	840.906 lt
Fanta Roja	86.077 lt	60.318 lt	16.205 lt	162.600 lt
Quatro Guarana	55.854 lt	28.098 lt	0 lt	83.952 lt
Inca Kola Zero	0 lt	39.969 lt	33.372 lt	73.341 lt
Inka Kola Mango	129.312 lt	75.159 lt	89.478 lt	293.949 lt
Nordic Ginger Ale	197.964 lt	192.276 lt	83.754 lt	473.994 lt
Nordic Mist Ginger Ale Zero	85.860 lt	210.276 lt	46.818 lt	342.954 lt
Quatro Light	57.186 lt	86.562 lt	0 lt	143.748 lt
Sprite	6.962.234 lt	6.090.011 lt	4.606.405 lt	17.658.650 lt
Sprite Zero	705.109 lt	755.504 lt	401.657 lt	1.862.269 lt
Total general	69.281.919 lt	62.201.209 lt	50.176.222 lt	181.659.350 lt

Como se puede apreciar, el refresco más producido es sabor Coca Cola seguido de Fanta, Coca Cola Light, Sprite y por ultimo Coca Cola Zero. Por lo tanto en una primera instancia el enfoque en la reducción del parámetro **perdidas/litros embotellados** debe ir enfocado a estos productos ya que, al disminuir el nivel de pérdida por litro de refresco de estos sabores, se generará un mayor impacto en la disminución de las pérdidas y rentabilización de productos debido a la magnitud de producción de dichos sabores.

Estimación de las pérdidas

Para poder estimar las pérdidas que se generan en el proceso productivo se realiza una comparación entre las pérdidas que se obtienen v/s el refresco producido.

Tabla resumen de meses Marzo, Abril y Mayo:

Tabla 8 - Lts Embotellados v/s Pérdidas por cambio de sabor

Sabor	Lts. Embotellados[lt]	Pérdida por cambio de sabor [lt]	% de pérdida
Agua Tónica	262.611 lt	2.400 lt	0,91%
Benedictino	1.334.671 lt	8.400 lt	0,63%
Burn Guarana	37.572 lt	1.800 lt	4,79%
Coca Cola	107.046.002 lt	252.100 lt	0,24%
Coca Cola Light	19.819.475 lt	147.000 lt	0,74%
Coca Cola Zero	11.145.130 lt	97.700 lt	0,88%
Fanta	20.038.493 lt	142.600 lt	0,71%
Fanta Limón	39.033 lt	800 lt	2,05%
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	840.906 lt	7.600 lt	0,90%
Fanta Roja	162.600 lt	2.800 lt	1,72%
Quatro Guarana	83.952 lt	1.600 lt	1,91%
Inca Kola Zero	73.341 lt	1.400 lt	1,91%
Inka Kola Mango	293.949 lt	4.000 lt	1,36%
Nordic Ginger Ale	473.994 lt	5.900 lt	1,24%
Nordic Mist Ginger Ale Zero	342.954 lt	3.600 lt	1,05%
Quatro Light	143.748 lt	1.200 lt	0,83%
Sprite	17.658.650 lt	148.300 lt	0,84%
Sprite Zero	1.862.269 lt	22.600 lt	1,21%
Total general	181.659.350 lt	851.800 lt	0,47%

La pérdida causada por el cambio de sabor es significativa ya que, se desperdicia concentrado, azúcar y agua, aunque esta no supera un 0,25% en el caso de Coca Cola analizado desde el punto de vista de las pérdidas en litros. Pero al ser llevada a valor económico se podrá apreciar que tiene una pérdida importante, si analizamos el caso contrario donde el porcentaje de pérdida es grande (Fanta Limón), vemos que la producción es pequeña por tanto esto nos indica que el porcentaje menor de pérdida de Coca Cola, solo se debe a economías de escalas de nivel de producción, lo que conlleva que se realicen menos cambio de sabor provocando un aumento en la eficiencia del proceso de elaboración de este refresco, y no a que el proceso en si se esté realizando de la manera idónea.

Al realizar un análisis de las **pérdidas que se obtienen en el Proceso de llenado** se obtiene la siguiente tabla.

Tabla 9 - Lt Embotellados v/s Pérdidas en el proceso de llenado

Sabor	Lts. Embotellados[lit]	Pérdidas [lit]	% Pérdidas
Coca Cola	32.405.808 lt	217.861 lt	0,67%
Coca Cola Light	5.294.890 lt	27.138 lt	0,51%
Coca Cola Zero	4.833.859 lt	18.640 lt	0,39%
Fanta	6.207.602 lt	45.011 lt	0,73%
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	167.655 lt	2.755 lt	1,64%
Fanta Roja	79.268 lt	3.377 lt	4,26%
Inka Kola Mango	109.926 lt	2.004 lt	1,82%
Nordic Ginger Ale	288.090 lt	8.330 lt	2,89%
Nordic Mist Ginger Ale Zero	150.624 lt	4.296 lt	2,85%
Sprite	5.934.525 lt	34.737 lt	0,59%
Sprite Zero	463.248 lt	2.712 lt	0,59%
Total general	55.935.496 lt	366.861 lt	0,66%

En la tabla anterior se excluyeron las acumulaciones de refrescos y solamente se consideraran las pérdidas, las acumulaciones son generadas por factores variables los cuales no son posibles de cuantificar debido al registro erróneo de datos y de la acumulación de estanques y cañerías que no es contabilizado. Por lo que tenemos:

Entradas – acumulaciones = Salidas

Para poder realizar una comparación entre los diversos tipos de pérdidas que se suscitan en el proceso de elaboración es necesario llevarlos todos a una unidad común, en este caso será monetaria, por tanto se compararán dependiendo del impacto económico que generen, para ello llevaremos cada una de las pérdidas encontradas a unidades de pérdidas monetaria (\$), desglosando las pérdidas, en pérdidas de concentrado, azúcar y CO₂.

A continuación Tabla resumen de **las pérdidas de concentrado, azúcar y agua, por cambio de sabor** (para mayor detalle ver anexo 3):

Tabla resumen de Marzo, Abril, Mayo:

Tabla 10 - Pérdidas de materia prima por cambio de sabor

Sabor	Pérdida de concentrado[\$]	Pérdida de azúcar[\$]	Pérdida de agua[\$]
Agua Tónica	\$228.000	\$61.758	\$2.270
Benedictino	\$0	\$0	\$8.400
Burn Guarana	-	\$0	\$1.703
Coca Cola	\$23.634.375	\$8.804.593	\$226.890
Coca Cola Light	\$23.369.231	\$0	\$145.891
Coca Cola Zero	\$14.028.718	\$0	\$97.181
Fanta	\$13.547.000	\$6.279.231	\$130.092
Fanta Limón	\$55.067	\$35.227	\$731
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	\$1.216.000	\$0	\$7.552
Fanta Roja	\$266.000	\$123.295	\$2.621
Quatro Guarana	\$200.000	\$54.922	\$1.490
Inca Kola Zero	\$144.112	\$0	\$1.321
Inka Kola Mango	\$171.678	\$136.054	\$3.774
Nordic Ginger Ale	\$590.000	\$307.677	\$5.476
Nordic Mist Ginger Ale Zero	\$370.202	\$0	\$3.405
Quatro Light	\$204.000	\$0	\$1.194
Sprite	\$14.088.500	\$4.993.175	\$138.393
Sprite Zero	\$3.616.000	\$0	\$22.501
Total general	\$95.728.884	\$20.795.931	\$800.882

Lo que respecta a las **pérdidas de concentrado, azúcar y agua que ocurren en la sala de Embotellado** durante los meses de marzo, abril y mayo se pueden ver a continuación tabla resumen de aquellos meses (para mayor detalle de las pérdidas por meses ver Anexo 4, 5 y 6):

Tabla 11 - Pérdidas de materia prima en sala de embotellado

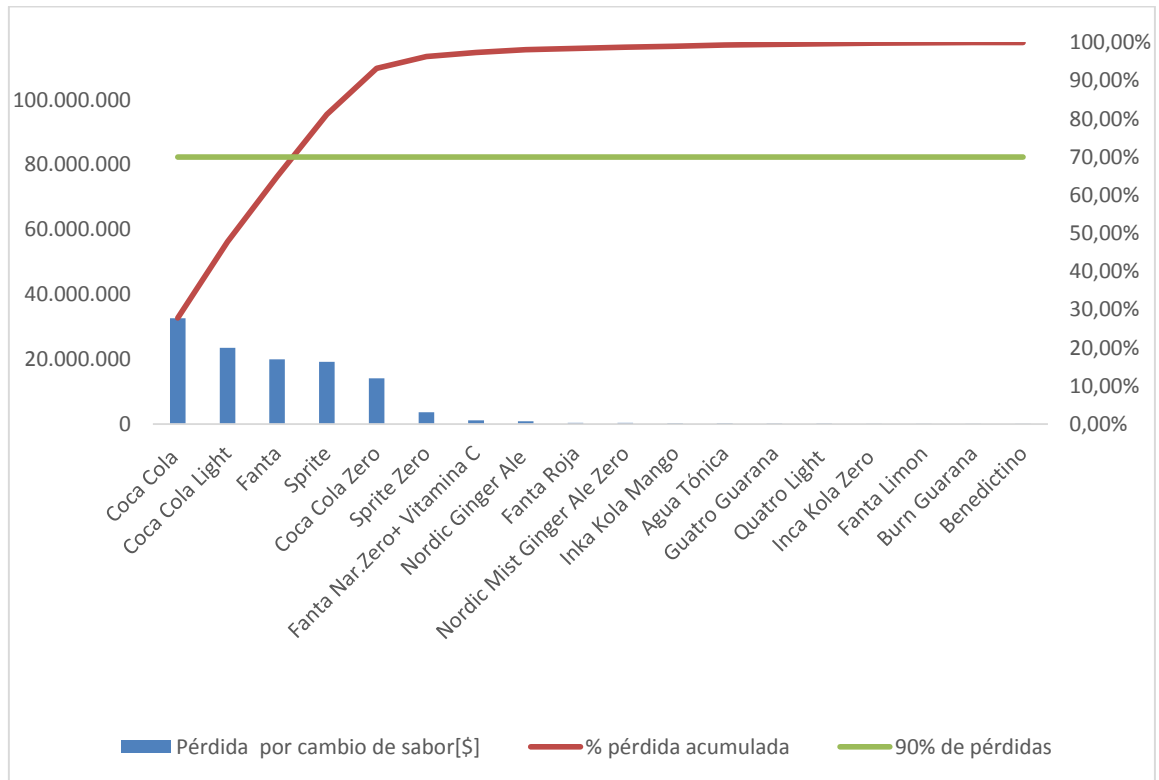
Sabor	Pérdida de concentrado[\$]	Pérdida de azúcar[\$]	Pérdida de agua[\$]
Coca Cola	\$20.424.466	\$7.608.794	\$196.075
Coca Cola Light	\$2.544.201	\$0	\$26.933
Coca Cola Zero	\$1.747.488	\$0	\$18.541
Fanta	\$4.219.779	\$1.982.008	\$41.063
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	\$258.281	\$0	\$2.737
Fanta Roja	\$316.583	\$148.697	\$3.161
Inka Kola Mango	\$187.875	\$68.163	\$1.891
Nordic Ginger Ale	\$780.938	\$434.398	\$7.731
Nordic Mist Ginger Ale Zero	\$402.750	\$0	\$4.063
Sprite	\$3.256.579	\$1.169.569	\$32.416
Sprite Zero	\$254.288	\$0	\$2.701
Total general	\$34.393.228	\$11.411.630	\$337.312

Y para finalizar Tabla de comparación de las pérdidas obtenidas por los cambios de sabor v/s el proceso de embotellado en \$ se muestra a continuación:

Tabla 12 - Pérdidas cambio de sabor v/s Pérdida en proceso de llenado

Sabor	Pérdidas cambio de sabor	Pérdida proceso de llenado	Total pérdidas
Agua Tónica	\$292.028	\$0	\$292.028
Benedictino	\$8.400	\$0	\$8.400
Burn Guarana	\$87.060	\$0	\$87.060
Coca Cola	\$32.665.858	\$28.229.335	\$60.895.193
Coca Cola Light	\$23.515.122	\$2.571.135	\$26.086.256
Coca Cola Zero	\$14.125.899	\$1.766.029	\$15.891.928
Fanta	\$19.956.323	\$6.242.849	\$26.199.172
Fanta Limón	\$91.025	\$0	\$91.025
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	\$1.223.552	\$261.019	\$1.484.570
Fanta Roja	\$391.916	\$468.441	\$860.357
Quatro Guarana	\$256.412	\$0	\$256.412
Inca Kola Zero	\$145.433	\$0	\$145.433
Inca Kola Mango	\$311.506	\$257.929	\$569.435
Nordic Ginger Ale	\$903.153	\$1.223.066	\$2.126.219
Nordic Mist Ginger Ale Zero	\$373.607	\$406.813	\$780.421
Quatro Light	\$205.194	\$0	\$205.194
Sprite	\$19.220.068	\$4.458.564	\$23.678.632
Sprite Zero	\$3.638.501	\$256.988	\$3.895.489
Total general	\$117.411.055	\$46.142.170	\$163.553.224

Claramente las pérdidas por cambio de sabor son mayores a las pérdidas por elaboración, casi en un 50%, para lo cual se realiza una presentación grafica de Pareto, manifestando las pérdidas de cambio de sabor y verificando los sabores con mayores pérdidas para su posterior reducción. Ver Ilustración 13.

