

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

En la actualidad muchas empresas toman en cuenta un análisis y control de las mermas generadas, puesto que éstas representan un factor económico, a la vez se demuestra con esto si existe un proceso de transformación eficiente y eficaz.

La obtención de datos sobre las cantidades de mermas generadas en el proceso productivo es el problema identificado en el proyecto, donde el objeto de estudio es el de obtener la cantidad de mermas generadas, esto para una información más técnica y resolver este problema que la empresa aún no ha podido solucionar.

La merma de extracto en la CBN S.A. Planta Tarija, actualmente se encuentra en un valor superior al planteado en el objetivo que exige AB Inbev, por lo que requieren reducir el mismo y lograr cumplir el objetivo que impone la industria líder.

Para lograr reducir este indicador se deberá realizar un trabajo de campo e identificar los puntos de pérdida del extracto, una vez detectados estos puntos, se desarrollará propuestas para la disminución de este indicador.

El impacto económico que puede generar la producción de mermas es un justificativo económico para el presente proyecto.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Elaborar una propuesta para disminuir el indicador clave de merma de extracto en la CBN S.A. Planta Tarija.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el estado actual de las técnicas para determinación de pérdidas.

- Determinar la merma de extracto por etapas.
- Implementar y verificar inventarios en cada sector, para obtener información clave para el control requerido.
- Proponer mejoras para el indicador de merma de extracto en las operaciones más relevantes del proceso de fabricación de cerveza.
- Determinar los costos asociados a la propuesta y valorar su recuperación (evaluación técnica y financiera de la propuesta realizada).

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL TEMA

En la Cervecería Boliviana Nacional S.A. Planta Tarija, existe la deficiencia del cumplimiento de los indicadores de calidad, por lo tanto es una pérdida monetaria para la empresa.

La merma de extracto es considerado como el indicador clave de la planta, porque este indicador está presente desde la elaboración de la cerveza hasta el envasado de la misma.

Este indicador se encuentra aproximadamente en 8.56% y el objetivo de la planta es reducir a 8.2%, ya que es el valor exigido por la compañía AB Inbev. Por lo tanto primero se debe realizar un seguimiento a las mermas para poder identificar los diferentes puntos de pérdidas de extracto, y así tratar de disminuir este indicador.

CAPÍTULO I
MARCO TEÓRICO

1.1. Descripción de la CBN S.A. Planta Tarija

1.1.1. Antecedentes de la CBN S.A. Planta Tarija

La historia de los pueblos se basa en un conjunto de realidades y realizaciones económicas que tienen tanta e igual significación que sus expresiones artísticas y culturales. En este sentido, la actividad empresarial o economía de mercado, forma también parte de la expresión viva de un pueblo; así, fruto de la iniciativa de la entonces existente Corporación Regional de Desarrollo de Tarija (CODETAR), y, un grupo de empresarios alemanes, nace la única industria cervecera en Tarija, bajo la razón social de Cervecería Bavaria Unión Tarija (CERBAUT) el 6 de junio de 1975, constituyéndose en un eslabón fundamental de la economía departamental, no sólo por su aporte financiero a un buen número de familias al originar una apreciable cantidad de empleos, directos e indirectos, sino también por su contribución y apoyo a la educación, la salud, el deporte y la cultura.

El 8 de agosto de 1976, sale oficialmente la primera botella de cerveza pilsener, marca “ASTRA”. La fabricación de la cerveza – en un principio – se la efectuaba bajo la dirección de maestros cerveceros alemanes. En aquel tiempo la cerveza era envasada en la tradicional botella verde, luego ésta fue cambiando hasta llegar a la botella ámbar de 330cc, 350cc, 620cc y 1000cc de capacidad.

No fue tarea fácil consolidar esta empresa cervecera, en su etapa inicial. Se confrontaba la necesidad de realizar una fuerte inversión de capital en infraestructura y maquinaria; pero, en algunos socios, no existía predisposición para continuar invirtiendo en la factoría. Pese a ello, el Ing. Fritz Lochmann Muller – miembro del citado grupo alemán – decidió ponerse al frente de la empresa, cubriendo las inversiones requeridas y adquiriendo la totalidad de las acciones de CODETAR y de los inversionistas alemanes. En esta forma, junto a un equipo humano de trabajo, en el que fusionó la experiencia de técnicos alemanes y la innovadora participación de gente de la región, logró convertir a CERBAUT, a partir del año 1978, en una pujante empresa regional.

En 1981, debido a la gran aceptación de la cerveza negra se decidió producir e incorporar al mercado de Tarija, la cerveza MALTA que tuvo gran acogida en la población, por su sabor y alto valor nutritivo.

A pesar de ser una planta pequeña, pero con el deseo de cumplir con las expectativas del mercado, lanzó varios nuevos productos: “Tarijeña” (Cerveza pilsener en botella de un litro), “Astra Light”, “Chaqueña Tropicalizada” y cerveza en lata. Si bien, estos productos tuvieron, en principio, gran aceptación, posteriormente, quedaron fuera del mercado debido a la falta de inyección de capital.

Más tarde, en su afán de satisfacer a los consumidores, CERBAUT lanzó al mercado la cerveza en barril cuya principal característica es la de conservar sus atributos de calidad y frescura, además de tener un excelente sabor.

En agosto de 1997, se transfiere esta industria cervecera, a un grupo de accionistas, entre los que se encuentra Cervecería Boliviana Nacional Santa Cruz S.A. (C.B.N. Santa Cruz S.A.), una de las grandes industrias cerveceras de Bolivia, y cuya inyección económica e industrial permitió que la factoría tenga posibilidades de continuar creciendo, en el marco de la política económica de libre mercado planteada en la coyuntura mundial.

En el año 2000 producto de la fusión de Cervecería Boliviana Nacional S.A. esta planta ingresa a formar parte del grupo QUINSA y a la fecha es parte de la industria cervecera líder AB Inbev.

1.1.2. Localización

La Cervecería Boliviana Nacional S.A. Planta Tarija está ubicada en el sur del departamento de Tarija, en la zona Industrial sobre la Avenida Héroe del Chaco Nro. 2775. Telf.: (591-4) 6643203.

Figura 1-1**Ubicación CBN S.A. Planta Tarija**

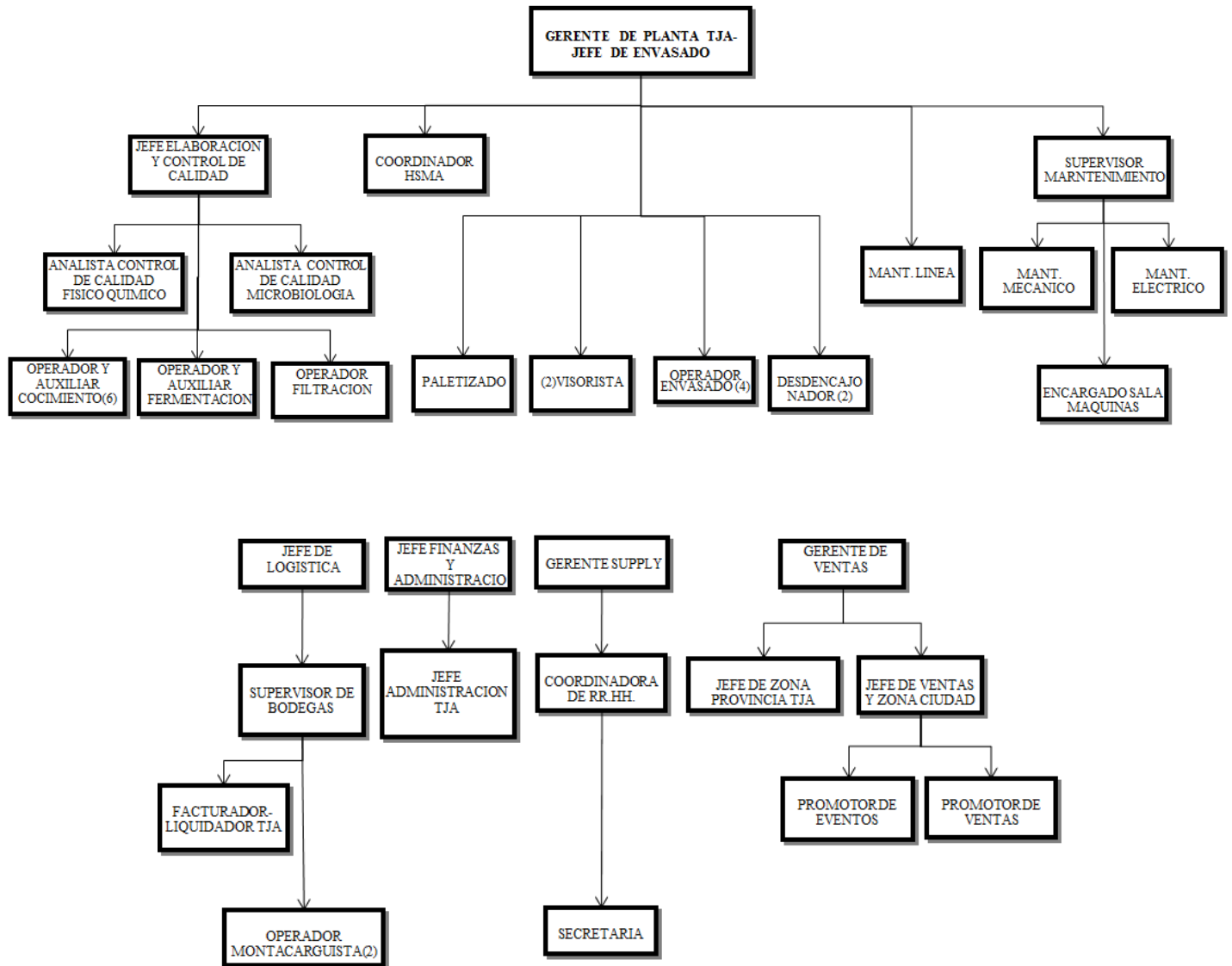
Fuente: Google Maps, 2012

1.1.3. Organización

La Cervecería Boliviana Nacional S.A., hoy es parte del grupo Anheuser-Busch InBev, la compañía cervecera líder en el mundo y una de las empresas internacionales de bebidas más importantes.

La organización de la CBN S.A. Planta Tarija se muestra en la Figura 1-2, en la compañía se divide en diferentes departamentos, por lo que en la parte industrial, la cabeza es el gerente de planta, y los departamentos de logística, recursos humanos, finanzas y ventas, son dirigidos por un jefe a nivel nacional.

Figura 1-2
Organigrama CBN S.A. Planta Tarija



Fuente: Elaboración propia

1.1.3.1. Gerente de Planta

Es el responsable del manejo de toda la empresa y que toma todas las decisiones referentes a la producción y supervisa el proceso de fabricación, por tanto, es el que lleva un control riguroso de toda la empresa.

1.1.3.2. Jefe de Elaboración y Control de Calidad

Es el responsable de hacer un control riguroso de calidad del producto terminado que sale de envasado para que vaya a los depósitos con las condiciones de acuerdo a las normas de calidad.

1.1.3.3. Coordinador HSMA (Higiene Seguridad Medio Ambiente)

Es el encargado de la seguridad de la planta contra accidentes laborales de los trabajadores ante los riesgos, peligros, heridas, que puedan sufrir los mismos.

1.1.3.4. Supervisor de Mantenimiento

Está encargado de supervisar y realizar el mantenimiento de todos los equipos y maquinaria que son utilizados en cada uno de los procesos de producción de la planta en general.

1.1.3.5. Supervisor de bodegas

Es el encargado del producto terminado en bodega y es el que da las salidas a los camiones en tránsito o distribuidores para que el producto salga al mercado mediante ellos. También hay una encargada de la facturación de liquidación.

1.1.3.6. Jefe de Administración Tarija

Es el encargado de llevar todas las cuentas para el pago de los impuestos, sueldo y salarios, también tiene a su cargo los aspectos financieros que relacionan a la empresa con los clientes.

1.1.3.7. Coordinadora de RRHH

Es la encargada de las contrataciones del personal y la administración de los mismos.

1.1.3.8. Jefe de ventas en la ciudad de Tarija

Es el encargado de la distribución de los productos que se producen en la planta y los otros productos importados de las otras plantas, esta distribución se la hace equitativamente a las provincias del departamento de Tarija.

1.1.4. Descripción de las áreas o secciones de la industria

La CBN S.A. Planta Tarija está formada por 8 áreas, la cuales son descritas posteriormente.

1.1.4.1. Elaboración

Este sector se encarga de la elaboración de la cerveza. Éste se subdivide en tres secciones está conformado por cocimiento, fermentación y filtración.

Este sector debe entregar al sector envasado la cerveza filtrada; en tiempo, calidad y volumen requeridos teniendo como referencia los costos de elaboración y mantenimiento y también debe mantener los activos del sector y mejorar la disponibilidad de los equipos a fin de maximizar la capacidad de producción buscando el cuidado y la mejora continua de nuestros Recursos Humanos y asegurar el cumplimiento de los parámetros de descargas de efluentes y gestión de subproductos.

1.1.4.2. Envasado

Este sector es donde se envasa la cerveza en envases retornables. Y debe entregar al sector Logística la cerveza envasada; en tiempo, calidad y volumen requeridos teniendo como referencia los costos de elaboración y mantenimiento, también debe mantener los activos del sector y mejorar la disponibilidad de los equipos a fin de maximizar la capacidad de producción buscando el cuidado y la mejora continua de nuestros Recursos Humanos y asegurar el cumplimiento de los parámetros de descargas de efluentes y gestión de subproductos.

1.1.4.3. Logística

El objetivo de este sector es garantizar la excelencia logística para la entrega de productos y prestación de servicios conforme con las políticas y estándares.

El negocio de Logística es de recepción-almacenar materia prima, insumos, repuestos, recibir producto terminado para la venta. Gestión de inventarios, planificación y abastecimiento.

Y su misión es tener excelencia y mejora continua en el abastecimiento de materiales, almacenamiento, despacho de producto terminado, enfocados a brindar el mejor servicio a los clientes al menor costo posible y uso eficiente de los recursos naturales y energéticos.

1.1.4.4. Calidad

Esta área debe asegurar los estándares y controles de materiales, productos y procesos. Y se tiene como misión lo siguiente:

- ✓ Asegurar el cumplimiento de los estándares a lo largo de todo el proceso, para obtener un producto de alta calidad e inocuo, con la utilización eficiente de los recursos.
- ✓ Disminución del número de Reclamos por medio de una mejora continua en el control del proceso.

1.1.4.5. People

Debe asegurar el Cumplimiento de los Procesos de Gente en la Planta. Y su misión es:

- ✓ Atraer, desarrollar y retener a las personas que conforman los equipos de Planta, a través de la implementación de los procesos de Gente.
- ✓ Proveer soporte en las relaciones con el sindicato y empleados.
- ✓ Asegurar la implementación del Pilar de Gente de VPO.

1.1.4.6. Ventas

Persigue diversificar sus mercados, produciendo y comercializando productos de consumo popular, generando cada día más valor para nuestros clientes y accionistas, empleados y comunidades a las que servimos a través de nuestras acciones, enmarcados en los principios de responsabilidad social, cumplimiento a las leyes y respeto al medio ambiente.

1.1.4.7. Mantenimiento y Servicios

Esta área se encarga de elaborar un conjunto de técnicas y sistemas que permiten prever las averías, efectuar revisiones, engrases y reparaciones eficaces, dando a la vez normas de buen funcionamiento a los operadores de las máquinas, a sus usuarios, contribuyendo a los beneficios de la empresa, tratando de alargar la vida de las máquinas, a sus usuarios, contribuyendo a los beneficios de la empresa, tratando de alargar la vida de la máquinas de forma rentable.

El objetivo de esta área es definir un sistema de numeración de equipos para lograr confiabilidad de la información, trazabilidad de las órdenes de trabajo, historial y rápida ubicación de los activos.

En cuanto a servicios, se refiere a la provisión de energía, fluidos y tratamiento de efluentes. El cual tiene como misión de producir para la planta la energía y fluidos necesarios con la calidad requerida conforme a las regulaciones vigentes al menor costo posible. Mantener a los activos del sector y mejorar la disponibilidad de los equipos a fin de maximizar la capacidad de producción, teniendo como referencia los costos de mantenimiento de clase mundial. Asegurar que la descarga de efluente cumpla con los requisitos legales.

1.1.4.8. HSMA

Higiene Seguridad y Medio Ambiente se encarga de asegurar el cumplimiento de los procesos de seguridad y medio ambiente de la planta, garantizando que las políticas relativas al medio ambiente y la seguridad estén instaladas y se cumplan.

Debe gestionar los sub-productos y residuos de Planta para maximizar las ganancias y minimizar los residuos de planta, cumpliendo con las regulaciones locales y de AB InBev y eliminar, reducir y/o prevenir los riesgos de accidentes y enfermedades profesionales derivadas del trabajo

1.2. Descripción del proceso

La cerveza es la bebida resultante de fermentar, mediante levaduras seleccionadas, el mosto procedente de malta de cebada, solo o mezclado con otros productos amiláceos transformables en azúcares por digestión enzimática, sometido a un proceso de cocción y adicionado con lúpulo y/o sus derivados.

Para la fabricación de cerveza se requieren cuatro materias primas: cebada, lúpulo, agua y levadura. La calidad de estas materias primas tiene una influencia decisiva sobre la calidad de los productos fabricados.

La cebada es la materia prima principal para la fabricación de la cerveza. Su utilización se basa en el hecho de que tiene un alto contenido de almidón y que la cáscara (gluma) sigue adherida al grano aun después de la trilla y de haber sido procesada para ser transformada en malta. La cáscara posee, además, la propiedad de

formar una capa filtrante, necesaria en una posterior etapa de fabricación. Previo a su procesamiento en la fábrica de cerveza, la cebada debe ser convertida en malta.

El lúpulo le da a la cerveza el sabor amargo y tiene su influencia sobre el aroma. De su calidad depende en gran medida la calidad de la cerveza. La mayor porción de materia prima está formada por el agua, la cual influye en el carácter y la calidad de la cerveza a través de muchos procesos en la maltería y en la fábrica de cerveza.

En la cerveza, la fermentación alcohólica depende de la actividad de la levadura, que es por ello necesaria para la elaboración de la cerveza. Debido a sus subproductos, la levadura tiene también una gran influencia sobre la calidad de la cerveza.

El diagrama de flujo del proceso de la elaboración de cerveza en la CBN S.A. Planta Tarija, se encuentran en el Anexo A.

1.2.1. Recepción y almacenamiento de materias primas

1.2.1.1. Malta

La malta, entregada por camiones, es almacenada en silos hasta su procesamiento. La CBN S.A. Planta Tarija tiene 3 silos, de paredes lisas y fondo cónico, de una capacidad de 30000Tn.

1.2.1.2. Sémola de Maíz e Insumos

La sémola de maíz es un adjunto cervecero, que contribuye con almidones necesarios para la elaboración de la cerveza, ya que el potencial enzimático de la malta es suficiente para degradar almidón adicional.

La sémola de maíz y los insumos son recibidos y almacenados por Logística.

1.2.2. Molienda

Antes del procesamiento, se remueve el polvo de la malta y las impurezas que existan en la misma. La malta es triturada para aumentar la superficie de ataque para las enzimas y mejora de la degradación de las substancias.

En la CBN S.A. Planta Tarija se realiza una molturación húmeda, que consiste en remojar la malta antes de la molturación, para que las cáscaras y el contenido del

grano absorban humedad, elastizándose, y de esta manera el contenido del grano pueda expeler fácilmente de las cáscaras, las que así no son dañadas y tienen una mejor capacidad de filtración de mosto, y el contenido del grano es triturado más fino.

1.2.3. Maceración

La maceración consiste en formar una templa que es la mezcla de la malta molida, la sémola de maíz y el agua entre sí, e incrementar las temperaturas de ésta hasta alcanzar las temperaturas óptimas de las enzimas que se desea dejar actuar y en el mantenimiento de un reposo a esta temperatura.

Los componentes de la malta entran así en solución y con ayuda de las enzimas, se los obtiene como extractos. Sólo una parte de la molienda es soluble, y a la cerveza sólo pueden pasar sustancias solubles durante la maceración. Por motivos económicos, se trata de convertir en soluble la mayor cantidad posible de compuestos insolubles, es decir, formar la mayor cantidad de extracto posible.

Por tanto, el propósito de la maceración es la degradación completa del almidón para la obtención de azúcares y dextrinas solubles. La cantidad principal de extracto recién es formada durante la maceración, por la actividad de las enzimas, a las cuales se deja actuar a temperaturas óptimas.

1.2.4. Filtración del mosto

Al final del proceso de maceración, la templa está compuesta por una mezcla acuosa de sustancias disueltas y no disueltas. La solución acuosa de los extractos se llama mosto, y las partes no disueltas se denominan heces o afrecho.