Ilustración 13 - Grafico de Pareto de Pérdidas de cambio de sabor

En el gráfico anterior se dan a conocer las pérdidas monetarias de cada refresco a causa de los cambios de sabor, el 93,25% de las pérdidas son generadas por Coca Cola, Coca Cola Light, Fanta, Sprite y Coca Cola Zero que ascienden a \$109.483.269. Si se reducen las pérdidas de estos cinco sabores se lograrán los resultados esperados de disminuir las pérdidas de concentrado y azúcar en un 70%.

Capítulo 3: Propuesta y Resultados

3.1 Propuestas

Las pérdidas que se producen en el proceso productivo fueron explicadas en el capítulo anterior. Estas se pueden dividir en dos; pérdidas obtenidas por el cambio de sabor que equivalen a **\$117.411.055** y pérdidas que se producen en el proceso de llenado equivalente a **\$46.142.170**. De acuerdo a estos datos, las pérdidas por cambio de sabor son mayores a las del proceso de llenado, por lo que nos enfocaremos en la reducción de pérdidas por cambio de sabor.

Para las pérdidas obtenidas por el cambio de sabor tenemos que considerar que las líneas de llenado no son únicas para un determinado sabor de refresco sino que producen más de uno, por lo cual al pensar en propuestas de solución para las pérdidas obtenidas por cambio de sabor, se debe analizar las pérdidas obtenidas por línea ya que se podrá apreciar los sabores que producen y sus respectivas pérdidas.

Tabla 13 - Pérdidas de refresco por línea.

SABOR	LINEA-01	LINEA-02	LINEA-03	LINEA-04	LINEA-05	LINEA-06	LINEA-07	LINEA-08	LINEA-09	Total general
☒ Agua Tónica								2400		2400
☒ Benedictino							4400	4000		8400
☒ Burn Guarana						1800				1800
☒ Coca Cola	49400	42000	23000	24800	25200	3600	23100	16000	45000	252100
☒ Coca Cola Light	21600	32400	14400	8800	12600	1800	14400	9000	32000	147000
☒ Coca Cola Zero	18000	18000	800	800	7200	1800	13500	7200	30400	97700
☒ Fanta	22100	25200	28000	12000	14400	3000	14300	5600	18000	142600
☒ Fanta Limon								800		800
☒ Fanta Nar.Zero+ Vitamina C								4400	3200	7600
☒ Fanta Roja					1200			1600		2800
☒ Guatro Guarana								1600		1600
☒ Inca Kola Zero								1400		1400
☒ Inca Kola Mango								4000		4000
☒ Nordic Ginger Ale							1100	4800		5900
☒ Nordic Mist Ginger Ale Zero								3600		3600
☒ Quatro Light								1200		1200
☒ Sprite	22100	30000	26000	9600	15000	2400	8800	5600	28800	148300
☒ Sprite Zero		8400	800		2400			3000	8000	22600
Total general	133200	156000	93000	56000	78000	14400	79600	76200	165400	851800

Luego analizada la tabla anterior, de la cual se puede observar que los sabores que tienen mayores pérdidas son Coca Cola, Coca Cola Zero, Coca Cola Light, Fanta y Sprite como ya se ha mencionado en el capítulo anterior, las propuestas se enfocarán a disminuir gran cantidad de las pérdidas de estos sabores. Se definen a continuación:

- Que cada línea produzca un sabor determinando.
- Instalar estanques de almacenamiento intermedios.
- Rediseñar la propuesta de planificación de la producción.
- Realizar el empuje de refresco con aire.

a) *Que cada línea produzca un sabor determinando*; es decir, se determinará para cierta cantidad de línea producir un sabor determinado, así como también tendrá que producir en todos los formatos con los que cuenta Embotelladora Andina, lo cual se requeriría de un esfuerzo enorme para satisfacer los requerimientos productivos.

Ventaja: Disminución total de las pérdidas obtenidas por el cambio de refresco ya que existirán menos cambios de sabor, líneas centralizada facilitando cálculos y control de la producción de los refrescos con mayor importancia.

Desventaja: Al realizar un cambio de formato el tiempo de transición al nuevo formato se considerara como tiempos muertos, habría que tener un stock de una mayor gama de formatos para cada línea e ir modificando la información del equipo de llenado en cada cambio de formato. También considerar el alto costo de modificar las líneas para que sean capaces de embotellar botellas retornables y desechables.

b) *Instalar estanques de almacenamiento intermedios*; Lo que se propone es disponer de 5 estanques de 5000 litros cada uno para los sabores Coca cola, Coca cola Zero, Coca cola Light, Fanta y Sprite, en los cuales se ingrese la cantidad de refresco restante de las tuberías mediante empuje del refresco con agua para ser reutilizada en la nueva elaboración de refresco.

Ventaja: La acumulación de refresco en las tuberías luego del proceso de llenado se conservara en el estanque para poder ser utilizado como un aumento del refresco en la nueva mezcla. Otro beneficio es que se pueden seguir utilizando los controladores del modelo Scada para la apertura y cierre de válvulas y envío de los contenidos.

Desventajas: Costo de instalación de los estanques intermedios, espacio a utilizar por los estanques.

c) *El rediseño de la planificación de la producción* consiste primeramente en un estudio de mercado en la cual se determine los sabores preferidos de los clientes, así como del tipo de formato más conveniente para ellos, esto generando un cruce de información con los pedidos históricos de las botillerías, las distribuidoras y supermercados. Esta medición debe ser lo más exacta posible, al tener determinada esta primera parte se cambiara a producir mediante un sistema push del refresco menos solicitado al más solicitado reduciendo al mínimo los cambios de sabor.

Ventajas: Facilitación del control de materias primas, disminución al mínimo las pérdidas por cambio de sabor, no requiere de un rediseño de planta, no requiere cambios de equipos.

Desventaja: Se podría generar desabastecimiento.

d) Realizar el empuje de refresco con aire; esta considera realizar el empuje del refresco restante en las tuberías con aire para que posterior a ello la llenadora pueda seguir realizando su trabajo.

Ventaja: Se podrá recuperar el 50% de las pérdidas generadas por el cambio de sabor. Funcionalidad compatible con sistema Scada con la apertura y cierre de válvulas, no requiere de un rediseño mayor.

Desventaja: Costo de instalación de los equipos

3.2 Desarrollo de las Propuestas

a) Propuesta 1

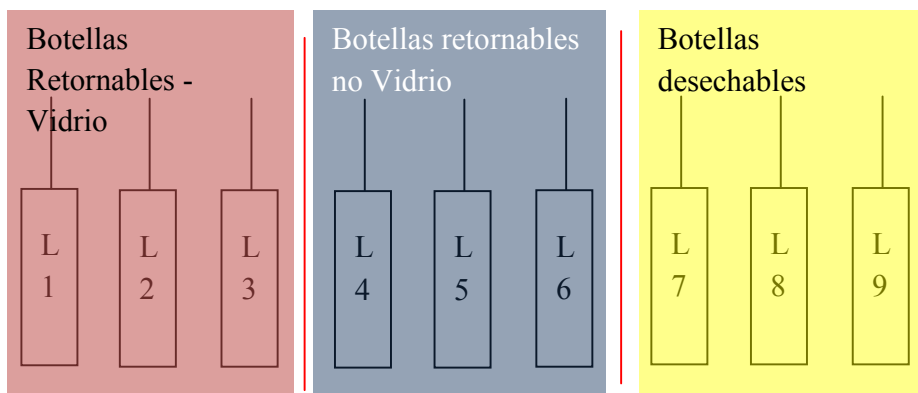
Como ya se ha mencionado, Embotelladora Andina cuenta con 9 líneas de producción para diferentes sabores, en diferentes formatos según corresponda, lo que se puede ver en la ilustración 14. Al realizar cambios de sabor ocurren pérdidas, a la que proponemos:

Destinar 5 líneas para que funcionen de forma centralizada con los sabores con mayores pérdidas, es decir, que cada una de las 5 líneas se encargarán de producir; Coca Cola, Coca Cola Zero, Coca Cola Light, Fanta y Sprite de forma independiente, y el resto de las líneas funcionará de forma normal con los demás sabores.

Cada una de las 5 líneas deberán ser modificadas para producir en todos los formatos y en los 3 tipos de botellas con los que cuenta la Empresa (desechable, retornable y vidrio). También hay que considerar que las botellas desechables necesitan un proceso extra para adquirir su forma final ya que, llegan en unas pre-formas.

Con esta propuesta se logrará disminuir casi a cero las pérdidas de refrescos ya que, en 5 líneas dejarán de existir cambios de sabor, siendo destinadas para producir un solo refresco. Pero para llevar a cabo esta propuesta se deberá incurrir en gastos para modificar cada una de las 9 líneas ya que, todas deberán embotellar botellas retornables, desechables y de vidrio, así como también en sus respectivos formatos (0.237 lt, 0.250 lt, 0.350 lt, 0.5 lt, 0.591 lt, 1 lt, 1.25 lt, 1.5 lt, 1.75 lt, 2 lt, 2.5 lt, 3 lt) ya que, al tener 5 líneas destinadas para ciertos sabores, las otras líneas tendrán que ser capaces para cumplir con el resto de la programación de los demás sabores.

Ilustración 14 - Actualidad



Propuesta

Las pérdidas obtenidas en la actualidad por las línea 1, línea 2, línea 3 y línea 4, es de 438.200 lt, lo que equivale a una pérdida de 5.216,7 lt por día y el de las línea 5, línea 6, línea 7, línea 8 y línea 9 es de 413.600 lt, que por día equivale a 4.923,8 lt, con un total de 851.800 lt, como se puede ver en la tabla 14 y 15 (para mayor detalle de la pérdidas de los sabores por línea, ver anexo 7):

Tabla 14 - Pérdidas obtenidas en Línea 1,2, 3 y 4

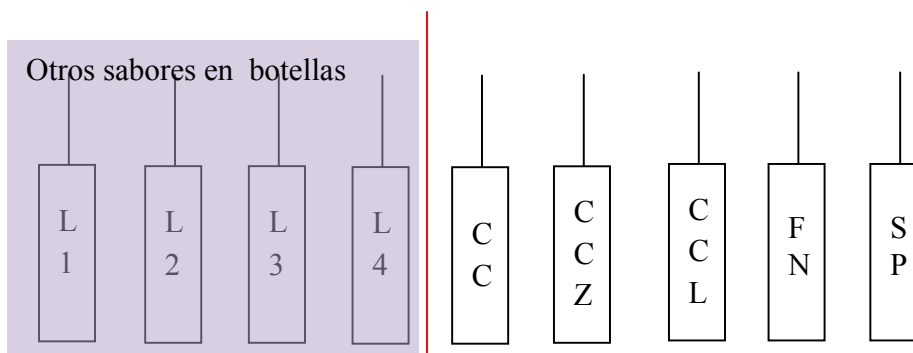
Sabor	Pérdidas	Pérdida por día
Línea 1	133.200 lt	1.585,7 lt
Línea 2	156.000 lt	1.857,1 lt
Línea 3	93.000 lt	1.107,1 lt
Línea 4	56.000 lt	666,7 lt
Total general	438.200 lt	5.216,7 lt

Tabla 15 - Pérdidas obtenidas en Línea 5, 6, 7,8 y 9

Sabor	Pérdidas	Pérdidas por día
Línea 5	78.000 lt	928,6 lt
Línea 6	144.00 lt	171,4 lt
Línea 7	79.600 lt	947,6 lt
Línea 8	76.200 lt	907,1 lt
Línea 9	165.400 lt	1.969 lt
Total general	413.600 lt	4.923,8 lt

En cambio, si destinamos las líneas que ocupan solo botellas desechables a solo producir un sabor determinado, es decir, la línea 5 produce Coca Cola, la línea 6 produce Coca Cola Zero, la línea 7 produce Coca cola Light, la línea 8 produce Fanta y la línea 9 produce Sprite, como se puede observar en la ilustración 15.