Las heces están compuestas por cáscaras, embriones y otras sustancias que no entraron en solución durante la maceración o que han sido precipitadas nuevamente durante la cocción del mosto. Para la fabricación de cerveza sólo se utiliza el mosto, el cual debe ser separado de las heces, a este proceso se llama filtración del mosto.

En la filtración del mosto, el extracto debe ser recuperado, en lo posible de forma total.

En esta etapa las heces cumplen el papel de material filtrante, este proceso ocurre en dos fases: la descarga del primer mosto, que es escurrido a través de las heces, y el lavado de las heces para la extracción del extracto soluble, el cual se realiza por riego con agua caliente para recuperar el extracto que queda en las heces.

1.2.5. Cocción del mosto

El mosto obtenido se cuece durante 50 minutos. Durante este tiempo se agrega el lúpulo, el cual se encarga de proporcionar los componentes amargos y aromáticos.

Durante la cocción del mosto ocurre una serie de procesos:

- ✓ Disolución y transformación de los componentes del lúpulo
- ✓ Formación y precipitación de compuestos formados por proteínas y polifenoles
- ✓ Evaporación de agua
- ✓ Esterilización del mosto
- ✓ Destrucción de todas las enzimas
- ✓ Carga térmica del mosto
- ✓ Reducción del valor de pH del mosto
- ✓ Formación de sustancias reductoras
- ✓ Evaporación de sustancias aromáticas indeseadas

El mosto caliente es transvasado a un Whirlpool, que es un recipiente vertical cilíndrico sin piezas interiores, en el cual el mosto es introducido tangencialmente, por bombeo. De este modo, se produce un flujo rotatorio en el recipiente, el cual causa que el trub (proteínas sensibles al calor que se debe eliminar de la cerveza) sedimente formando un cono en el centro del recipiente.

Luego el mosto se hace pasar por un intercambiador de placas para ser enfriado y aireado para pasar al proceso de fermentación.

1.2.6. Fermentación

El mosto es llevado a los tanques de fermentación donde se hace el agregado de levadura de cerveza, consecuentemente se realiza la fermentación, se obtiene el desdoblado de la maltosa del mosto en alcohol y gas carbónico. Este proceso se

divide en dos etapas: fermentación principal y separación de la levadura en exceso, y posterior fermentación secundaria llegando a la temperatura de 0° (maduración y saturación natural con gas carbónico). Este proceso se puede realizar en dos recipientes o en uno solo y se integra en más o menos unos días.

Durante el enfriamiento y traslado del mosto a las cubas de fermentación, el mosto está en contacto suficiente con oxígeno como para iniciar la fermentación de manera eficiente. Antes de descargar el mosto en las cubas de fermentación las levaduras ya están preparadas en cantidades adecuadas y es cuando el mosto se descarga a la misma. Estas cubas de fermentación cuentan con un sistema de refrigeración de serpentines en los cuales circula agua fría y es la que mantiene al mosto a una temperatura de 10 a 13 °C.

La obtención de la cerveza se la realiza mediante un proceso de fermentación alcohólica del mosto donde intervienen azúcares fermentables, los cuales se transforman en alcohol y dióxido de carbono por la acción de las levaduras y de esta manera obtener una cerveza joven con presencia de sustancias no fermentables como ser las dextrinas, ácido acético, las cuales forman ésteres con los alcoholes, las proteínas y grasas por fermentación dan alcoholes superiores aunque en muy bajísima proporción, durante este proceso una parte del dióxido de carbono formado es solubilizados en la cerveza, el restante es eliminado.

La principal reacción de fermentación es la siguiente:



El tiempo que tarda en la fermentación el mosto está entre 3 a 6 días y en el inicio de la fermentación se tiene un pH = 5.2 dicha propiedad es variables dependiendo del tipo de cerveza producida.

1.2.7. Maduración

En esta fase, se da lugar dos procesos, aparte de la fermentación secundaria: la saturación de la cerveza con dióxido de carbono, bajo sobre presión, y la extracción de todos los componentes formadores de trub de la cerveza.

En estos depósitos tiene lugar la fermentación secundaria con la levadura arrastrada, periodo en el que la cerveza adquiere sabor y aroma típicos, decantando todavía más y precipitando sustancias que, de otro modo, enturbiarían la cerveza cuando fuera servida al consumidor.

Las levaduras van sedimentando lentamente, con lo que la cerveza va clarificando por decantación. Los restos de la levadura de los fondos de los tanques de fermentación y maduración contienen entre 10-14% de sólidos totales y entre 1.5-2,5% del total de cerveza producida.

1.2.8. Filtración

El proceso de filtración cuenta con los equipos de filtración primaria y secundaria, la filtración primaria se realiza en un filtro a placas con telas filtrantes que para su utilización se la prepara de la siguiente manera: primero, el filtro es lavado con agua caliente y posteriormente se carga con tierras diatomea N°15 y N°12 con diferentes dosificaciones que se adhieren a la tela filtrante, posteriormente de la preparación del filtro con la tierra diatomea y carbón activado, la cerveza es bombeada para retener las levaduras y las partículas que no se hayan precipitado en los anteriores procesos.

El filtro secundario sólo cuenta con telas filtrantes finas, en el cual se clarifica la cerveza para ser almacenadas para su posterior embotellamiento.

En este proceso además se le adiciona el gas carbónico necesario para darle la frescura y la formación de espuma.

1.2.9. Embotellado

En el proceso de embotellado las botellas recepcionadas son previamente lavadas en la lavadora automática, en la cual se utiliza una solución de hidróxido de sodio para luego ser enjuagadas con agua caliente, esta lavadora recibe el calor necesario del vapor proveniente de calderas.

1.2.10. Pasteurización

El proceso de pasteurización es implementado para destruir los posibles

microorganismos que puedan estar presentes en la cerveza como restos de levaduras u otros que puedan deteriorar la calidad de la cerveza, este proceso prolonga la vida útil de la cerveza.

1.2.11. Almacenamiento

Antes de ser almacenado se procede a la etapa de etiquetada mediante una etiquetadora automática donde se especifica mediante codificación el número de carga de producción y la fecha de expiración del producto, pasada esta etapa se almacena la cerveza en cajas dependiendo del tipo se utiliza distintas cajas con determinada capacidad para luego ser pasadas a los almacenes de donde serán expedidos.

1.3. Servicios auxiliares

Los servicios auxiliares con los que cuenta la planta son: agua, vapor, frío, energía eléctrica, aire comprimido y dióxido de carbono. Con excepción de la recuperación de CO₂ y el tratamiento del agua, los servicios representan una fuente de energía que se suministra según se requiere dentro del proceso de fabricación de cerveza y las operaciones de empaque.

1.3.1. Agua

Este tipo de industrias consumen grandes volúmenes de agua, fundamentalmente en las operaciones de limpieza de equipos e instalaciones y las operaciones de envasado. También es importante el agua que se incorpora al producto.

La fuente de agua de la planta es de pozo subterráneo. Y se paga el consumo a la empresa tarijeña COSAALT.

El agua de servicio se usa principalmente para enfriar el mosto, el amoniaco, las camisas de compresores, el pasteurizador, para soluciones de limpieza como soda cáustica diluido en lavadoras y cisternas de limpieza en un lugar (CIP), limpieza general y lavado; y para protección contra incendios.

1.3.2. Vapor

La caldera es el corazón de la planta generadora de vapor. En la planta es generado por dos calderos humotubulares. El vapor se genera entre 3.8 a 4 bar y 140°C. El gas natural es el combustible que se suministra a los calderos para la producción de vapor. El gas es proporcionado por EMTAGAS.

Los procesos que requieren vapor son: cocimiento, pasteurización, lavado de cajas y para calentar la solución de hidróxido de sodio en el lavado de botellas. Las aguas de condensado provenientes de cada una de estas operaciones son recuperadas hacia el tanque de alimentación del caldero.

1.3.3. Frío

En la cervecería se usa refrigeración para enfriar la cerveza, agua refrigerada para enfriar el mosto, propilen glicol para atemperación, para licuefacción de dióxido de carbono y para mantenimiento de bajas temperaturas en las bodegas y salas de almacenamiento de lúpulo.

La refrigeración es un proceso que extrae el calor de un espacio o sustancia para introducir una reducción en temperatura, mediante la transferencia de aquel calor a otra sustancia.

El refrigerante utilizado es el amoniaco, el ciclo de refrigeración del amoniaco es similar en algunos casos al ciclo del vapor, ya que implica un cambio de estado, de líquido a vapor e inversa. El ciclo de refrigeración comprende temperaturas más bajas y consumo de energía mecánica en vez de energía térmica obtenida de la quema de combustibles, como en la generación de vapor.

Se usa el amoniaco para refrigerar el agua fría que se necesita para el enfriamiento del mosto en el intercambiador de calor que se encuentra antes de enviar a los TCC's y el propilen glicol para los tanques de fermentación.

1.3.4. Energía eléctrica

La energía eléctrica es proporcionada por SETAR, la cual es una energía trifásica de 380V, que pasa por un transformador para su respectivo uso.

Los consumos de energéticos relacionados con el proceso de elaboración de la cerveza, se producen en forma de calor, vapor, agua caliente y electricidad.

1.3.5. Aire comprimido

La planta cuenta con compresores de aire exento de aceite, a partir del cual se distribuye aire comprimido a la planta.

1.3.6. Recuperación de CO₂

La CBN S.A. genera y recupera CO₂, a la planta se le proporciona 15000kg al año. En caso de no hacer una buena gestión se debe comprar.

La recuperación de dióxido de carbono de la fermentación, purificación, compresión y licuefacción para su reutilización en la cervecería y centro de envase es un servicio tan esencial como el vapor el agua o la refrigeración.

El CO₂ que se requiere para gasificación bajo la contrapresión en la llenadora, contrapresión para tanques de almacenamiento de cerveza y embotellamiento, y neutralización de residuos cáusticos se obtiene de la fermentación.

El dióxido de carbono es un producto de la fermentación alcohólica. Dos moléculas, tanto de alcohol etílico como de dióxido de carbono, se producen por cada molécula de glucosa fermentada. La reacción química es exotérmica, siendo liberado el calor. La ecuación simplificada del cambio que se produce durante la fermentación con la levadura es:



Glucosa → Etanol + Dióxido de Carbono + Calor

1.4. Manejo de materiales

Las materias primas, materiales auxiliares e insumos de packaging provienen de proveedores aprobados por la compañía, excepto para los granos de cebada y maíz que son analizados en cada entrega por el Establecimiento de Agroindustrias.

Se verifica que los transportes estén libres de condiciones que puedan contaminar el producto, como pájaros, roedores, insectos, derrames de combustibles, y suciedad en general.