Ilustración 15 - Propuesta 1



Las pérdidas de la línea 5, línea 6, línea 7, línea 8 y línea 9 se disminuirán a 0 (cero) ya que, no habrán cambios de sabor, por consiguiente las pérdidas que seguirán ocurriendo se encontrarán en la línea 1, línea 2, línea 3, línea 4, y como estas líneas dejarán producir Coca Cola, Coca Cola Light, Coca Cola Zero, Sprite y Fanta, la pérdida total de estas líneas se reducirán en un 92,5%, que corresponde a otros sabores como Fanta roja, Fanta Naranja zero+vitamina C, Sprite Zero, etc. Esto se puede observar en la tabla a continuación:

Tabla 16 - Disminución de las pérdidas con Propuesta

Línea	Pérdida (lt)	Pérdida (lt) con Propuesta	Porcentaje reducción
Línea 1	133.200	9.200	93,09%
Línea 2	156.000	16.000	89,74%
Línea 3	93.000	24.200	73,98%
Línea 4	56.000	14.700	73,75%
Total	438.200	64.100	92,47%

De acuerdo a los datos anteriores se puede analizar las pérdidas en forma monetaria, obteniendo lo siguiente:

Tabla 17 - Comparación pérdidas actuales v/s pérdidas con Propuesta

	Pérdida	Pérdida con Propuesta
Concentrado	\$95.728.884	\$ 7.061.060
Azúcar	\$ 20.881.289	\$ 804.290
Agua	\$ 800.882	\$ 62.436
Total	\$117.411.055	\$7.927.786

De acuerdo a la tabla se puede ver que la pérdida actual es de \$117.411.055 y si la propuesta se llevara a cabo, estas disminuirán en un 93,25% equivalente a \$109.483.269.

b) Propuesta 2

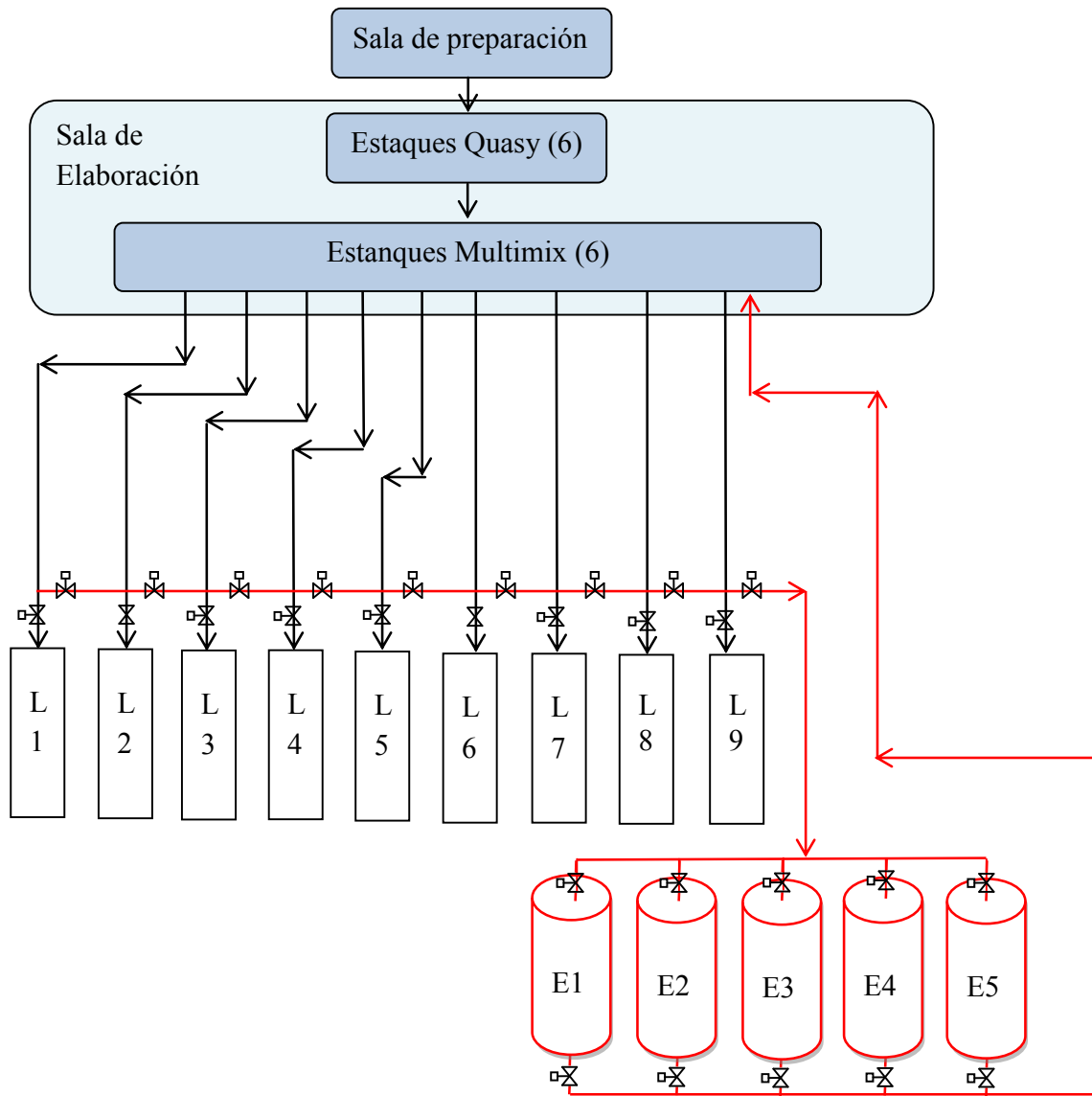
Otra opción para disminuir las pérdidas obtenidas en los cambios de sabor, es la incorporación de estanques de almacenamiento intermedios, es decir, ubicar estanques entre los estanques de Multimix y el proceso de embotellado.

Esto constara de 5 estanques de 5.000 lts cada uno, pero será solo para la producción de sabores con mayores pérdidas, es decir, para Coca Cola, Coca Cola Zero, Coca Cola Light, Fanta y Sprite.

A estos estanques se les enviará la cantidad sobrante de refresco que quedó en las tuberías de acuerdo al sabor correspondiente. A medida que los estanques estén alcanzando los 4.000 litros, se incorporaran a los estanques Multimix mediante empuje con agua. Al preparar la nueva producción, los estanques Multimix ya constaran con contenido por lo que el envío de los estanques Quasy será menor. Una vez lista la nueva la preparación en los estanques Multimix es reenviada a las líneas de embotellado, para continuar con la producción.

Todo será controlado por medio del Sistema Scada con que trabaja la Empresa; el cierre, la apertura de las válvulas y el envío del contenido. A continuación se ilustra lo anterior explicado:

Ilustración 16 - Propuesta 2



Se mostrará a modo de ejemplo las pérdidas mínima y máxima por día de Coca Cola Light en la línea 1 dentro de los 3 meses:

Tabla 18 - Desglose de las pérdidas de Coca Cola Light en la línea 1

Sabor	Pérdidas Min	Pérdida Max
Coca Cola Light	1.200 lt	2.400lt
Total	21.600 lt	

Coca Cola Light en la línea 1 tiene una pérdida de 21.600lt en tres meses y lo mínimo que pierde es de 1.200 lt por día y lo máximo que llega a perder son 2.400 lt por día, cantidad que será almacenada en los nuevos estantes para su posterior utilización, suprimiendo las pérdidas que se producían por cambio de sabor. Lo mismo ocurrirá para demás sabores con mayores pérdidas.

A continuación se puede ver la comparación entre las pérdidas por cambio de sabor actual y las pérdidas al incorporar los nuevos estantes, detallada por sabor (para mayor detalle ver anexo 9):

Tabla 19 - Comparación pérdidas actual v/s pérdidas con el nuevo estante.

Sabor	Pérdidas por cambio de sabor ACTUAL	Pérdidas por cambio de sabor con NVO. ESTANTES
Agua Tónica	2.400 lt	2.400 lt
Benedictino	8.400 lt	8.400 lt
Burn Guarana	1.800 lt	1.800 lt
Coca Cola	252.100 lt	0 lt
Coca Cola Light	147.000 lt	0 lt
Coca Cola Zero	97.700 lt	0 lt
Fanta	142.600 lt	0 lt
Fanta Limón	800 lt	800 lt
Fanta Nar.Zero+	7.600 lt	7.600 lt
Vitamina C		
Fanta Roja	2.800 lt	2.800 lt
Cuatro Guarana	1.600 lt	1.600 lt
Inca Kola Zero	1.400 lt	1.400 lt
Inca Kola Mango	4.000 lt	4.000 lt
Nordic Ginger Ale	5.900 lt	5.900 lt
Nordic Mist Ginger Ale	3.600 lt	3.600 lt
Zero		
Quatro Light	1.200 lt	1.200 lt
Sprite	148.300 lt	0 lt
Sprite Zero	22.600 lt	22.600 lt
Total general	851.800 lt	64.100 lt

Las pérdidas con la incorporación de un nuevo estante disminuirán en 92,46%, que equivalen 796.100 lt.

Como las pérdidas de Coca Cola, Coca Cola Light, Coca Cola Zero, Fanta y Sprite, se reducirán a cero, por la existencia de estos nuevos estantes, las pérdidas de las líneas

también se verán disminuidas. Se puede observar en la tabla a continuación (para mayor detalle de las pérdidas de los refrescos por cada una de las líneas, ver anexo 8):

Tabla 20 - Tabla resumen de la reducción de pérdida en cada línea:

Línea	Pérdidas	Pérdidas con Nvo. Estanque	Reducción
1	133.200 lt	0 lt	100%
2	156.000 lt	8.400 lt	94,6%
3	93.000 lt	800 lt	99,14%
4	56.000 lt	0 lt	100%
5	78.000 lt	3.600 lt	95,38%
6	14.400 lt	1.800 lt	87,5%
7	79.600 lt	1.100 lt	98,62%
8	76.200 lt	28.800 lt	62,20%
9	11.200 lt	19.600 lt	93,23%
Total	851.800 lt	64.100 lt	92,46%

Se puede observar que hay líneas que reducirán las pérdidas por cambio de sabor en un 100%, esto ocurre porque en estas líneas se producen solo los 5 sabores con mayores pérdidas, por ende al existir los nuevos estantes están tendrán pérdidas 0 (cero).

En las líneas que hay pérdidas bajo el 100%, se producen otros refrescos como; Agua tónica, Nordic Ginger Ale, Sprite Zero, Fanta Roja, Fanta limón, Fanta Naranja Zero + vitamina C, Burn Guarana, entre otros.

Con la inclusión de estos 5 nuevos estantes se logrará disminuir las pérdidas totales en un 93,46%.

Para mayor detalle de las pérdidas se analizará en forma monetaria las pérdidas de concentrado, azúcar y agua y su comparación con la incorporación de los nuevos estantes, (para mayor detalle ver anexo 9):

Tabla 21 - Comparación Pérdidas Actuales v/s Pérdida con nuevo estante

	Perdida Actual	Pérdida Actual (\$)	Perdida con nuevo estante	Pérdida con nuevo estante (\$)
Concentrado	428 U	\$ 95.728.884	25U	\$7.061.060
Azúcar	63.277 lt	\$ 20.881.289	2.437 lt	\$ 804.290
Agua	800.882 lt	\$800.882	62.436 lt	\$62.436
Total		\$117.411.055		\$7.927.786

Con la incorporación de los 5 nuevos de estanques de 5.000 litros cada uno se ahorra \$109.483.269, en otras palabras se dejarán de perder 796.100 litros de refresco, disminuyendo en un 93,25% de las pérdidas totales.

c) Propuesta 3

El rediseño de la planificación de la producción consiste primeramente en un estudio de mercado en la cual se determine los sabores preferidos de los clientes, así como del tipo de formato más conveniente para ellos, esto generando un cruce de información con los pedidos históricos de las botillerías, las distribuidoras y supermercados. Esta medición debe ser lo más exacta posible, al tener determinada esta primera parte se cambiara a producir mediante un sistema push del refresco más solicitado, al menos solicitado, reduciendo al mínimo los cambios de sabor.

El promedio de la producción diaria durante los tres meses es el siguiente:

Tabla 22 - Litros Producidos por refresco

Sabor	Prom. Lts. Producidos/Día
Coca Cola	1.274.357
Fanta	238.553
Coca Cola Light	235.946
Sprite	211.334
Coca Cola Zero	132.680
Sprite Zero	22.170
Benedictino	15.545
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	10.011
Nordic Ginger Ale	5.643
Nordic Mist Ginger Ale Zero	4.083
Inka Kola Mango	3.499
Agua Tónica	3.126
Fanta Roja	1.936
Quatro Light	1.711
Quatro Guarana	999
Inca Kola Zero	873
Fanta Limón	465
Burn Guarana	447
Total general	2.163.380

La producción en litros de refresco por línea son las siguientes:

Tabla 23 - Producción [lt] Promedio diaria por sabor en cada línea

Sabor	Línea-01	Línea-02	Línea-03	Línea-04	Línea-05
Agua Tónica					
Benedictino					
Burn Guarana					
Coca Cola	339.120	196.745	62.920	258.947	52.506
Coca Cola Light	41.538	32.535	15.763	6.803	10.406
Coca Cola Zero	30.154	18.299	443	977	4.454
Fanta	47.551	42.236	40.939	19.942	12.185
Fanta Limón					
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C					
Fanta Roja					467
Quatro Guarana					
Inca Kola Zero					
Inka Kola Mango					
Nordic Ginger Ale					
Nordic Mist Ginger Ale Zero					
Quatro Light					
Sprite	38.743	36.486	31.539	11.391	13.368
Sprite Zero		4.551	1.122		2.065
Total general	497.107	330.852	152.727	298.060	95.451

Tabla 24 - Producción [lt] Promedio diaria por sabor en cada línea

Sabor	Línea-06	Línea-07	Línea-08	Línea-09	Total general
Agua Tónica			3.126		3.126
Benedictino		5.158	10.388		15.545
Burn Guarana	447				447
Coca Cola	3.401	68.412	39.400	252.905	1.274.357
Coca Cola Light	1.047	27.210	24.678	75.965	235.946
Coca Cola Zero	916	19.517	14.123	43.797	132.680
Fanta	1.587	15.303	14.041	44.770	238.553
Fanta Limón			465		465
Fanta Nar.Zero+Vitamina C			6.117	3.894	10.011
Fanta Roja			1.469		1.936
Quatro Guarana			999		999
Inca Kola Zero			873		873
Inka Kola Mango			3.499		3.499
Nordic Ginger Ale		185	5.458		5.643
Nordic Mist Ginger Ale Zero			4.083		4.083
Quatro Light			1.711		1.711
Sprite	886	8.926	13.691	56.305	211.334
Sprite Zero			5.842	8.591	22.170
Total general	8.284	144.710	149.963	486.226	2.163.380

Como se aprecia todas las líneas producen Coca Cola, Coca Cola Light, Coca Cola Zero, Fanta y Sprite., siendo los sabores con mayor producción. De la línea 1 a la línea 6 los envases son retornables, a excepción de la producción de Burn formato 250cc vidrio que se elabora en la línea 6, de la línea 7 a la línea 9 son formatos desechables.