Los materiales se encuentran almacenados en condiciones que evitan su deterioro, se encuentran protegidos contra la contaminación y contra los daños. Los envoltorios o cajas de los materiales e insumos se mantienen cerrados cuando no se estén utilizando para evitar su contaminación con otros materiales, y se segregan como insumo retenido (IR) aquellos materiales cuyos envoltorios se encuentren dañados hasta definición de disposición final.

✓ Cereales

Malta y adjuntos cumplen con los requerimientos definidos en las respectivas especificaciones y son inspeccionados visualmente antes de la descarga. La zona de descarga está cubierta, limpia, en buenas condiciones y libre de plagas. El tiempo promedio de residencia en el silo debe ser menor a 7 días.

✓ Lúpulo

Se almacena en lugar seco y refrigerado, sobre paletas, y sin tocar las paredes. La zona de almacenamiento de estos materiales está limpia, seca y en buenas condiciones, y se utilizan materiales de limpieza adecuados. En estos lugares se almacena sólo lúpulo.

✓ Agentes Químicos

Los agentes químicos se almacenan en lugares lejanos a la zona productiva. Aquellos agentes de limpieza incompatibles (ej.: ácidos y álcalis) se almacenan en áreas separadas.

Cualquier agente que sea almacenado en áreas de producción se coloca en recipientes que contengan el líquido en caso de derrame.

✓ **Empleo del agua**

En el Establecimiento se usa sólo agua potable durante la fabricación, envasado y la limpieza, enjuague y desinfección de los materiales, utensilios y envases en contacto con el alimento.

La única agua que es recirculada en el proceso es el utilizado en los equipos de enfriamiento y calentamiento, incluyendo el condensado de vapor. El vapor y fluido refrigerante usados no entran en contacto directo con el producto ni las personas.

Las aguas utilizadas durante el proceso productivo son degustadas e inspeccionadas visualmente en diferentes etapas del proceso. Los pozos utilizados como fuente de agua, disponen de un plan de mantenimiento para asegurar su condición. Estos pozos deben contar con un perímetro de protección para prevenir posible contaminación de fuentes externas, tales como almacenamiento inadecuado y/o derrames de químicos y productos para el control de plagas.

1.5. Eliminación de efluentes

Los efluentes líquidos generados en el proceso de elaboración de bebidas, elaboración de malta y envasado de bebidas (efluentes industriales) son tratados completamente a través de una Planta de Tratamiento de Efluentes (PTE).

Los efluentes líquidos resultantes de los servicios sanitarios (vestuarios y baños) y servicios complementarios (comedor) son canalizados a través de una red cloacal que termina en la red cloacal del Municipio.

Toda el agua de limpieza, desagüe de equipamientos y efluentes cloacales se canalizan a través de conductos de evacuación, construidos para soportar las cargas máximas que puedan generarse. En todos los casos se garantiza que los efluentes líquidos no contaminan la fuente de agua potable ni los productos elaborados.

En caso de derrames que puedan afectar el funcionamiento de la PTE se establecen las prácticas adecuadas en el documento “Incidente en Efluentes Crudo Industrial Líquidos” y en el “Manual de Manejo de Crisis.”

1.6. Cuestiones de higiene y seguridad

1.6.1. Higiene

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), representan los procedimientos exigidos en lo relativo a higiene y forma de manipulación en la industria alimenticia, y de buenas prácticas de fabricación.

1.6.1.1. Instalaciones

a) Emplazamiento

Los Establecimientos de LAS (Latinoamérica Sur) están emplazados en un terreno con cerco perimetral, que reduce la posibilidad de entrada de animales. Las áreas externas con vegetación y parque son cuidadas y cortadas regularmente para minimizar la posibilidad de generación de polvo y la presencia de plagas como roedores o insectos.

Todas las vías de tránsito internas están adecuadamente pavimentadas y/o son de superficies duras aptas para el tráfico rodado, y provistas con los desagües necesarios para su escurrimiento.

b) Edificios y salas

✓ Construcción

Las instalaciones presentan una construcción sólida y sanitariamente adecuada. La naturaleza de los materiales utilizados en su construcción evita la transmisión de sustancias no deseadas a nuestros productos.

✓ Diseño y disposición de los espacios

Dichas instalaciones están diseñadas de manera que las operaciones puedan ser realizadas en debidas condiciones higiénicas desde la llegada de los materiales (materia prima, materiales auxiliares e insumos) hasta la obtención de producto terminado, garantizando además condiciones apropiadas para el proceso de elaboración, envasado (cuando aplique) y almacenamiento del producto terminado (según lo establecido en las especificaciones de producto definidas).

1.6.1.2. Servicios

a) Abastecimiento de agua

El agua que entra en contacto con el producto cumple con las condiciones de potabilidad de la legislación local, según corresponda, se debe realizar un estudio justificando y demostrando que dicho desvío no genera riesgo en el producto terminado para el cual dicho agua es utilizada.

Para la distribución y almacenamiento del agua potable se cuenta con instalaciones adecuadas y estancas que impiden su contaminación con agentes externos. De existir, el agua no potable tiene un sistema de distribución independiente. La red de incendios está identificada con color rojo y cuenta con un tanque de reserva como fuente de abastecimiento.

b) Vestuarios y Cuartos de Aseo

Los Establecimientos cuentan con vestuarios sanitariamente adecuados que garantizan la eliminación higiénica de las aguas residuales. Los mismos presentan suficiente iluminación y ventilación y no tienen acceso directo a zonas de elaboración y envasado.

c) Instalaciones de limpieza y desinfección

Las instalaciones de CIP son de acero inoxidable y de superficies lisas y sin grietas, de fácil mantenimiento.

Las instalaciones para limpieza y desinfección de mangueras, conectores y piezas de llenado son de acero inoxidable o plástico apto para contacto con alimentos, de superficies lisas y sin grietas, de tal forma que son resistentes a la corrosión y que pueden limpiarse fácilmente.

d) Iluminación e instalaciones eléctricas

Las instalaciones de los Establecimientos cuentan con luz natural y/o artificial adecuada y con luces de emergencia suficientes que no comprometen la higiene de nuestros productos.

e) Calidad del aire y ventilación

La ventilación de las zonas de elaboración y envasado es tal que evita el ingreso de agentes contaminantes y previene la proliferación de microorganismos contaminantes o alterantes de los productos.

f) Almacenamiento

Los Establecimientos disponen de instalaciones para el almacenamiento de materiales y producto terminado y los productos químicos no alimentarios, como productos de limpieza, lubricantes y combustibles.

Estos locales permiten distribuir las estibas de materiales y productos a una distancia de las paredes tal que permite la circulación, ventilación, higiene, control de plagas y desinfección de los mismos, cuando esta última sea necesaria. Estos locales protegen productos, materias primas y materiales auxiliares directos de la luz solar directa y de la exposición a aromas agresivos.

En el caso de la malta se dispone de silos adecuadamente diseñados, que protegen de condiciones adversas a los granos.

1.6.1.3. Equipos y utensilios**a) Materiales, diseño y construcción**

Todos los equipos y accesorios que pueden entrar en contacto con el producto están contruidos en material atóxico, sin olores ni sabores que puedan transmitirse al producto, son resistentes a la corrosión y capaces de resistir las operaciones de limpieza y desinfección.

Los equipos se diseñan y posicionan para permitir el acceso a todas las áreas, para ser higienizadas. Los equipos ubicados en las esquinas a veces no permiten una limpieza suficiente y pueden conducir a problemas microbiológicos o de plagas.

Las superficies en contacto con el producto son lisas y las conexiones están exentas de hoyos, grietas y otras imperfecciones que sean fuentes de contaminación para el producto.

Todo equipamiento utilizado en el proceso de fabricación está diseñado de forma tal que facilita las operaciones de limpieza, sanidad y manutención de los mismos.

Las mangueras utilizadas son aptas para la conducción de agua, productos en proceso y terminado y soluciones de limpieza y desinfección.

Los recipientes rotulados para contener químicos, ingredientes, agentes de limpieza, etc., no son utilizados con otro propósito (ej.: baldes). En casos excepcionales que éstos se utilicen, los mismos deben estar claramente identificados.

b) Equipos de control y monitoreo

Los locales de almacenamiento de materias primas refrigerados donde es necesaria la uniformidad de temperatura están provistos de dispositivos adecuados para el control de la misma.

Del mismo modo disponen de mecanismos de control efectivos los equipos para pasteurizado de cerveza y secado de malta.

Los silos de almacenamiento de cebada poseen sistema de aireación y control de la temperatura para asegurar la condición de los granos. Debido a la baja humedad que presenta la malta no se requiere de estos instrumentos de control en los silos utilizados para su almacenamiento.

c) Medios para el almacenamiento de desechos

Los recipientes que contienen residuos que pueden influir en la proliferación de plagas o generación de olores, poseen tapa adecuada para cubrir el material residual contenido, a no ser que estén en real utilización.

Los recipientes para desechos están contruidos de material no absorbente e inatacable, son de fácil limpieza y descarga. Está identificado su uso y tapados convenientemente para garantizar que no se produzcan pérdidas ni emanaciones que puedan afectar el producto o la materia prima.

Los desechos denominados especiales (aceites usados, trapos con aceite, filtros sucios con aceite, viales DQO, cartuchos, pilas, baterías), se colocan en recipientes

adecuados e identificados para tal fin.

El transporte y disposición final de los residuos asimilables a los domiciliarios y los especiales se realiza de acuerdo a la legislación vigente, quedando registro de ello a través de los remitos de salida correspondientes.

d) Política de Elementos Cortantes

El uso de elementos cortantes en las áreas de producción debe reducirse para evitar la contaminación del producto. Estos utensilios deben ser de diseño sanitario (sin madera, de fácil lavado, inoxidable) y en lo posible ser de pieza entera.

Todas las operaciones deben contar con una política de elementos cortantes y un registro de los mismos. El documento debe detallar los cuchillos/cuchillas/trinchetas y demás herramientas de corte en una en zonas de alto riesgo. Estas zonas deberán ser definidas por el equipo de HACCP mediante una evaluación de peligros. Como mínimo debe incluir a las áreas de almacenamiento de materias primas y materiales auxiliares directos, servicios, elaboración y envasado.

1.6.1.4. Mantenimiento y saneamiento

a) Limpieza y desinfección

Los pisos y paredes son mantenidos en adecuadas condiciones de higiene por los operadores de las áreas productivas y el servicio de limpieza mercerizado, según corresponda.

Todos los equipos que participan de los procesos de elaboración y envasado son sometidos a limpieza y desinfección externa e interna manteniendo sus condiciones de higiene y sanitización.

Las escobas de metal, esponjas, estopas y otros materiales abrasivos no son usados en la limpieza de superficies que entren en contacto con el alimento ya que sus residuos constituyen fuente de contaminación.

Los materiales de limpieza (cepillos, trapos, etc.) se encuentran presentes en condición y número adecuados, y almacenados en un área identificada a tal fin.

Las mangueras utilizadas en las operaciones de limpieza manual, se mantienen enrolladas en sus soportes cuando no son utilizadas. Las pistolas de cierre o válvulas de rociado son cerradas correctamente para evitar pérdidas.

El olor en el Establecimiento no debe ser a mohoso, ya que esto indicaría actividad microbiológica y pobres estándares de limpieza.

b) Manejo de desechos

La gestión de Residuos del establecimiento se realiza de la siguiente manera:

- ✓ **Residuos orgánicos.-** La levadura y bagazo son aptos para la venta como alimento animal o su deshecho a través de la recolección de la Empresa Municipal de Aseo Tarija “EMAT”.
- ✓ **Residuos del proceso de envasado.-** Tales como botellas rotas, etiquetas, bidones, tapas, cartones, etc., son almacenados para su posterior venta a empresas de reciclaje.
- ✓ **Residuos peligrosos o especiales.-** Son separados y tratados de acuerdo a su naturaleza.
- ✓ **Residuos domésticos.-** Destinados a la recolección por parte de “EMAT”.
- ✓ **Residuos de la construcción.-** Si no son aprovechables, se desechan y posteriormente son recolectados por “EMAT”.

1.6.1.5. Control de plagas

Los edificios se mantienen en buenas condiciones a manera de evitar y/o eliminar lugares en los cuales las plagas puedan alimentarse. Agujeros, desagües y otros lugares a través de los cuales pueden ingresar plagas se mantienen cerrados. Como otra barrera de control se utilizan redes, rejas, cortinas de cintas en ventanas, puertas y ventilaciones abiertas para reducir las posibilidades de ingreso de plagas.

Del mismo modo se mantiene el orden y limpieza general a manera de limitar la disponibilidad de materias primas y productos semielaborados como alimento para las plagas.

No está permitido el ingreso de animales al establecimiento.

Los productos utilizados para el control de plagas deben estar aprobados por autoridades locales competentes. Las cajas de cebos se enumeran y etiquetan con las clasificaciones que corresponda (tóxico, peligroso, veneno, etc.) y se incluyen en un ‘mapa’ de ubicación de cebos, disponible por planta.

1.6.1.6. Manejo de sustancias peligrosas

Los productos químicos potencialmente peligrosos se almacenan separados de las materias primas, materiales auxiliares e insumos y se mantienen correctamente identificados con un rótulo que informa sobre su toxicidad y empleo.

Toda suciedad o derrame de producto o sustancias químicas, aceites o lubricantes, es eliminado inmediatamente utilizando para ello los elementos disponibles de acuerdo al tipo de producto o sustancia derramada (agua para derrame de producto, trapos o materiales absorbentes para derrame de aceites o lubricantes o productos químicos).

Los materiales absorbentes utilizados para la limpieza de derrames se disponen en recipientes adecuados y señalizados a fin de realizar posteriormente la disposición adecuada de los mismos.

Los aceites y grasas usados para la lubricación de equipos, que pueden entrar en contacto eventual con los alimentos son no tóxicos, de grado alimenticio, y se encuentran especialmente identificados y almacenados.

Las bombas y motores no son montados directamente por encima de los transportes en las líneas de envasado, dado que podrían existir pérdidas de aceite sobre las líneas. Podrían eventualmente utilizarse bandejas de contención. Por motivos de mantenimiento, los motores tampoco se ubican directamente debajo de las líneas

Los productos químicos utilizados para limpieza general del Sector Productivo, y de los Equipos y cañerías se encuentran almacenados en los distintos sectores de uso separados de las materias primas, materiales auxiliares e insumos y se mantienen correctamente identificados en sus envases originales, tanques o cañerías de conducción.

Los aditivos utilizados para el tratamiento de agua, lavadoras, o pasteurizador y que

puedan tener contacto eventual con el envase del producto son de grado alimenticio.

1.6.1.7. Higiene personal y requisitos sanitarios

a) Salud del personal

El estado de salud de los empleados se verifica siguiendo la legislación vigente mediante:

- ✓ Exámenes Preocupacionales, a todo el personal que ingresa por primera vez y/o luego de una ausencia prolongada.
- ✓ Exámenes Periódicos, anuales a todo el personal, dichos exámenes tiene una estructura general teniéndose en cuenta los casos de riesgos específicos.

b) Higiene personal

El personal es responsable por la ropa de trabajo, vestimenta auxiliar, y elementos de protección personal que el Establecimiento provee, debiendo mantenerlos limpios al inicio de las actividades y durante el período de trabajo.

En zonas productivas está prohibido el uso de todo tipo de joyas y accesorios, por lo que no se puede ingresar con relojes, anillos, aros, colgantes, pulseras, piercings, etc.

El personal que utiliza barba y/o bigote los mantiene limpios y prolijos. El personal que utiliza cabello largo lo mantiene atado.

Al reintegrarse a sus tareas los empleados lavan sus manos cada vez que concurren a baños, vestuario y/o el salón comedor.

1.6.2. Normas básicas de SySO implementadas

En este contexto, la cervecería cuenta con una estrategia de seguridad industrial basada en este Pilar de Seguridad y Salud Ocupacional, dentro del cual se desarrollan como primera prioridad de la empresa 18 componentes que impulsan una cultura de Seguridad Industrial que envuelve el entorno operativo hasta un nivel gerencial. La meta de esta estrategia pretende alcanzar los “0 Accidentes con Baja Médica” siendo de mucha prioridad para la empresa la notificación de accidentes menos serios por parte del personal operativo, para actuar de forma proactiva y reducir la incidencia de

los accidentes del personal. Para la adecuada gestión de la seguridad industrial se levantan informes mensuales para obtener datos históricos y obtener información relevante de apoyo para identificar puntos de atención ya sea por la incidencia de accidentes entre las diferentes zonas de la planta o por la totalidad de los datos que se maneja y relevan a nivel planta.

1.6.3. Políticas de seguridad e inocuidad alimentaria implementadas

La Política de Seguridad Alimentaria implementada en CBN S.A. Planta Tarija comprende:

1.6.3.1. Política de integridad del producto

Esta política, comprende los siguientes procedimientos y programas:

a. Programa de integridad de producto

Detalla medidas prácticas para garantizar la seguridad alimentaria de los productos.

b. Food Safety Healthcheck (FSHC)

Es una herramienta diseñada para medir el cumplimiento de la Política de Seguridad Alimentaria en los Establecimientos.

c. Programa Analítico de Integridad de Producto

Este programa analítico se basa en el monitoreo anual de materias primas y productos terminados de los Establecimientos según parámetros de seguridad alimentaria.

d. Procedimientos de recuperación de producto

Define la metodología a utilizar para asegurar una adecuada recuperación o retiro de Producto Terminado despachado por los Establecimientos Industriales, calificado como potencial riesgo para la salud / seguridad del consumidor o no conforme, por incumplimiento de reglamentaciones legales o por cuestiones que afecten el concepto de Protección de Marca.

1.6.3.2. Buenas prácticas de manufactura (BPM)

Las Buenas Prácticas de Manufactura representan los procedimientos exigidos en lo relativo a higiene y forma de manipulación en la industria alimenticia, y de buenas prácticas de fabricación, teniendo en cuenta las prácticas mencionadas en el Reglamento Técnico Mercosur sobre las Condiciones Higiénico Sanitarias y de Buenas Prácticas de Elaboración para Establecimientos Elaboradores / Industrializadores de Alimentos.

1.6.3.3. HACCP

El sistema de inocuidad alimentaria HACCP (Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control), favorece la eliminación o minimización de los riesgos de inocuidad en los procesos productivos, optimizando la condición de seguridad alimentaria de los productos elaborados en los Establecimientos.

1.7. Patentes y restricciones

Dentro de lo que a patentes pertenecientes para su fabricación se tienen: las de cerveza pilsener Astra 620cc e Imperial 1000cc.

En cuanto a las restricciones para comercialización, únicamente se distribuye cerveza Paceña (botella, lata, Pico de Oro, Pico de Plata, Black), Huari, Bock, Stella Artois, Bicervecina El Inca y Maltín, Bebidas no alcohólicas: Gatorade, Pepsi.

CAPÍTULO II

CONCEPCIÓN Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

2.1. Definición del problema

2.1.1. Definición de KPI

AB Inbev establece los objetivos de los indicadores de planta (KPI), considerando el proceso de la industria cervecera.

KPI se define como un medidor del nivel del desempeño del proceso, enfocándose en el "cómo" e indicando el rendimiento de los procesos, de forma que se pueda alcanzar el objetivo fijado. Los KPI están asociados normalmente a la cuantificación y proporcionan una imagen objetiva y uniforme de la realidad.

2.1.2. Merma de extracto

Se conoce como merma a la pérdida o reducción de un cierto número de mercancías o de la actualización de un stock que provoca una fluctuación, es decir, la diferencia entre el contenido de los libros de inventario y la cantidad real de productos o mercancía dentro de un establecimiento, negocio o empresa que conlleva a una pérdida monetaria; si bien la existencia de merma es inevitable, se puede reducirla y controlarla.

Se denomina extracto a los componentes de los cereales que entran en solución con ayuda de enzimas, es decir que todas las sustancias que entran en solución se denominan extracto. El extracto es una característica de calidad, la cual se mide en todo el proceso.

La merma de extracto es la pérdida de sustancias solubles de los cereales cerveceros que se presenta desde la elaboración hasta el envasado de la cerveza. El mosto se forma con la malta y el adjunto cervecero. Los adjuntos cerveceros son las materias primas que sustituyen a la malta en la elaboración de la cerveza, los más comunes son las fuentes de almidón que no estén malteadas, en este caso utilizan sémola de maíz.

Para el proceso cervecero definimos las mermas de extracto como la cantidad de extracto que fue ingresado en la materia prima y que no se encuentra en el producto final, teniendo en cuenta que el extracto ingresado en la materia prima se transforma en el extracto de la cerveza.