El formato por línea de producción se describen a continuación.

Tabla 25 - Formato v/s Línea de la producción [lt] promedio diaria

Formato (lt)	Línea-01	Línea-02	Línea-03	Línea-04	Línea-05
0,237					59.943
0,25					
0,35					35.508
0,5					
0,591					
1				8.848	
1,25			111.752	289.212	
1,5					
1,75					
2	16.363	278.182	40.975		
2,5	348.201	52.671			
3	132.543				
Total general	497.107	330.852	152.727	298.060	95.451

Tabla 26 - Formato v/s Línea de la producción [lt] promedio diaria

Formato (lt)	Línea-06	Línea-07	Línea-08	Línea-09	Total general
0,237	324				60.266
0,25	447	34.787			35.234
0,35	7.514				43.022
0,5		24.034			24.034
0,591		85.889	2.303		88.192
1			7.217	10.791	26.856
1,25					400.964
1,5			61.422	159.747	221.170
1,75			15.758		15.758
2			24.540		360.059
2,5			21.193	57.421	479.486
3			17.529	258.267	408.338
Total general	8.284	144.710	149.963	486.226	2.163.380

Al modificar la planificación de la producción la finalidad es, reducir los cambios de sabor al mínimo posible, estos son las combinaciones de la tabla sabor v/s línea. Al realizar un cambio de formato en la misma línea no habría pérdidas por refresco que queda en las líneas.

La tabla que se muestra a continuación nos indica la pérdida en litros en cada línea al realizar un cambio de sabor dependiendo si son refrescos azucarados o no. Si solo dice Ref, se refiere a que es la pérdida indiferentemente si es un refresco azucarado o no.

Tabla 27 - Tabla Pérdida

Perdida (lt)	Línea-01	Línea-02	Línea-03	Línea-04	Línea-05
300					Ref
400			Ref no azucarados	Ref	
450					
500			Ref azucarados		
550					
600	Ref no azucarado	Ref			
650	Ref azucarado				
800					
900					

Tabla 28 - Tabla pérdida

Perdida (lt)	Línea-06	Línea-07	Línea-08	Línea-09
300	Ref		Ref no azucarados	
400			Ref azucarados	
450		Ref no azucarados		
500				
550		Ref azucarados		
600				
650				
800				Ref no azucarados
900				Ref azucarados

Esta información fue entregada por los operarios de las líneas, los cuales nos informaron que esto se obtuvo de un estudio en el cual se determinó la pérdida de refresco dependiendo del refresco y la línea en que se estaba produciendo. Estos son los valores con los **cuales se determinaron** las pérdidas por cambio de sabor.

A continuación se muestran las pérdidas actuales que mantiene la empresa asociadas a la realización de los cambios de sabor.

Tabla 29 - Pérdida promedio actual litros por día al realizar los cambios de sabor

Sabor	Línea-01	Línea-02	Línea-03	Línea-04	Línea-05
Agua Tónica					
Benedictino					
Burn Guarana					
Coca Cola	588	500	274	295	300
Coca Cola Light	257	386	171	105	150
Coca Cola Zero	214	214	10	10	86
Fanta	263	300	333	143	171
Fanta Limón					
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C					
Fanta Roja					14
Quatro Guarana					
Inca Kola Zero					
Inka Kola Mango					
Nordic Ginger Ale					
Nordic Mist Ginger Ale Zero					
Quatro Light					
Sprite	263	357	310	114	179
Sprite Zero		100	10		29
Total general	1.586	1.857	1.107	667	929

Tabla 30 - Pérdida promedio actual litros por día al realizar los cambios de sabor.

Sabor	Línea-06	Línea-07	Línea-08	Línea-09	Total general
Agua Tónica			29		29
Benedictino		52	48		100
Burn Guarana	21				21
Coca Cola	43	275	190	536	3.001
Coca Cola Light	21	171	107	381	1.750
Coca Cola Zero	21	161	86	362	1.163
Fanta	36	170	67	214	1.698
Fanta Limón			10		10
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C			52	38	90
Fanta Roja			19		33
Quatro Guarana			19		19
Inca Kola Zero			17		17
Inca Kola Mango			48		48
Nordic Ginger Ale		13	57		70
Nordic Mist Ginger Ale Zero			43		43
Quatro Light			14		14
Sprite	29	105	67	343	1.765
Sprite Zero			36	95	269
Total general	171	948	907	1.969	10.140

Al realizar el rediseño de la producción, el promedio diario de pérdida de un mes cualquiera para la elaboración de refrescos, suponiendo que se elaboraran todos los sabores de refresco durante un mes (28 días) sería el siguiente.

Tabla 31 - Pérdida diaria promedio por cambio de sabor. (Lt)

Sabor	Línea-01	Línea-02	Línea-03	Línea-04	Línea-05
Agua Tónica					
Benedictino					
Burn Guarana					
Coca Cola	46	43	36	29	21
Coca Cola Light	43	43	29	29	21
Coca Cola Zero	43	43	29	29	21
Fanta	43	43	36	29	21
Fanta Limón					
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C					
Fanta Roja					21
Quatro Guarana					
Inca Kola Zero					
Inka Kola Mango					
Nordic Ginger Ale					
Nordic Mist Ginger Ale Zero					
Quatro Light					
Sprite	46	43	36	29	21
Sprite Zero		43	29		21
Total general	221	257	193	143	150

Tabla 32 - Pérdida diaria promedio por cambio de sabor. (Lt)

Sabor	Línea-06	Línea-07	Línea-08	Línea-09	Total general
Agua Tónica			21		21
Benedictino		32	21		54
Burn Guarana	21				21
Coca Cola	21	39	29	64	264
Coca Cola Light	21	32	21	57	239
Coca Cola Zero	21	32	21	57	239
Fanta	21	39	29	64	261
Fanta Limón			29		29
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C			21	57	21
Fanta Roja			21		43
Quatro Guarana			21		21
Inca Kola Zero			21		21
Inka Kola Mango			29		29
Nordic Ginger Ale		32	29		61
Nordic Mist Ginger Ale Zero			21		21
Quatro Light			21		21
Sprite	21	39	29	64	264
Sprite Zero			21	57	114
Total general	129	246	407	421	1.746

Al realizar el rediseño de la producción las pérdidas asociadas a los cambios de sabor se reducen en un 82,78% (litros de refresco), hay que considerar que la recuperación de refresco puede ser un poco mayor debido a que se consideró que se elaboraban todos los refrescos durante un mes, lo cual no siempre es así por lo que se disminuirá la pérdida asociada a la elaboración de ese determinado refresco.

Las mejoras que pueden surgir al elaborar los refrescos de esta manera también deben ser consideradas:

- Poder programar de manera más simple las mantenciones preventivas debido a que los equipos no estarán en uso.
- No habrá discordancia de información entre turnos ya que se seguirá produciendo el mismo sabor la mayoría de las veces
- En base al estudio de mercado, podrán generar nuevas oportunidades de los refrescos que no se producen en gran volumen pero si son solicitados.
- El control de los litros a mercado será mucho más rápido y ordenado ya que realizaríamos una producción en serie.
- El costo de implementación es solo riesgo de desabastecimiento.

d) Propuesta 4

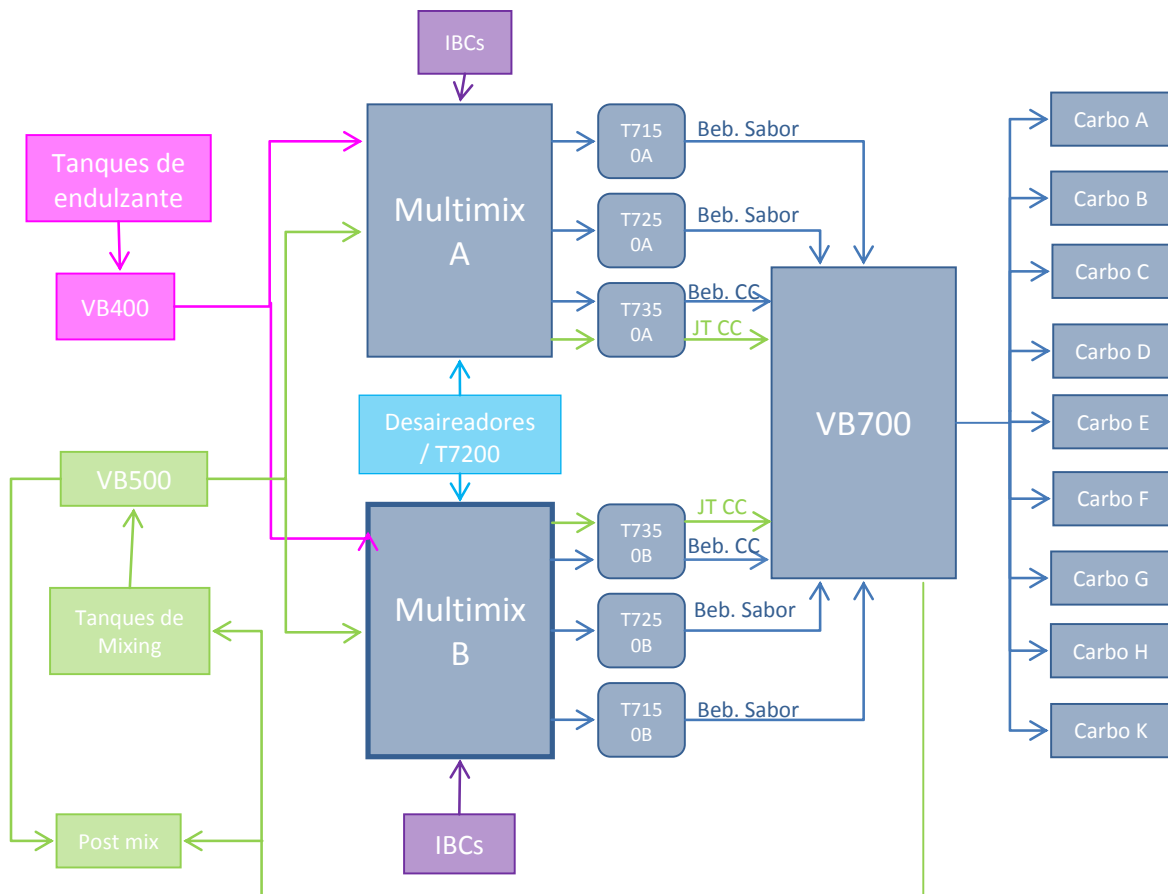
Al realizar el empuje de refresco restante en las cañerías con aire se debe considerar la forma en la que se realiza el proceso de llenado y las limitaciones que este tendría. A continuación una pequeña descripción del proceso:

Los estanques Multimix son los encargados de la preparación de bebida final a partir de la mezcla continua de los siguientes componentes:

- 1- Quasi/Jarabe Terminado (desde Tanques de Mixing)
- 2- Endulzante (HFCS desde Tanques de endulzante)
- 3- Concentrado de P1 y P2 de CC (desde IBCs)
- 4- Agua desaireada (desde Desaireadores)

La bebida final es almacenada temporalmente en estanques, para luego ser distribuidos a las líneas de embotellado a través de válvulas.

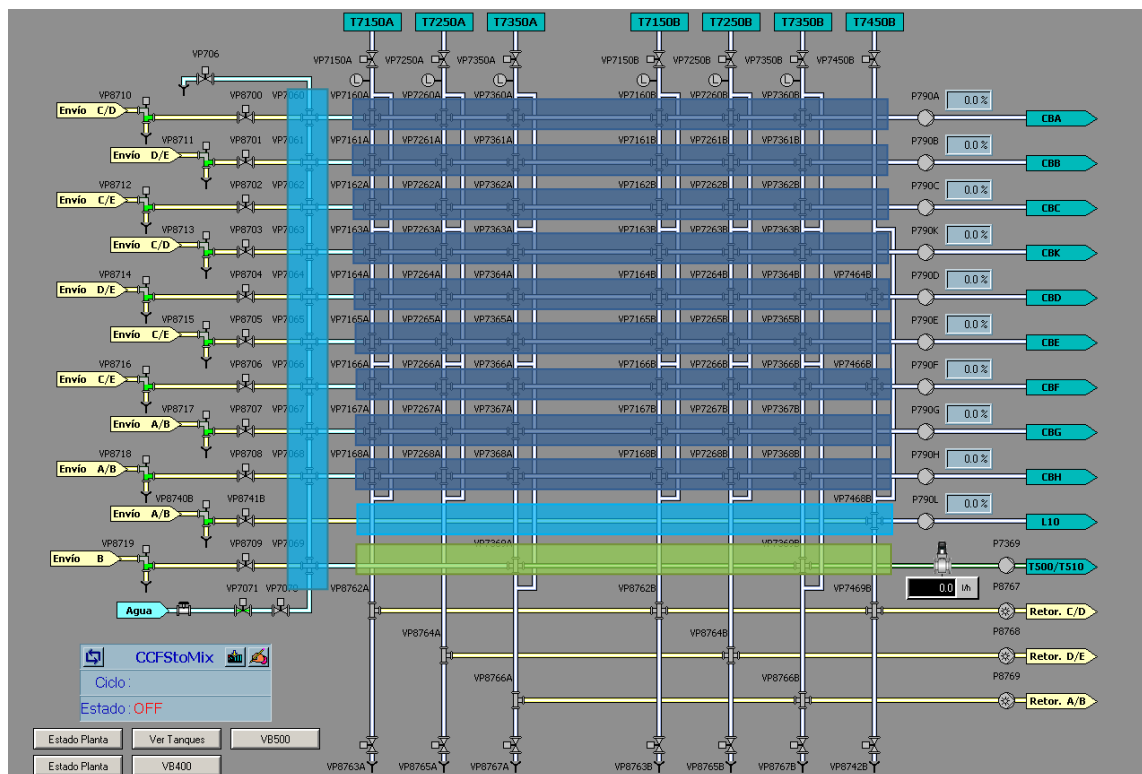
Ilustración 17 – Proceso de elaboración de refrescos



Este sería el ejemplo grafico de que el estaque pulmón VB700 posee los refrescos terminados listos para ser redirigidos a las líneas de llenado, como dato el único proceso de elaboración de refresco que funciona de manera distinta es Coca Cola ya que, esta pasa directamente a los estanques multimix a diferencia de los otros sabores que se cargan en los estanque mixing.