La merma puede estar expresada como kg de extracto o como porcentaje (% ext)

Se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Merma (\%)} = \frac{\text{Input} - \text{Output}}{\text{Output}} * 100$$

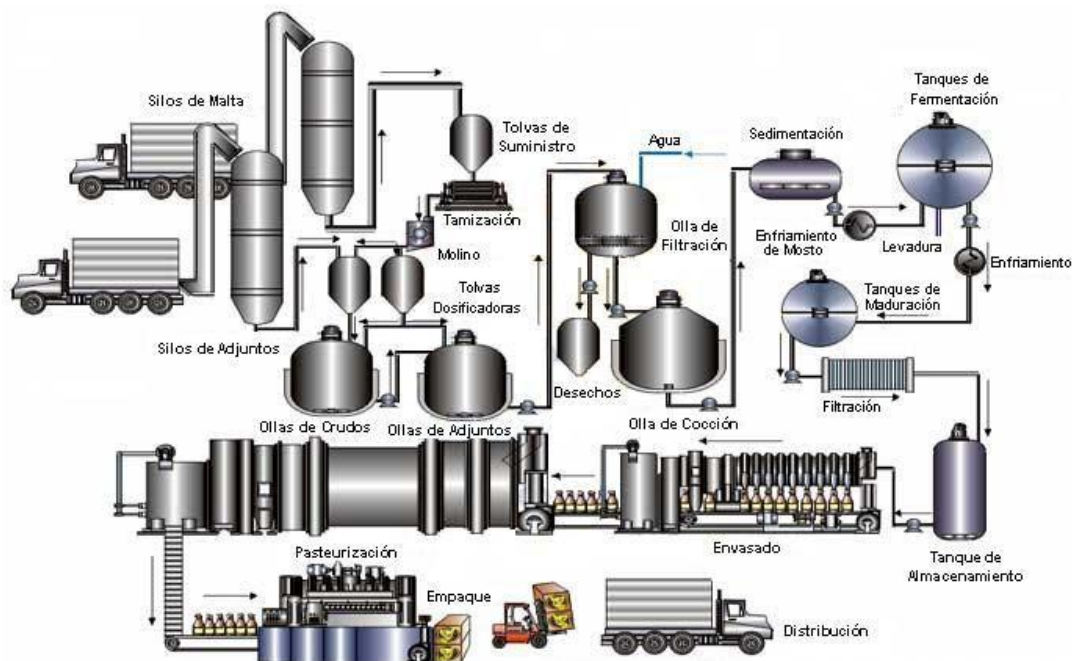
2.2. Identificación de los puntos donde se encuentra la merma

Para encontrar los lugares específicos donde se generan las pérdidas de extracto, es necesario tener conocimiento de todas las operaciones que se realizan en la elaboración de la cerveza.

La figura 2-1 describe dicho proceso desde la recepción de materia prima hasta el envasado del producto.

Figura 2-1

Diagrama de elaboración del sistema de elaboración de Cerveza



Fuente: Technology Brewing and Malting.

Para el proceso cervecero están predefinidos los siguientes sectores de medición:

✓ Bloque Caliente

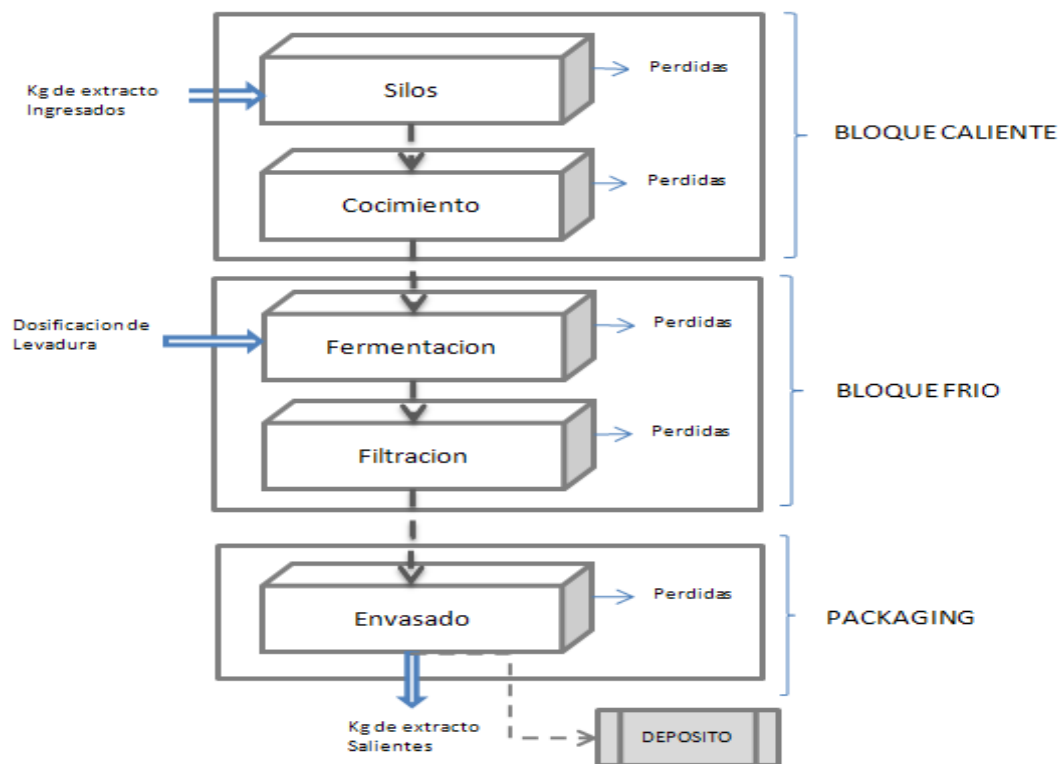
✓ Bloque Frío

✓ Packaging

Para mejor comprensión con ayuda de la figura 2-2 se describe el diagrama de bloques del extracto en todo el proceso. En éste se describe los diferentes bloques y los procesos respectivos que corresponden a cada sector.

Figura 2-2

Diagrama de bloques del extracto



Fuente: CBN S.A. Planta Tarija

El KPI de extracto se mide sólo en el proceso de elaboración de cerveza, que consiste, desde el bloque caliente hasta el packaging.

Más adelante se describe detalladamente los puntos donde se producen las pérdidas de extracto.

Para una mejor identificación de cada punto de merma se realizó lo siguiente:

- ✓ Se elaboró los diagramas de flujo de cada sector. Ver Anexo A.
- ✓ Se identificó las líneas de mosto, cerveza verde y cerveza para conocer si existen fugas e identificar merma por puntos muertos, los cuales son puntos de retención de mosto o cerveza, pero no se encontró ningún tipo de pérdida. Ver Anexo B.
- ✓ Se elaboró inventarios en el sector de elaboración para materias primas, reactivos e insumos, porque es donde ingresa la malta y sémola de maíz, y se realizó la mejora de un inventario para mosto, cerveza verde y cerveza, que abarca desde cocimiento hasta envasado, para poder realizar un cálculo teórico de merma. Ver Anexo C.

2.2.1. Bloque caliente

La merma de Bloque caliente abarca desde la recepción de la materia prima hasta el envío del mosto a fermentación y se refiere los kg de extracto que ingresaron en la materia prima (rendimiento de malta y sémola) y que no se encuentran en el mosto frío.

2.2.1.1. Silos

Existe merma en la descarga de la materia prima (malta), pérdida en la cáscara, cascarilla y polvo.

2.2.1.2. Sala de cocimiento

En la sala de cocimiento existen varios puntos donde existe merma, y se los separó por equipos y por la toma de muestras.

- Cuba filtro

En este equipo existe merma en las últimas aguas que son enviadas al drenaje con un bajo porcentaje de extracto, y en la borra que es enviada al silo de borra.

Últimas aguas se denomina al mosto de bajo porcentaje que es descargado al final de la filtración del mosto, las cuales en planta Tarija actualmente no son recuperadas, porque lo desechan después del segundo riego en la cuba filtro.

En la borra también existe merma, ya que es un material sólido húmedo formado por

la cáscara, embriones y otras sustancias de la malta y adjuntos que no entraron en solución durante la maceración, y que cumplen el papel de material filtrante en la cuba filtro.

- Hervidor

En el hervidor queda mosto cuando se envía al tanque pulmón, por la ubicación de la tubería para el envío de mosto al tanque pulmón, ya que en la parte inferior del hervidor, que tiene forma cónica, se encuentra la tubería que lleva el agua de lavado al drenaje.

- Tanque pulmón

De la misma manera que el hervidor en la parte inferior del tanque pulmón existen restos de mosto que no llega a ser enviado al Whirlpool por la ubicación de la cañería de mosto, ya que en la parte más baja del tanque se encuentra la cañería de agua de lavado.

- Whirlpool

Al finalizar el envío de mosto a fermentación se observó merma en el trub, el cual contiene extracto, pero este debe ser extraído porque es perjudicial para la calidad si es enviado a los TCC's, ya que obstaculiza la clarificación del mosto y dificulta la filtración.

- Toma de muestras de calidad

Como en todo proceso, existe merma para el control de calidad, lo cual es inevitable.

- Caudalímetro

Se identificó merma en el envío de mosto desde el Whirlpool hasta los TCC's, esto es por pérdida en la cañería de envío de mosto.

2.2.2. Bloque frío

En el bloque frío se realiza un balance de masas, en función del % extracto contenido en los hectolitros de mosto frío o cerveza según sea el caso.

Comprende los procesos de fermentación, maduración y filtración.

✓ Fermentación

- Cosecha de Levadura, ya que al cosechar la levadura se encuentra mezclada con cerveza.
- Purga en TCC's para la toma de muestra para el control de extracto, diariamente se controla el extracto, y para sacar la muestra debe purgar un cierto volumen.
- Restos de levadura que queda en los TCC's.
- Restos de cerveza que queda en las mangueras al realizar el traspaso de cerveza verde.
- Restos en los tanques de la sala de maduración, al enviar la cerveza desde los TCC's a los tanques de maduración, la cerveza aún contiene una levadura, la cual van sedimentando, y para retener esta levadura existe un tubo en cada tanque, que cumple el rol de trampa de levadura, y de esta forma enviar cerveza pura al filtro.
- Toma de muestras de calidad, como se indicó anteriormente, se necesita sacar muestras para el control de calidad, por lo que esto representa merma.

✓ Filtración

- Purgas en el filtro, en el filtro existen varias purgas, como ser: purga en el visor antes que la cerveza entre al filtro, ya que la primera parte enviada de cerveza contiene demasiada levadura, después de filtrar existe otra purga, al iniciar la filtración sale agua y se debe purgar hasta que pase cerveza.
- Purgas por mediciones de CO₂ y Oxígeno, cuando las mediciones de estos parámetros no se encuentran en el rango que requiere Control de Calidad, se purga O₂ o CO₂ para que se encuentren en los valores requeridos, y al purgar sale cerveza.
- Toma de muestras de calidad, muestras que requiere Control de Calidad,
- Envío de cerveza a llenadora, que es por la diferencia de volumen leído en la medidora y volumen recibido en la llenadora.