Empuje de refresco terminado

Ilustración 18 – Diagrama de Empuje de los refrescos terminados



Para poder realizar el empuje neumático se debe instalar un soplador en la misma posición donde se encuentran actualmente las válvulas para el paso del agua, esto se realizará con un bypass, (las conexiones de agua se deben mantener ya que estas se deberán utilizar para el proceso de limpieza), el objetivo de realizar el empuje con aire es recuperar la totalidad del refresco en la línea posterior al proceso de llenado, ya que a diferencia de realizar el empuje con agua no corremos el riesgo de que estos se mezclen. Para ello se necesitara la instalación de 9 sopladores el costo de cada soplador app es de \$270.000 por lo cual el costo total asciende a \$2.430.000.

A continuación se describe la aproximación de recuperación de refresco al utilizar empuje neumático.

Tabla 33 - Recuperación de refresco por línea con empuje neumático

En la siguiente tabla se muestran los litros a recuperar de cada refresco al realizar el empuje del refresco restante en las cañerías mediante la instalación de un soplador en cada línea.

Sabor	Línea-01	Línea-02	Línea-03	Línea-04	Línea-05
Agua Tónica	0	0	0	0	0
Benedictino	0	0	0	0	0
Burn Guarana	0	0	0	0	0
Coca Cola	24.700	21.000	11.500	12.400	12.600
Coca Cola Light	10.800	16.200	7.200	4.400	6.300
Coca Cola Zero	9.000	9.000	400	400	3.600
Fanta	11.050	12.600	14.000	6.000	7.200
Fanta Limón	0	0	0	0	0
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	0	0	0	0	0
Fanta Roja	0	0	0	0	600
Quatro Guarana	0	0	0	0	0
Inca Kola Zero	0	0	0	0	0
Inka Kola Mango	0	0	0	0	0
Nordic Ginger Ale	0	0	0	0	0
Nordic Mist Ginger Ale Zero	0	0	0	0	0
Quatro Light	0	0	0	0	0
Sprite	11.050	15.000	13.000	4.800	7.500
Sprite Zero	0	4.200	400	0	1.200
Total general	66.600	78.000	46.500	28.000	39.000

Tabla 34 - Recuperación de refresco por línea con empuje neumático

Sabor	Línea-06	Línea-07	Línea-08	Línea-09	Total general
Agua Tónica	0	0	1.200	0	1.200
Benedictino	0	2.200	2.000	0	4.200
Burn Guarana	900	0	0	0	900
Coca Cola	1.800	11.550	8.000	22.500	126.050
Coca Cola Light	900	7.200	4.500	16.000	73.500
Coca Cola Zero	900	6.750	3.600	15.200	48.850
Fanta	1.500	7.150	2.800	9.000	71.300
Fanta Limón	0	0	400	0	400
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	0	0	2.200	1.600	3.800
Fanta Roja	0	0	800	0	1.400
Quatro Guarana	0	0	800	0	800
Inca Kola Zero	0	0	700	0	700
Inka Kola Mango	0	0	2.000	0	2.000
Nordic Ginger Ale	0	550	2.400	0	2.950
Nordic Mist Ginger Ale Zero	0	0	1.800	0	1.800
Quatro Light	0	0	600	0	600
Sprite	1.200	4.400	2.800	14.400	74.150
Sprite Zero	0	0	1.500	4.000	11.300
Total general	7.200	39.800	38.100	82.700	425.900

Con esta propuesta solo se puede recuperar la mitad del refresco ya que el empuje inicial necesariamente se perderá, debido a que no debe existir aire en las cañerías porque la bomba no puede trabajar en vacío, para lo cual en primera instancia se debe llenar la cañería con agua para poder accionar la bomba y lograr desperdiciar solo lo que se mezcló y produjo refresco terminado (el que llega a la sala de llenado).

Por lo tanto se recuperan todos los restos que queden en las líneas de una manera rápida y eficiente, la cual puede ser controlada directamente desde la sala de operaciones mediante el sistema Scada, este cambio no presentaría ningún cambio a la producción actual por lo que el riesgo operacional en este caso es nulo, si bien no es tan eficiente como los otros métodos, no habrían problemas de desabastecimiento o problema relacionado con un cambio a nivel productivo.

3.3 Análisis Técnico y Operacional

a) Propuesta 1

Como se explicó anteriormente en la actualidad se obtienen pérdida promedio mensual de \$39.137.018, si la propuesta se realizara, las pérdidas disminuirían a \$2.642.595 mensual.

Pero esta propuesta no se podrá realizar, ya que, ninguna línea trabaja al 100% de su capacidad durante todo el día, lo que implica que ninguna línea alcanzaría a producir el máximo de producción deseado. Además del alto costo asociado al rediseño de las líneas para distribuir los formatos de envase, lo que implica las correas transportadoras, nuevos dispositivos de inflación, formato de envío, entre otros. Siendo esta inversión claramente mayor a la inversión de la Propuesta 2, en la que se invierten \$29.492.375.

Tabla 35 – Producción máxima por línea

Línea	Producción Máxima
1	20 m ³
2	60 m ³
3	40 m ³
4	60 m ³
5	60 m ³
6	15 m ³
7	40 m ³
8	40 m ³
9	60 m ³

Otro punto en contra serían los retrasos en los pedidos ya que, al centralizar las líneas en sabores determinados se dejaran de producir algunos formatos de forma paralela, quedando otros a la espera de ser producidos y de ser enviados a su local.

b) Propuesta 2

Ya explicada anteriormente la propuesta, se investigó los costos asociados para la inversión, los que se detallarán a continuación:

Tabla 36 - Inversión

Cantidad	Material	Precio	Total
5	Estanque acero inoxidable de 5 mil litros	\$ 4.400.475	\$ 22.002.375
19	Válvulas Moduladoras	\$ 150.000	\$ 2.850.000
10	Tubería acero inoxidable 316, 6 mts c/u	\$ 120.000	\$ 1.200.000
1	Sist. Scada actualización	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
5	64 hh Personas	\$288.000	\$1.440.000
Total			\$ 29.492.375

No se contarán con horas de detención ya que se realizará en los turnos en que la planta se encuentra detenida, que son los domingos en el turno 8002 y 8003, en un plazo aproximado de 2 meses de 8 horas diarias.

En lo que respecta a la vida útil de los insumos para el desarrollo de la propuesta se destaca a continuación, en la que se puede observar que tienen una larga vida útil por lo que los costos asociados solo serían de mantención y como la empresa no cuenta con un plan de mantención, solo se reparan por falla ocurrida los gastos serán mínimos.

Tabla 37 - Vida útil de los materiales

Material	Vida útil
Estanque de 5 mil litros	20 años
Válvulas	10 años
Tubos acero inoxidable 316	20 años
Sist. Scada actualización	1 año

Se puede observar que la inversión es de \$29.492.375 y en comparación a las pérdidas obtenidas por cambios de sabor que se realizó en el análisis anterior, corresponde a \$117.411.055, por lo que se pueden obtener más beneficios al llevar a cabo la Propuesta, ya que las pérdidas se verán disminuidas en \$109.491.669.

c) Propuesta 3

Como se menciona anteriormente el único costo asociado a la producción en serie de refrescos es quedar desabastecidos, o lo que se conoce normalmente como stock out ó rotura de stocks.

Rotura de stocks: Circunstancia lamentable que refleja la ausencia o escasez de suficiente stock de productos en un momento dado debido a falta de previsión.

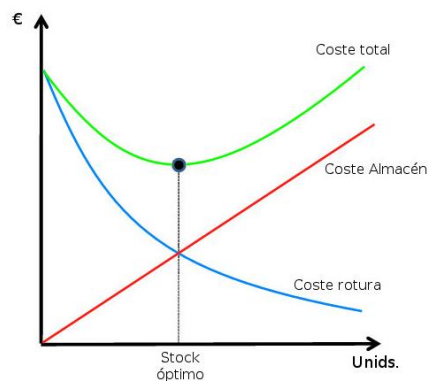
Fuente: Diccionario de marketing y publicidad de Lorenzo Iniesta

Se pueden distinguir dos tipos de demanda insatisfecha:

La demanda insatisfecha diferida: se produce cuando los pedidos de los clientes no se pueden cumplir ya que no hay existencias y estos son retrasados para ser atendidos en el primer momento en que este el producto disponible. El coste asociado a esta situación lo denominamos coste de carencia, habitualmente es muy difícil determinarlo con precisión en la práctica, ya que algunos de los conceptos implicados son muy difíciles de medir o no son cuantificables. Como; costo asociado al mal servicio a los clientes, costo de pérdida de imagen y trabajo administrativo extra originado por una orden retrasada.

La demanda insatisfecha perdida: Se produce cuando los pedidos de los clientes no se pueden cumplir; el coste asociado a este caso se denomina coste de rotura, que definiríamos como el costo de no atender a la demanda y por tanto de perderla. La determinación del costo de rotura, presenta dificultades análogas a las ya expuestas para el costo de carencia, siendo la más importante que el cliente se pase a la competencia, generando pérdida de ventas futuras y pérdida de imagen.

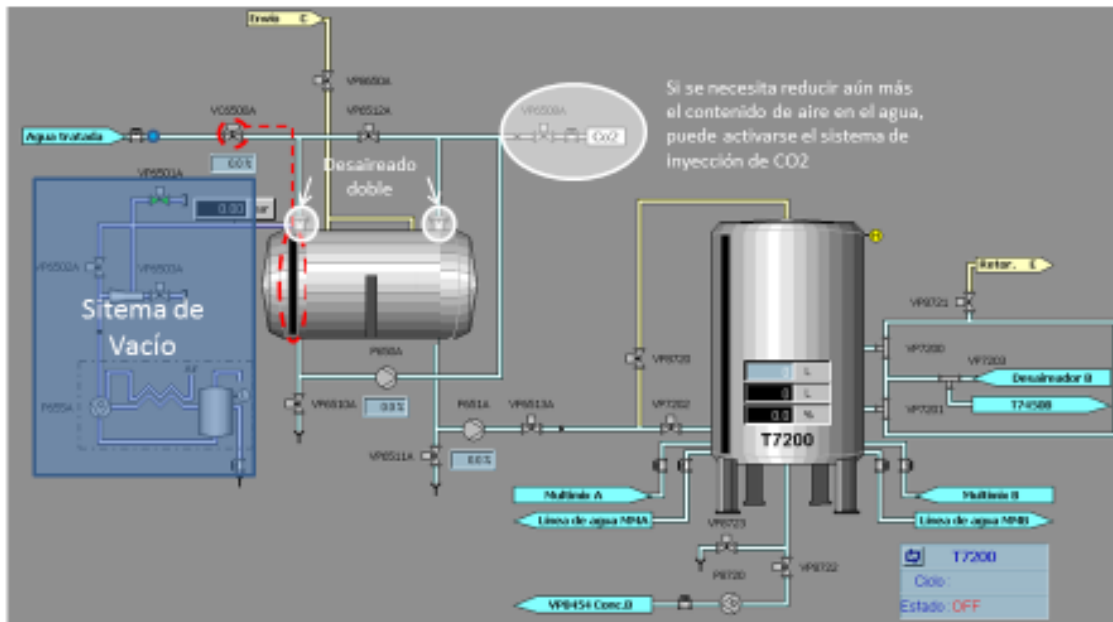
Por lo cual para evitar este riesgo lo que se debe hacer es lograr una correcta gestión de inventarios y estipular un inventario de seguridad. Ya que Si se guardan demasiadas unidades, estamos ocupando espacio innecesario (costeo de almacén), y si guardamos muy pocas podemos tener un exceso de demanda que nos dejen sin unidades, haciendo que vendamos menos y perdamos clientes (costos de rotura de stock).



d) Propuesta 4

En este caso solo se puede lograr la recuperación del 50 % de lo producido, si bien el costo de instalación es mínimo, estaríamos generando una complicación en el proceso de elaboración ya que, se requiere disminuir la cantidad de aire en el agua utilizada de la mezcla por lo cual pasa por un desaireador y en algunos casos se inyecta CO_2 para disminuir la cantidad de aire en el agua, como se muestra en el diagrama a continuación:

Ilustración 19 – Desaireación del agua



Es por esto que si bien la instalación del equipo no presenta un costo mayor este no sería viable ya que afecta al producto en sí.