2.2.3. Envasado

En envasado se toma en cuenta las mermas que existen desde la llenadora hasta el encajonado, de ahí el producto es paletizado y pertenece a logística, lo cual no interviene en el proceso.

Los principales puntos de pérdida en envasado son:

- ✓ Llenadora
 - En este equipo existe merma al recibir cerveza de la medidora, ya que al inicio se envía agua, y se debe controlar hasta que llegue cerveza, lo cual se llama merma por derrame.
 - Y también existe merma por rotura de botellas (explosión de botellas).
- ✓ Pasteurizador
 - En la pasteurizadora también existe merma por la rotura de botellas.
- ✓ Visor
 - En esta sección existe merma porque el operador debe retirar las botellas dimediadas o mal tapadas,
- ✓ Etiquetador
 - En la etiquetadora el operador debe retirar las botellas que estén mal etiquetadas, y también se presenta merma por rotura.
- ✓ Encajonado
 - El encajonado es manual, por lo que existe merma por rotura.
- ✓ Toma de muestras de calidad
 - Como en todas las partes del proceso, en envasado se realiza diferentes pruebas de calidad del producto terminado

2.3. Cuantificación de las mermas de extracto

Como base de cálculo se toma los kilogramos de extracto que ingresa en la

elaboración de cerveza Imperial y Astra.

Para el balance de masa de las pérdidas de extracto se utiliza la siguiente fórmula:

$$\% \text{ merma de extracto} = \frac{\text{merma de extracto}}{\text{extracto procesado}} \times 100$$

merma de extracto

= cantidad de extracto que entra en el proceso
– cantidad de extracto en la salida

Para cuantificar las mermas, se realizó un seguimiento por tipo y por cargas:

TABLA II-1

Porcentaje de producción por tipo y por carga

Tipo	Carga	% elab
Astra	5 Coc	14%
Imperial	3 Coc	32%
	5 Coc	22%
	7 Coc	32%

Fuente: Elaboración Propia

2.3.1. Bloque caliente

Para el cálculo en este sector se tomó en cuenta la siguiente fórmula:

$$\% \text{ merma de extracto} = \frac{(\text{kg de extracto ingreso} - \text{kg de extracto salida})}{\text{Kg de extracto ingreso}} \times 100$$

Donde:

- ✓ Ingresos de extracto=Kilos de materia prima x % w/w de extracto
- ✓ Salidas de extracto= hectolitros de mosto frío x % w/v de extracto

2.3.1.1.Silos

En los silos no se pudo realizar mediciones para el cálculo de merma, ya que por motivos de seguridad no se realiza limpieza de los silos. Por tanto la cervecería sólo utiliza cantidades teóricas para realizar balances de materia de los silos.

2.3.1.2.Sala de cocimiento

2.3.1.2.1. Cuba filtro

✓ Últimas aguas

Al realizar un filtrado del mosto, al final queda las últimas aguas que son desechadas, ya que sale con un extracto bajo y no tienen un lugar para recuperar estas aguas. Se cuantificó el volumen y se midió el extracto con ayuda del Anton Paar. Y se comparó el extracto medido por los operadores con el sacarímetro, para comparar los resultados y así identificar las fallas de lectura del sacarímetro.

✓ Borra

Se cuantificó la cantidad de borra que se desecha para su posterior venta, se realizó su respectivo pesaje obteniendo el valor de 733 kg de borra por cocimiento de Imperial y 836 kg por cocimiento de Astra.

Mediante un análisis de laboratorio de Extracto de hez de malta (Ver Anexo D), se obtuvo el extracto total de la borra.

TABLA II-2

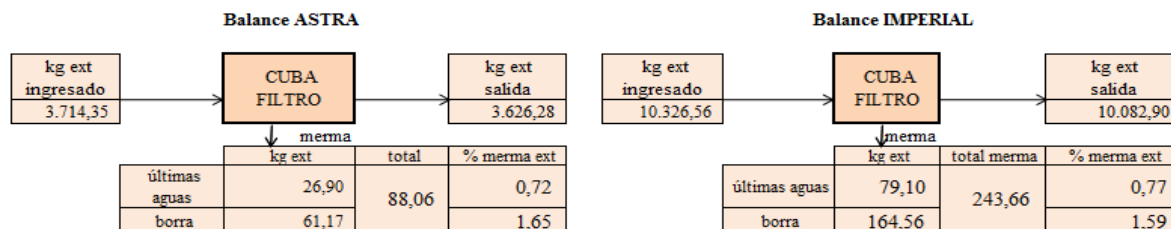
Merma de extracto en la cuba filtro por cocimiento

Resultados de % merma de extracto de Hez de malta		
	ASTRA	IMPERIAL
kg borra	836,00	733,00
% w/w	1,46	1,50
kg extracto	12,23	10,97
% merma ext	1,65	1,59
Resultados de % merma de extracto de últimas aguas		
	ASTRA	IMPERIAL
Volumen (lt)	269,00	235,50
% w/v	2,00	2,24
kg extracto	5,38	5,27
% merma ext	0,72	0,77

Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-3

Balance de materia en la cuba filtro por carga



Fuente: Elaboración Propia

2.3.1.3. Hervidor

En el hervidor existe merma de extracto cuando el mosto es traspasado al Whirlpool, los restos es un mosto espeso y concentrado que va directo al drenaje. Se cuantificó el volumen y se realizó las mediciones de extracto que representa en esta etapa.

TABLA II-3

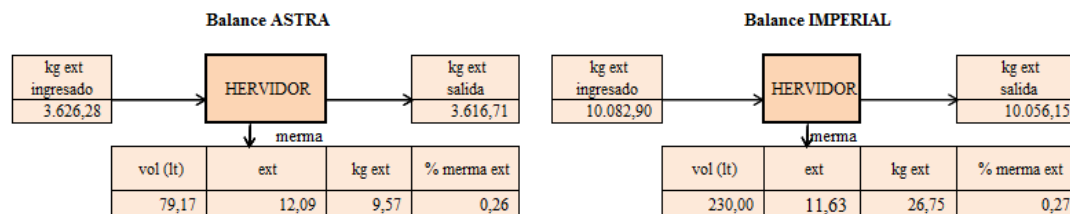
Merma de extracto en el hervidor por cocimiento

Resultados de % de merma de extracto en el hervidor		
	ASTRA	IMPERIAL
Volumen (lt)	15,83	15,33
% w/v	12,09	11,63
kg extracto	1,91	1,78
% merma ext	0,26	0,27

Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-4

Balance de materia en el hervidor



Fuente: Elaboración Propia

2.3.1.4. Tanque Pulmón

De la misma manera que en el hervidor, en el tanque pulmón queda restos de mosto espeso y concentrado, que es enviado al drenaje.

Se cuantificó el volumen y se realizó la lectura del extracto.

TABLA II-4

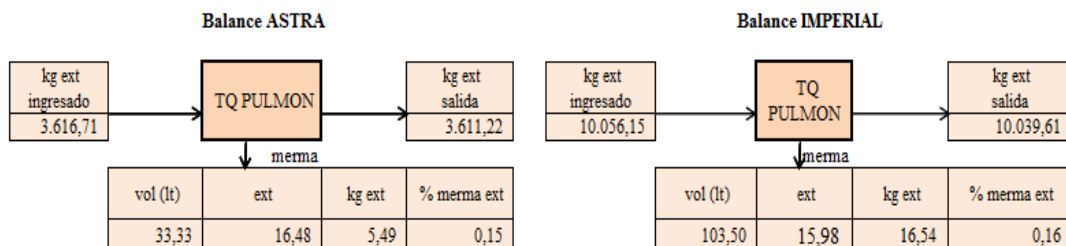
Merma de extracto en el tanque pulmón por cocimiento

Resultados de % de merma de extracto en el tanque pulmón		
	ASTRA	IMPERIAL
Volumen (lt)	6,67	6,90
% w/v	16,48	15,98
kg extracto	1,10	1,10
% merma ext	0,15	0,16

Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-5

Balance de materia en el tanque pulmón



Fuente: Elaboración Propia

2.3.1.5. Whirlpool

La merma de extracto presente en el Whirlpool es por el trub que se forma en este equipo. Se cuantificó el volumen y se realizó la lectura del extracto.

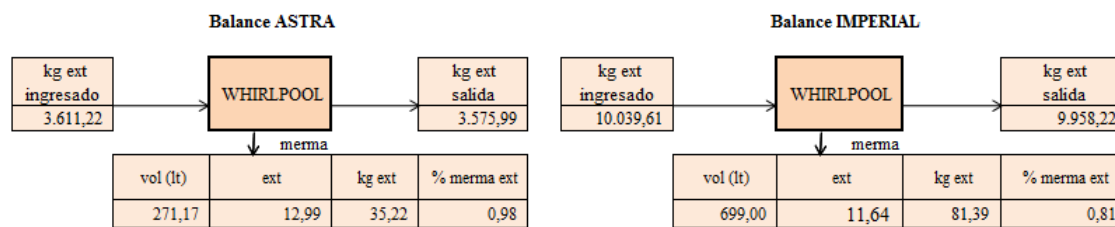
TABLA II-5

Merma de extracto en el Whirlpool por cocimiento

Resultados de % de merma de extracto en el Whirlpool		
	ASTRA	IMPERIAL
VOLUMEN (lt)	54,23	46,60
%p/v	12,99	11,64
kg extracto	7,04	5,43
% merma ext	0,98	0,81

Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-6

Balance de materia en el Whirlpool

Fuente: Elaboración Propia

2.3.1.6. Muestras de calidad en cocimiento

Se realizó un control de las muestras que requiere calidad para conocer el porcentaje que afectan éstas a la merma.