Conclusión

Embotelladora Andina S.A, es una de las empresas más grandes de Chile, siendo su producto más conocido Coca Cola ya que, es el refresco con mayor consumo Mundial.⁵

Aun así nos encontramos con problemas que jamás imaginamos al tratarse de una mega empresa automatizada como; tuberías parchadas con cintas, malas conexiones de los camiones a los silos y problemas de comunicación entre áreas que se encuentran a menos de 50 mts.



Si bien la imagen corporativa no presenta problemas, esta tiene dificultades internas, luego de una ardua investigación, mediante la metodología del árbol de realidad actual (ARA) se determinaron los sucesos indeseados como; desinterés de los operarios, falta de conocimiento, falta de mantención de equipos, inexistencia de procedimientos de recepción de azúcar. Para esto utilizaremos “ciclos de mejora continua o Círculo de Deming” Con ello obtendremos el mejoramiento continuado de la calidad (disminución de fallos, aumento de la eficacia y eficiencia, etc)

Lo que respecta a las mejoras de circulación de azúcar en los silos ya fue solucionado mediante una modificación en el equipo, instalando paredes vibratoras en el conducto que da con el tornillo, lo cual evita el apelmazamiento del azúcar.

Para el control de recepción de azúcar se deben utilizar los dispositivos de pesaje ya existentes en la planta, para determinar la cantidad de kilogramos de azúcar que trae cada camión, por lo que se debe establecer un procedimiento de pesaje al ingreso y salida de esta y un procedimiento de conexión de la manguera al silo.

Fuente: *elespectador.com*⁵

Se debe establecer una pauta de mantención preventiva para los equipos importantes de la planta, llevando un histórico de las fallas, determinando si son fallas cíclicas o aleatorias. Si son fallas cíclicas se deberá realizar mantención para estos equipos preferentemente los días domingos, ya que se detiene la producción. Si son fallas aleatorias; se deberá constar con un repuesto en bodega, siempre y cuando el repuesto sea de un equipo crítico, porque detendrá la producción, siempre que el costo de traer el repuesto de forma inmediata sea mayor al costo del repuesto inmovilizado en bodega.

La falta de conocimiento de los operarios se puede erradicar realizando capacitaciones de forma sistemática acorde a los cambios o necesidades de la organización, siempre verificando que el conocimiento haya sido captado en su totalidad por él o los trabajadores, utilizando como mencionamos los ciclos de mejora continua.

Para evitar que se genere desinterés por la labor realizada, se debe incluir al trabajador en los objetivos que desea llevar a cabo la empresa, y mostrar la importancia de su labor en el proceso lo cual comprometerá y motivará al trabajador. Además, la mayoría de los trabajadores tienen conocimientos tanto de los problemas como de las soluciones de los mismos. Por consiguiente, produce conocimiento valioso para el éxito de la empresa que se debe aprovechar.

Cabe destacar que las mayores pérdidas correspondían a la realización de cambios de sabor, para que Embotelladora Andina S.A continúe desarrollándose debe enfocarse en la eficiencia de los procesos productivos.

Para poder disminuir las pérdidas por cambios de sabor se establecieron cuatro propuestas:

1. Que cada línea produzca un sabor determinando.
2. Instalar estanques de almacenamiento intermedios.
3. Rediseñar la propuesta de planificación de la producción.
4. Realizar el empuje de refresco con aire.

Las que fueron analizadas detalladamente para determinar la más indicada para Embotelladora Andina y, lograr disminuir las pérdidas. En la que se presenta como solución Instalar estanques de almacenamiento intermedios, ya que logra disminuir las pérdidas en un 93,25% (**\$109,5 millones trimestrales**), con una inversión de **\$29.492.375**. Esta propuesta es la más idónea debido a que no genera un riesgo operacional para la empresa, porque sigue produciendo con un sistema *pull* sin afectar al departamento de planificación de producción, ni en la forma de operar actual, siendo solo una intervención final para una posterior utilización de los refrescos.

Esta propuesta traerá varios beneficios para la Empresa, ya que se podrá reutilizar el refresco acumulado en las tuberías para la preparación en una nueva mezcla, y se podrán

seguir ocupando los mismos controladores del modelo Scada. Lo que respecta a la recuperación de la inversión esta se recuperaría en menos de un mes

Algunas de las propuestas si bien parecían bastante interesantes, fueron descartadas por complejidades que no se podían cuantificar, como es el riesgo de *stock out* en el caso de la planificación de la producción, donde dañamos directamente a la marca al no cumplir con nuestra demanda y damos la oportunidad a bienes sustitutos de penetrar en el mercado. Y otras más tangibles como; es el caso de la primera propuesta, donde la modificación de las líneas presentarían dos problemas, el primero es que una sola línea no daría abasto para la elaboración de Coca Cola y la segunda como llevaríamos todos los formatos de envase a una línea determinada, considerando que los envases retornable se envían por bandas transportadoras a su destino y los desechables llegan en forma de unos pequeños tubos que son transformados antes de pasar a la línea 8 y 9, donde son etiquetados de forma automática.



Por lo tanto la inversión que tendría que realizar la empresa es inverosímil con el retorno que esta generaría, porque todas las líneas tendrían que tener el sistema de etiquetado y para preparar los envases que llegan en preforma, donde solo la maquina etiquetadora tiene un valor comercial sobre los \$50 millones.

Otra opción que surgió fue destinar a una línea la producción de Coca Cola, pero las línea de forma independiente no dan abasto para la producción de este sabor, como ya se

mencionó anteriormente por lo que se hizo un análisis de las pérdidas por línea, se puede ver a continuación:

Sabor	LINEA-01	LINEA-02	LINEA-03	LINEA-04	LINEA-05	LINEA-06	LINEA-07	LINEA-08	LINEA-09	Total general
Agua Tónica	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 292.028	\$ -	\$ 292.028
Benedictino	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 4.400	\$ 4.000	\$ -	\$ 8.400
Burn Guarana	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 87.060	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 87.060
Coca Cola	\$ 6.401.005	\$ 5.442.150	\$ 2.980.225	\$ 3.213.460	\$ 3.265.290	\$ 466.470	\$ 2.993.183	\$ 2.073.200	\$ 5.830.875	\$ 32.665.858
Coca Cola Light	\$ 3.455.283	\$ 5.182.925	\$ 2.303.522	\$ 1.407.708	\$ 2.015.582	\$ 287.940	\$ 2.303.522	\$ 1.439.701	\$ 5.118.938	\$ 23.515.122
Coca Cola Zero	\$ 2.602.520	\$ 2.602.520	\$ 115.668	\$ 115.668	\$ 1.041.008	\$ 260.252	\$ 1.951.890	\$ 1.041.008	\$ 4.395.367	\$ 14.125.899
Fanta	\$ 3.092.810	\$ 3.526.643	\$ 3.918.493	\$ 1.679.354	\$ 2.015.225	\$ 419.838	\$ 2.001.230	\$ 783.699	\$ 2.519.031	\$ 19.956.323
Fanta Limon	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 91.025	\$ -	\$ 91.025
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 708.372	\$ 515.180	\$ 1.223.552
Fanta Roja	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 167.964	\$ -	\$ -	\$ 223.952	\$ -	\$ 391.916
Guatro Guarana	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 256.412	\$ -	\$ 256.412
Inca Kola Zero	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 145.433	\$ -	\$ 145.433
Inca Kola Mango	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 311.506	\$ -	\$ 311.506
Nordic Ginger Ale	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 168.384	\$ 734.768	\$ -	\$ 903.153
Nordic Mist Ginger Ale Zero	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 373.607	\$ -	\$ 373.607
Quatro Light	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 205.194	\$ -	\$ 205.194
Sprite	\$ 2.864.218	\$ 3.888.078	\$ 3.369.668	\$ 1.244.185	\$ 1.944.039	\$ 311.046	\$ 1.140.503	\$ 725.775	\$ 3.732.555	\$ 19.220.068
Sprite Zero	\$ -	\$ 1.352.363	\$ 128.796	\$ -	\$ 386.389	\$ -	\$ -	\$ 482.987	\$ 1.287.965	\$ 3.638.501
Total general	\$ 18.415.836	\$ 21.994.679	\$ 12.816.372	\$ 7.660.375	\$ 10.835.497	\$ 1.832.607	\$ 10.563.112	\$ 9.892.666	\$ 23.399.911	\$ 117.411.055

Concluyendo que la mejor opción sería que la línea 9 se encargara del embotellado de Coca Cola desechable y la línea 5 de los refrescos retornables, pero con esto solo podríamos recuperar \$32.665.858 que corresponde a un 27,82% de las pérdidas totales, no alcanzando los resultados esperados, que indican reducir en un 70% las pérdidas de concentrado y azúcar, en la tabla a continuación se puede observar:

	Pérdida de concentrado	Pérdida de azúcar	Pérdida Agua	Total Pérdidas
Pérdida Actual	95.728.884	\$20.881.289	\$800.882	\$117.411.055
Pérdida Nueva	\$72.094.509	\$12.076.697	\$573.992	\$84.745.197
Porcentaje de reducción	24,69%	42,17%	28,33%	27,82%

Otra consideración que se propuso fue juntar el estanque de Coca Cola Zero con el estanque de Coca Cola Light pensando que son refrescos similares, pero el problema es que al tener diferente composición, no se puede reutilizar, ya que no pasara el control de calidad.

Por lo que se reafirma la elección de estanques intermedios, donde se reducirán los índices de pérdidas optimizando el proceso de elaboración de refrescos y logrando los resultados esperados, como se puede ver a continuación, tabla resumen de los porcentajes de pérdidas de todos los sabores:

Sabor	Lts. Embotellados[lit]	Pérdida por cambio de sabor [lit]	% de Pérdida
Agua Tónica	262.611 lt	2.400 lt	0,91%
Benedictino	1.334.671 lt	8.400 lt	0,63%
Burn Guarana	37.572 lt	1.800 lt	4,79%
Coca Cola	107.046.002 lt	0 lt	0%
Coca Cola Light	19.819.475 lt	0 lt	0%
Coca Cola Zero	11.145.130 lt	0 lt	0%
Fanta	20.038.493 lt	0 lt	0%
Fanta Limón	39.033 lt	800 lt	2,05%
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	840.906 lt	7.600 lt	0,90%
Fanta Roja	162.600 lt	2.800 lt	1,72%
Quatro Guarana	83.952 lt	1.600 lt	1,91%
Inca Kola Zero	73.341 lt	1.400 lt	1,91%
Inca Kola Mango	293.949 lt	4.000 lt	1,36%
Nordic Ginger Ale	473.994 lt	5.900 lt	1,24%
Nordic Mist Ginger Ale Zero	342.954 lt	3.600 lt	1,05%
Quatro Light	143.748 lt	1.200 lt	0,83%
Sprite	17.658.650 lt	0 lt	0%
Sprite Zero	1.862.269 lt	22.600 lt	1,21%
Total general	181.659.350 lt	64.100 lt	0,035%

Optimizando el proceso de elaboración, al disminuir el índice de pérdida de los refrescos que, valga la redundancia representan el 93,25% de las pérdidas por cambio de sabor en el proceso de elaboración de refrescos y logrando los resultados esperados, como se puede ver a continuación:

	Pérdida de concentrado	Pérdida de azúcar	Pérdida de agua	Total Pérdidas
Perdida Actual	\$95.728.884	\$20.881.289	\$800.882	\$117.411.055
Perdida Prop.2	\$7.061.060	\$804.290	\$62.436	\$7.927.786
Porcentaje de reducción	92,62%	96,15%	92,2%	93,25%

Para finalizar, se determinó que los refresco que son descartados por deficiencia de nivel de llenado, se deben donar para comedores sociales o para los trabajadores de la empresa esto en un futuro será de vital importancia, lo cual se evidencia con la noticia “Francia prohibirá a los supermercados tirar comida⁶” en la que se muestra el futuro al que se acerca la industria de alimentos.

⁶ <http://www.elmundo.es/ciencia/2015/05/22/555f3b9a268e3eaf348b4583.html>

Anexo

Anexo 1: Tablas de comparación entre líneas de producción con los litros embotellados en los tres meses:

Marzo:

Sabor	Lt Embotellados	Lt Producidos
Agua Tónica	135.747	0
Burn Guarana	3.987	0
Coca Cola	39.565.404	34.644.132
Coca Cola Light	7.757.594	6.886.595
Coca Cola Zero	4.278.266	3.921.655
Fanta	8.372.744	6.000.643
Fanta Limón	39.033	0
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	287.004	225.760
Fanta Roja	86.077	65.770
Quatro Guarana	55.854	0
Inka Kola Mango	129.312	0
Nordic Mist Ginger Ale	197.964	294.420
Nordic Mist Ginger Ale Zero	85.860	0
Quatro Light	57.186	44.350
Sprite	6.962.234	5.309.005
Sprite Zero	705.109	414.230
Total general	68.719.374	57.806.560

Abril:

Sabor	Lt Embotellados	Lt Producidos
Agua Tónica	78.867	0
Burn Guarana	28.620	0
Coca Cola	38.025.814	30.475.001
Coca Cola Light	7.112.360	5.165.401
Coca Cola Zero	3.432.549	3.028.785
Fanta	6.874.560	5.238.273
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	468.999	93.040
Fanta Roja	60.318	69.660
Quatro Guarana	28.098	0
Inca Kola Zero	39.969	0
Inka Kola Mango	75.159	76.250
Nordic Mist Ginger Ale	192.276	126.760
Nordic Mist Ginger Ale Zero	210.276	193.760
Quatro Light	86.562	0
Sprite	5.760.710	4.607.211
Sprite Zero	843.020	412.955
Total general	63.318.157	49.487.096

Mayo:

Sabor	Lt Embotellados	Lt Producidos
Agua Tónica	47.997	38.290
Burn Guarana	4.965	0
Coca Cola	29.454.784	16.559.782
Coca Cola Light	4.949.521	3.361.038
Coca Cola Zero	3.434.315	1.957.680
Fanta	4.791.189	3.095.144
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	84.903	39.310
Fanta Roja	16.205	16.875
Inca Kola Zero	33.372	15.700
Inka Kola Mango	89.478	35.680
Nordic Mist Ginger Ale	83.754	87.630
Nordic Mist Ginger Ale Zero	46.818	48.340
Sprite	4.935.706	2.417.525
Sprite Zero	314.141	210.345
Total general	48.287.148	27.883.339

Anexo 2: Tabla análisis de verificación de litros embotellados con relación a litros producidos:

Marzo:

Sabor	Lt Embotellados	Lt Producidos
Coca Cola	14.496.232	14.513.418
Coca Cola Light	2.021.152	2.006.214
Coca Cola Zero	1.622.169	1.599.805
Fanta	1.602.316	1.612.765
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	129.603	131.100
Fanta Roja	63.063	65.770
Nordic Ginger Ale	79.776	82.030
Sprite	1.163.700	1.170.905
Sprite Zero	129.450	131.300
Total general	21.307.461	21.313.307

Abril:

Sabor	Lt Embotellados	Lt Producidos
Coca Cola	6.539.966	6.367.416
Coca Cola Light	1.874.075	1.864.471
Coca Cola Zero	1.607.354	1.584.365
Fanta	2.441.325	2.440.157
Inka Kola Mango	75.159	76.250
Nordic Ginger Ale	124.560	126.760
Nordic Mist Ginger Ale Zero	103.806	106.580
Sprite	2.855.719	2.843.551
Sprite Zero	179.652	179.720
Total general	15.801.617	15.589.270

Mayo:

Sabor	Lt Embotellados	Lt Producidos
Coca Cola	11.369.609	11.353.075
Coca Cola Light	1.399.662	1.393.148
Coca Cola Zero	1.604.337	1.603.390
Fanta	2.163.961	2.150.884
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	38.052	39.310
Fanta Roja	16.205	16.875
Inka Kola Mango	34.767	35.680
Nordic Ginger Ale	83.754	87.630
Nordic Mist Ginger Ale Zero	46.818	48.340
Sprite	1.915.106	1.898.665
Sprite Zero	154.147	151.295
Total general	18.826.418	18.778.292

Anexo3: Pérdidas por cambio de sabor

Marzo:

Sabor	Lts. Embotellados[lt]	Pérdida por cambio de sabor [lt]	% de pérdida
Agua Tónica	135.747	800	0,59%
Benedictino	562.545	2.700	0,48%
Burn Guarana	3.987	600	15,05%
Coca Cola	39.565.404	81.500	0,21%
Coca Cola Light	7.757.594	53.100	0,68%
Coca Cola Zero	4.278.266	30.900	0,72%
Fanta	8.372.744	53.200	0,64%
Fanta Limón	39.033	800	2,05%
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	287.004	2.200	0,77%
Fanta Roja	86.077	1.400	1,63%
Quatro Guarana	55.854	800	1,43%
Inka Kola Mango	129.312	1.600	1,24%
Nordic Ginger Ale	197.964	1.600	0,81%
Nordic Mist Ginger Ale Zero	85.860	600	0,70%
Quatro Light	57.186	600	1,05%
Sprite	6.962.234	55.200	0,79%
Sprite Zero	705.109	8.200	1,16%
Total general	69.281.919	295.800	0,43%

Abril:

Sabor	Lts. Embotellados[lt]	Pérdida por cambio de sabor [lt]	% de pérdida
Agua Tónica	78.867	800	1,01%
Benedictino	357.072	3.000	0,84%
Burn Guarana	28.620	600	2,10%
Coca Cola	37.130.627	89.500	0,24%
Coca Cola Light	6.528.158	50.100	0,77%
Coca Cola Zero	3.352.613	35.800	1,07%
Fanta	6.718.080	53.300	0,79%
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	468.999	4.200	0,90%
Fanta Roja	60.318	800	1,33%
Quatro Guarana	28.098	800	2,85%
Inca Kola Zero	39.969	600	1,50%
Inca Kola Mango	75.159	800	1,06%
Nordic Ginger Ale	192.276	2.400	1,25%
Nordic Mist Ginger Ale Zero	210.276	2.400	1,14%
Quatro Light	86.562	600	0,69%
Sprite	6.090.011	48.000	0,79%
Sprite Zero	755.504	8.000	1,06%
Total general	62.201.209	301.700	0,49%

Mayo:

Sabor	Lts. Embotellados[lt]	Pérdida por cambio de sabor [lt]	% de pérdida
Agua Tónica	47.997	800	1,67%
Benedictino	415.054	2.700	0,65%
Burn Guarana	4.965	600	12,08%
Coca Cola	30.349.971	81.100	0,27%
Coca Cola Light	5.533.723	43.800	0,79%
Coca Cola Zero	3.514.251	31.000	0,88%
Fanta	4.947.669	36.100	0,73%
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	84.903	1.200	1,41%
Fanta Roja	16.205	600	3,70%
Inca Kola Zero	33.372	800	2,40%
Inca Kola Mango	89.478	1.600	1,79%
Nordic Ginger Ale	83.754	1.900	2,27%
Nordic Mist Ginger Ale Zero	46.818	600	1,28%
Sprite	4.606.405	45.100	0,98%
Sprite Zero	401.657	6.400	1,59%
Total general	50.176.222	254.300	0,51%

Anexo 4: Pérdidas de concentrado por cambio de sabor

Marzo:

Sabor	Lts. Embotellados [lt]	Pérdida por cambio de sabor [lt]	Pérdida de concentrado[\$]
Agua Tónica	135.747	800	76.000
Benedictino	562.545	2.700	0
Burn Guarana	3.987	600	
Coca Cola	39.565.404	81.500	7.640.625
Coca Cola Light	7.757.594	53.100	8.441.538
Coca Cola Zero	4.278.266	30.900	4.436.923
Fanta	8.372.744	53.200	5.054.000
Fanta Limón	39.033	800	55.067
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	287.004	2.200	352.000
Fanta Roja	86.077	1.400	133.000
Quatro Guarana	55.854	800	100.000
Inka Kola Mango	129.312	1.600	68.671
Nordic Ginger Ale	197.964	1.600	160.000
Nordic Mist Ginger Ale Zero	85.860	600	61.700
Quatro Light	57.186	600	102.000
Sprite	6.962.234	55.200	5.244.000
Sprite Zero	705.109	8.200	1.312.000
Total general	69.281.919	295.800	33.237.525

Abril:

Sabor	Lts. Embotellados [lt]	Pérdida por cambio de sabor [lt]	Pérdida de concentrado[\$]
Agua Tónica	78.867	800	76.000
Benedictino	357.072	3.000	0
Burn Guarana	28.620	600	
Coca Cola	37.130.627	89.500	8.390.625
Coca Cola Light	6.528.158	50.100	7.964.615
Coca Cola Zero	3.352.613	35.800	5.140.513
Fanta	6.718.080	53.300	5.063.500
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	468.999	4.200	672.000
Fanta Roja	60.318	800	76.000
Quatro Guarana	28.098	800	100.000
Inca Kola Zero	39.969	600	61.762
Inka Kola Mango	75.159	800	34.336
Nordic Ginger Ale	192.276	2.400	240.000
Nordic Mist Ginger Ale Zero	210.276	2.400	246.802
Quatro Light	86.562	600	102.000
Sprite	6.090.011	48.000	4.560.000
Sprite Zero	755.504	8.000	1.280.000
Total general	62.201.209	301.700	34.008.153

Mayo:

Sabor	Lts. Embotellados [lt]	Pérdida por cambio de sabor [lt]	Pérdida de concentrado[\$]
Agua Tónica	47.997	800	76.000
Benedictino	415.054	2.700	0
Burn Guarana	4.965	600	
Coca Cola	30.349.971	81.100	7.603.125
Coca Cola Light	5.533.723	43.800	6.963.077
Coca Cola Zero	3.514.251	31.000	4.451.282
Fanta	4.947.669	36.100	3.429.500
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	84.903	1.200	192.000
Fanta Roja	16.205	600	57.000
Inca Kola Zero	33.372	800	82.350
Inca Kola Mango	89.478	1.600	68.671
Nordic Ginger Ale	83.754	1.900	190.000
Nordic Mist Ginger Ale Zero	46.818	600	61.700
Sprite	4.606.405	45.100	4.284.500
Sprite Zero	401.657	6.400	1.024.000
Total general	50.176.222	254.300	28.483.206

Anexo 5: Pérdidas de azúcar por cambio de sabor

Marzo:

Sabor	Lts. Embotellados [lt]	Pérdida por cambio de sabor [lt]	Pérdida de azúcar[\$]
Agua Tónica	135.747	800	20.586
Benedictino	562.545	2.700	0
Burn Guarana	3.987	600	0
Coca Cola	39.565.404	81.500	2.846.388
Coca Cola Light	7.757.594	53.100	0
Coca Cola Zero	4.278.266	30.900	0
Fanta	8.372.744	53.200	2.342.602
Fanta Limón	39.033	800	35.227
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	287.004	2.200	0
Fanta Roja	86.077	1.400	61.647
Quatro Guarana	55.854	800	27.461
Inka Kola Mango	129.312	1.600	54.422
Nordic Ginger Ale	197.964	1.600	83.438
Nordic Mist Ginger Ale Zero	85.860	600	0
Quatro Light	57.186	600	0
Sprite	6.962.234	55.200	1.858.552
Sprite Zero	705.109	8.200	0
Total general	69.281.919	295.800	7.330.323

Abril:

Sabor	Lts. Embotellados [lt]	Pérdida por cambio de sabor [lt]	Pérdida de azúcar[\$]
Agua Tónica	78.867	800	20.586
Benedictino	357.072	3.000	0
Burn Guarana	28.620	600	0
Coca Cola	37.130.627	89.500	3.125.788
Coca Cola Light	6.528.158	50.100	0
Coca Cola Zero	3.352.613	35.800	0
Fanta	6.718.080	53.300	2.347.006
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	468.999	4.200	0
Fanta Roja	60.318	800	35.227
Quatro Guarana	28.098	800	27.461
Inca Kola Zero	39.969	600	0
Inca Kola Mango	75.159	800	27.211
Nordic Ginger Ale	192.276	2.400	125.157
Nordic Mist Ginger Ale Zero	210.276	2.400	0
Quatro Light	86.562	600	0
Sprite	6.090.011	48.000	1.616.132
Sprite Zero	755.504	8.000	0
Total general	62.201.209	301.700	7.324.567

Mayo:

Sabor	Lts. Embotellados [lt]	Pérdida por cambio de sabor [lt]	Pérdida de azúcar[\$]
Agua Tónica	47.997	800	20.586
Benedictino	415.054	2.700	0
Burn Guarana	4.965	600	0
Coca Cola	30.349.971	81.100	2.832.418
Coca Cola Light	5.533.723	43.800	0
Coca Cola Zero	3.514.251	31.000	0
Fanta	4.947.669	36.100	1.589.623
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	84.903	1.200	0
Fanta Roja	16.205	600	26.420
Inca Kola Zero	33.372	800	0
Inca Kola Mango	89.478	1.600	54.422
Nordic Ginger Ale	83.754	1.900	99.082
Nordic Mist Ginger Ale Zero	46.818	600	0
Sprite	4.606.405	45.100	1.518.491
Sprite Zero	401.657	6.400	0
Total general	50.176.222	254.300	6.141.042

Anexo 6: Pérdidas de agua obtenidas por el cambio de sabor.

Marzo:

Sabor	Lts. Producidos	Perdida por cambio de sabor [lt]	Pérdida de agua[\$]
Agua Tónica	135.747	800	757
Benedictino	562.545	2.700	2.700
Burn Guarana	3.987	600	568
Coca Cola	39.565.404	81.500	73.350
Coca Cola Light	7.757.594	53.100	52.699
Coca Cola Zero	4.278.266	30.900	30.736
Fanta	8.372.744	53.200	48.534
Fanta Limón	39.033	800	731
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	287.004	2.200	2.186
Fanta Roja	86.077	1.400	1.310
Quatro Guarana	55.854	800	745
Inka Kola Mango	129.312	1.600	1.510
Nordic Ginger Ale	197.964	1.600	1.485
Nordic Mist Ginger Ale Zero	85.860	600	568
Quatro Light	57.186	600	597
Sprite	6.962.234	55.200	51.512
Sprite Zero	705.109	8.200	8.164
Total general	69.281.919	295.800	278.150

Abril:

Sabor	Lts. Producidos[lt]	Perdida por cambio de sabor [lt]	Pérdida de agua[\$]
Agua Tónica	78.867	800	757
Benedictino	357.072	3.000	3.000
Burn Guarana	28.620	600	568
Coca Cola	37.130.627	89.500	80.550
Coca Cola Light	6.528.158	50.100	49.722
Coca Cola Zero	3.352.613	35.800	35.610
Fanta	6.718.080	53.300	48.625
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	468.999	4.200	4.173
Fanta Roja	60.318	800	749
Quatro Guarana	28.098	800	745
Inca Kola Zero	39.969	600	566
Inca Kola Mango	75.159	800	755
Nordic Ginger Ale	192.276	2.400	2.228
Nordic Mist Ginger Ale Zero	210.276	2.400	2.270
Quatro Light	86.562	600	597
Sprite	6.090.011	48.000	44.793
Sprite Zero	755.504	8.000	7.965
Total general	62.201.209	301.700	283.671

Mayo:

Sabor	Lts. Producidos[lit]	Perdida por cambio de sabor [lit]	Pérdida de agua[\$]
Agua Tónica	47.997	800	757
Benedictino	415.054	2.700	2.700
Burn Guarana	4.965	600	568
Coca Cola	30.349.971	81.100	72.990
Coca Cola Light	5.533.723	43.800	43.470
Coca Cola Zero	3.514.251	31.000	30.835
Fanta	4.947.669	36.100	32.933
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	84.903	1.200	1.192
Fanta Roja	16.205	600	562
Inca Kola Zero	33.372	800	755
Inka Kola Mango	89.478	1.600	1.510
Nordic Ginger Ale	83.754	1.900	1.763
Nordic Mist Ginger Ale Zero	46.818	600	568
Sprite	4.606.405	45.100	42.087
Sprite Zero	401.657	6.400	6.372
Total general	50.176.222	254.300	239.061

Anexo 7: Pérdidas de sabores por línea de producción:

Línea 1

Sabor	Pérdida (lt)
Coca Cola	49.400
Coca Cola Light	21.600
Coca Cola Zero	18.000
Fanta	22.100
Sprite	22.100
Total general	133.200

Línea 2

Sabor	Pérdida (lt)
Coca Cola	42.000
Coca Cola Light	32.400
Coca Cola Zero	18.000
Fanta	25.200
Sprite	30.000
Sprite Zero	8.400
Total general	156.000

Línea 3

Sabor	Pérdida (lt)
Coca Cola	23.000
Coca Cola Light	14.400
Coca Cola Zero	800
Fanta	28.000
Sprite	26.000
Sprite Zero	800
Total general	93.000

Línea 4

Sabor	Pérdida (lt)
Coca Cola	24.800
Coca Cola Light	8.800
Coca Cola Zero	800
Fanta	12.000
Sprite	9.600
Total general	56.000

Línea 5

Sabor	Pérdida (lt)
Coca Cola	25.200
Coca Cola Light	12.600
Coca Cola Zero	7.200
Fanta	14.400
Fanta Roja	1.200
Sprite	15.000
Sprite Zero	2.400
Total general	78.000

Línea 6

Sabor	Pérdida (lt)
Burn Guarana	1.800
Coca Cola	3.600
Coca Cola Light	1.800
Coca Cola Zero	1.800
Fanta	3.000
Sprite	2.400
Total general	14.400

Línea 7

Sabor	Pérdida (lt)
Benedictino	4.400
Coca Cola	23.100
Coca Cola Light	14.400
Coca Cola Zero	13.500
Fanta	14.300
Nordic Ginger	1.100
Ale	
Sprite	8.800
Total general	79.600

Línea 9

Sabor	Pérdida (lt)
Coca Cola	45.000
Coca Cola Light	32.000
Coca Cola Zero	30.400
Fanta	18.000
Fanta Nar.Zero+	3.200
Vitamina C	
Sprite	28.800
Sprite Zero	8.000
Total general	165.400

Línea 8

Sabor	Pérdida (lt)
Agua Tónica	2.400
Benedictino	4.000
Coca Cola	16.000
Coca Cola Light	9.000
Coca Cola Zero	7.200
Fanta	5.600
Fanta Limón	800
Fanta Nar.Zero+	4.400
Vitamina C	
Fanta Roja	1.600
Cuatro Guarana	1.600
Inca Kola Zero	1.400
Inca Kola Mango	4.000
Nordic Ginger Ale	4.800
Nordic Mist Ginger	3.600
Ale Zero	
Quatro Light	1.200
Sprite	5.600
Sprite Zero	3.000
Total general	76.200

Anexo 8: Comparación de las pérdidas actuales con la incorporación de los nuevos estancos por línea.

Línea 1

Sabor	Pérdida (lt)	Pérdida con Nvo. Estancos (lt)	Porcentaje pérdida
Coca Cola	49.400	0	
Coca Cola Light	21.600	0	
Coca Cola Zero	18.000	0	
Fanta	22.100	0	
Sprite	22.100	0	
Total	133.200	0	0%

Línea 2

Sabor	Pérdida (lt)	Pérdida con Nvo. Estanque (lt)	Porcentaje pérdida
Coca Cola	42.000	0	
Coca Cola Light	32.400	0	
Coca Cola Zero	18.000	0	
Fanta	25.200	0	
Sprite	30.000	0	
Sprite Zero	8.400	8.400	
Total	156.000	8.400	5,38%

Línea 3

Sabor	Pérdida (lt)	Pérdida con Nvo. Estanque (lt)	Porcentaje pérdida
Coca Cola	23.000	0	
Coca Cola Light	14.400	0	
Coca Cola Zero	800	0	
Fanta	28.000	0	
Sprite	26.000	0	
Sprite Zero	800	800	
Total	93.000	800	0,86%

Línea 4

Sabor	Pérdida (lt)	Pérdida con Nvo. Estanque (lt)	Porcentaje pérdida
Coca Cola	24.800	0	
Coca Cola Light	8.800	0	
Coca Cola Zero	800	0	
Fanta	12.000	0	
Sprite	9.600	0	
Total	56.000	0	0%

Línea 5

Sabor	Pérdida (lt)	Pérdida con Nvo. Estanque (lt)	Porcentaje pérdida
Coca Cola	25.200	0	
Coca Cola Light	12.600	0	
Coca Cola Zero	7.200	0	
Fanta	14.400	0	
Fanta Roja	1.200	1.200	
Sprite	15.000	0	
Sprite Zero	2.400	2.400	
Total	78.000	3.600	4,62%

Línea 6

Sabor	Pérdida (lt)	Pérdida con Nvo. Estanque (lt)	Porcentaje pérdida
Burn Guarana	1.800	1.800	
Coca Cola	3.600	0	
Coca Cola Light	1.800	0	
Coca Cola Zero	1.800	0	
Fanta	3.000	0	
Sprite	2.400	0	
Total	14.400	1800	12,50%

Línea 7

Sabor	Pérdida (lt)	Pérdida con Nvo. Estanque (lt)	Porcentaje pérdida
Benedictino	4.400	-----	
Coca Cola	23.100	0	
Coca Cola Light	14.400	0	
Coca Cola Zero	13.500	0	
Fanta	14.300	0	
Nordic Ginger Ale	1.100	1.100	
Sprite	8.800	0	
Total	70.600	1.100	1,38%

Línea 8

Sabor	Pérdida (lt)	Pérdida con Nvo. Estanque (lt)	Porcentaje pérdida
Agua Tónica	2.400	2.400	
Benedictino	4.000		
Coca Cola	16.000	0	
Coca Cola Light	9.000	0	
Coca Cola Zero	7.200	0	
Fanta	5.600	0	
Fanta Limón	800	800	
Fanta Nar.Zero+	4.400	4.400	
Vitamina C			
Fanta Roja	1.600	1.600	
Cuatro Guarana	1.600	1.600	
Inca Kola Zero	1.400	1.400	
Inka Kola Mango	4.000	4.000	
Nordic Ginger Ale	4.800	4.800	
Nordic Mist	3.600	3.600	
Ginger Ale Zero			
Quatro Light	1.200	1.200	
Sprite	5.600	0	
Sprite Zero	3.000	3.000	
Total	76.200	28.800	37,8%

Línea 9

Sabor	Pérdida (lt)	Pérdida con Nvo, Estanque (lt)	Porcentaje pérdida
Coca Cola	45.000	0	
Coca Cola Light	32.000	0	
Coca Cola Zero	30.400	0	
Fanta	18.000	0	
Fanta Nar.Zero+	3.200	3.200	
Vitamina C			
Sprite	28.800	0	
Sprite Zero	8.000	8.000	
Total	165.400	11.200	6,8%

Anexo 9: Pérdidas de concentrado, azúcar y agua en peso Chileno

Comparación de pérdida de Concentrados:

Sabor	Pérdida de concentrado[\$] ACTUAL	Pérdida de concentrado [\$] NVO. ESTANQUES
Agua Tónica	228.000	228.000
Burn Guarana		
Coca Cola	23.634.375	0
Coca Cola Light	23.369.231	0
Coca Cola Zero	14.028.718	0
Fanta	13.547.000	0
Fanta Limón	55.067	55.067
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	1.216.000	1.216.000
Fanta Roja	266.000	266.000
Cuatro Guarana	200.000	200.000
Inca Kola Zero	144.112	144.112
Inca Kola Mango	171.678	171.678
Nordic Ginger Ale	590.000	590.000
Nordic Mist Ginger Ale Zero	370.202	370.202
Quatro Light	204.000	204.000
Sprite	14.088.500	0
Sprite Zero	3.616.000	3.616.000
Total general	95.728.884	7.061.060

Comparación de pérdidas de azúcar

Sabor	Pérdida de azúcar[\$] ACTUAL	Pérdida de azúcar[\$] NVO.ESTANQUE
Agua Tónica	61.758	61.758
Burn Guarana	85.358	85.358
Coca Cola	8.804.593	0
Coca Cola Light	0	0
Coca Cola Zero	0	0
Fanta	6.279.231	0
Fanta Limón	35.227	35.227
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	0	0
Fanta Roja	123.295	123.295
Cuatro Guarana	54.922	54.922
Inca Kola Zero	0	0
Inka Kola Mango	136.054	136.054
Nordic Ginger Ale	307.677	307.677
Nordic Mist Ginger Ale Zero	0	0
Quatro Light	0	0
Sprite	4.993.175	0
Sprite Zero	0	0
Total general	20.881.289	804.290

Comparación de pérdidas de agua:

Sabor	Pérdida de agua[\$] ACTUAL	Pérdida de agua[\$] NVO.CONCENTRADO
Agua Tónica	2.270	2.270
Burn Guarana	1.703	1.703
Coca Cola	226.890	0
Coca Cola Light	145.891	0
Coca Cola Zero	97.181	0
Fanta	130.092	0
Fanta Limón	731	731
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	7.552	7.552
Fanta Roja	2.621	2.621
Cuatro Guarana	1.490	1.490
Inca Kola Zero	1.321	1.321
Inka Kola Mango	3.774	3.774
Nordic Ginger Ale	5.476	5.476
Nordic Mist Ginger Ale Zero	3.405	3.405
Quatro Light	1.194	1.194
Sprite	138.393	0
Sprite Zero	22.501	22.501
Total general	800.882	62.436

Comparación total del total de pérdidas en peso:

Sabor	Total Pérdidas[\$] ACTUAL	Total Pérdidas[\$] NVO.ESTANQUE
Agua Tónica	292.028	292.028
Benedictino	8.400	8.400
Burn Guarana	87.060	87.060
Coca Cola	32.665.858	0
Coca Cola Light	23.515.122	0
Coca Cola Zero	14.125.899	0
Fanta	19.956.323	0
Fanta Limón	91.025	91.025
Fanta Nar.Zero+ Vitamina C	1.223.552	1.223.552
Fanta Roja	391.916	391.916
Cuatro Guarana	256.412	256.412
Inca Kola Zero	145.433	145.433
Inka Kola Mango	311.506	311.506
Nordic Ginger Ale	903.153	903.153
Nordic Mist Ginger Ale Zero	373.607	373.607
Quatro Light	205.194	205.194
Sprite	19.220.068	0
Sprite Zero	3.638.501	3.638.501
Total general	117.411.055	7.927.786

Bibliografía

Informaciones obtenidas a través de la red:

- Ranking de las Mejores empresas de Chile 2014, según América economía (disponible vía Web en <http://rankings.americaeconomia.com/las-500-mayores-empresas-de-chile-2014/subrankings-chile/las-500-por-sector-2/>).
- Universidad Pontificia Comillas ICAI – ICADE, Control Estadístico de procesos, Madrid Marzo 2006, Profesor Arturo Ruiz- Falcó rojas (disponible vía Web en <http://web.cortland.edu/matresearch/controlprocesos.pdf>).
- MIOD, Un lugar para la ciencia y la tecnología, Potabilización del agua, Febrero 2009 (disponible vía Web en <http://www.madrimasd.org/blogs/remtavares/2009/02/25/113410>).
- PDCA Home, Ciclo PDCA, Jorge Jimeno Bernal (disponible en vía Web en <http://www.pdcahome.com/5202/ciclo-pdca/>)
- Embotelladora Andina, (disponible vía Web en <http://www.koandina.com/?localizacion=ct>)
- Memoria Anual 2013, Embotelladora Andina Chile (disponible vía Web en http://www.koandina.com/uploads/Memoria_EEFF2013.pdf)
- ¿Qué es el TOC?, Dr. Oscar Morales y asociados (disponible vía Web en www.moralestoc.com/descargas/toc.pdf)