TABLA II-6

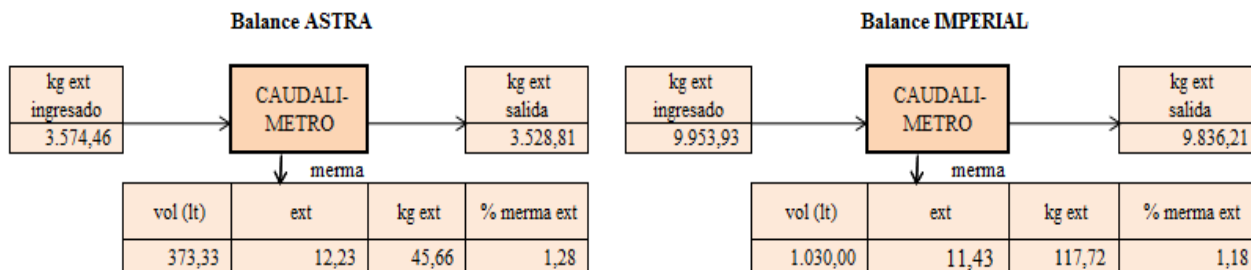
Merma de extracto por control de calidad por cocimiento

Resultados de % de merma de extracto Control de Calidad		
	ASTRA	IMPERIAL
VOLUMEN (lt)	2,50	2,50
%p/v	12,23	11,43
kg extracto	0,31	0,29
% merma ext	0,05	0,05

Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-8

Balance de materia en el caudalímetro



Fuente: Elaboración Propia

2.3.1.8. Balance de materia en el bloque caliente

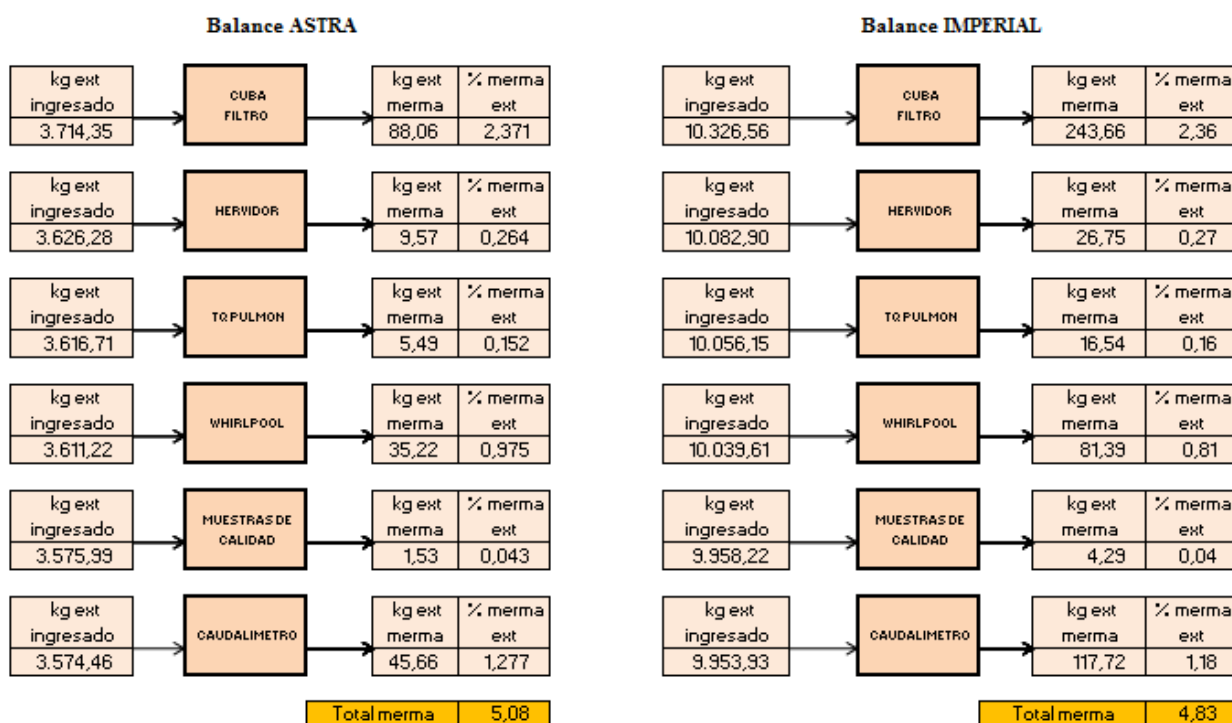
La figura 2-9 nos muestra un balance completo del bloque caliente de los 2 tipos de cerveza que se produce, donde se observa que en la cuba filtro existe mayor merma de extracto.

La merma que representa el bloque caliente es de 4,86% en todo el proceso.

El bloque caliente, es el bloque donde existe mayor merma.

Figura 2-9

Balance de materia en el bloque caliente



Tipo	Carga	% elab
Astra	5 Coc	14%
Imperial	3 Coc	32%
	5 Coc	22%
	7 Coc	32%

$$(5,08 \cdot 0,14) + (4,83 \cdot 0,86) = 4,861$$

Fuente: Elaboración Propia

2.3.2. Bloque frío

El balance de materia en el bloque frío se realizó por equipos. El balance de materia del bloque frío consta de fermentación y filtración.

2.3.2.1. Fermentación

2.3.2.1.1. TCC's

En los TCC's se calculó la merma de la cosecha de levadura, en las purgas para la medición de extracto, las muestras de calidad y de los restos de levadura que quedan en el tanque.

TABLA II-8

Merma de extracto en TCC's

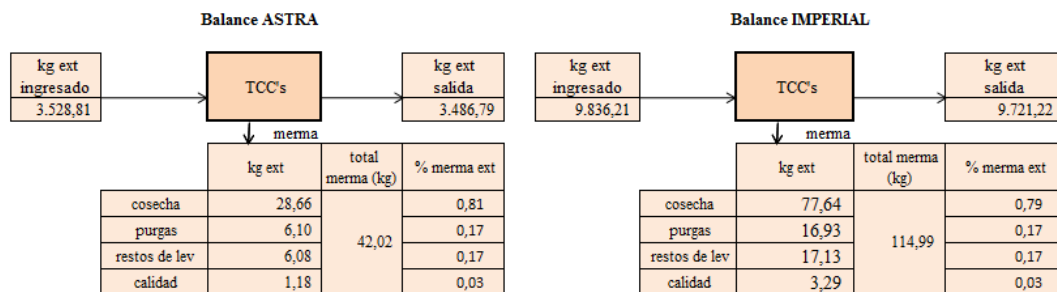
Resultados de % merma de extracto de la cosecha de levadura				
PRUEBA N°	ASTRA	IMPERIAL		
	5 COC	3COC	5COC	7 COC
Kg de levadura+cerveza	423,33	309,33	490,00	678,67
consistencia %w/w	52,13	55,71	61,12	61,12
kg levadura	221,08	172,55	299,10	415,73
kg cerveza	202,25	136,78	190,90	262,94
% extracto (w/w)	14,17	13,12	13,15	13,15
Kg extracto	28,66	17,91	25,06	34,69
% merma ext	0,81	0,91	0,76	0,76
Resultados de % de merma de extracto de purgas				
PRUEBA N°	ASTRA	IMPERIAL		
	5 COC	3COC	5COC	7 COC
VOLUMEN (lt)	48,50	49,00	47,50	49,50
%w/w	12,02	11,12	11,12	11,12
%w/v	12,58	11,60	11,60	11,60

kg extracto	6,10	5,68	5,51	5,74
% merma ext	0,17	0,29	0,17	0,13
Resultados de % de extracto de restos de levadura en TCC's				
PRUEBA N°	ASTRA	IMPERIAL		
	5 COC	3COC	5COC	7 COC
Kg de levadura+cerveza	63,33	46,83	64,50	78,67
consistencia %w/w	32,70	32,75	32,70	29,90
kg levadura	20,45	15,23	20,96	23,51
kg cerveza	42,89	31,61	43,54	55,15
% extracto (w/w)	14,17	13,12	13,15	13,15
Kg extracto	6,08	4,16	5,71	7,26
% merma ext	0,17	0,21	0,17	0,16
Resultados de % de merma de extracto de muestras de calidad				
PRUEBA N°	ASTRA	IMPERIAL		
	5 COC	3COC	5COC	7 COC
VOLUMEN (lt)	9,67	7,01	10,57	10,73
%w/v	12,32	11,59	11,68	11,68
kg extracto	1,18	0,80	1,24	1,25
% merma ext	0,03	0,04	0,04	0,03

Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-10

Balance de materia en los TCC's



Fuente: Elaboración Propia

2.3.2.1.2. Tanques de maduración

En los tanques de maduración se calculó la merma por la toma de muestras de calidad y los restos que quedan en los tanques.

TABLA II-9

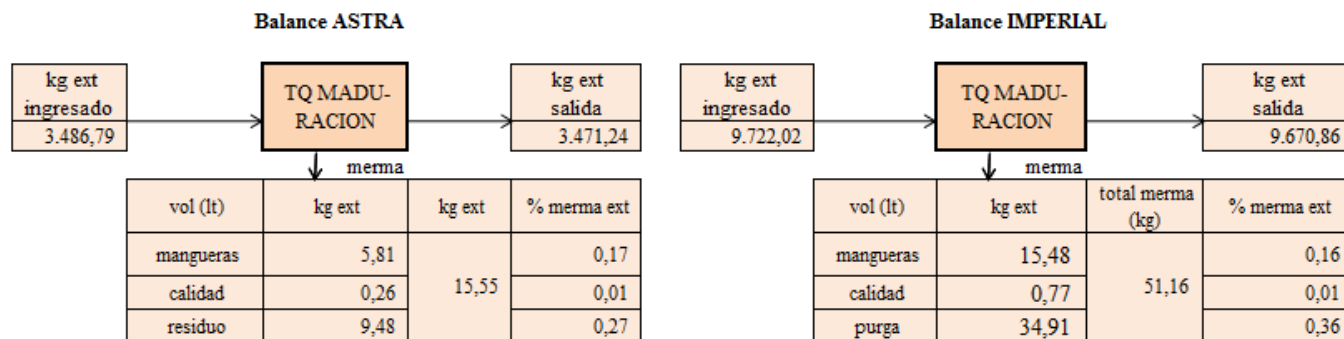
Merma de extracto en los TQ de maduración

Resultados de % de merma de extracto de restos en mangueras				
PRUEBA N°	ASTRA	IMPERIAL		
	5 COC	3COC	5COC	7 COC
VOLUMEN (lt)	46,17	59,33	42,67	31,50
% w/w	12,02	11,12	11,12	11,12
% w/v	12,58	11,60	11,60	11,60
kg extracto	5,81	6,88	4,95	3,65
% merma ext	0,17	0,15	0,15	0,19
Resultados de % de merma de extracto en muestras de calidad				
PRUEBA N°	ASTRA	IMPERIAL		
	5 COC	3COC	5COC	7 COC
VOLUMEN (LT)	2,10	2,17	2,20	2,23
% w/w	11,91	11,21	11,21	11,21
% w/v	12,46	11,70	11,70	11,70
kg extracto	0,26	0,25	0,26	0,26
% merma ext	0,01	0,01	0,01	0,01
Resultados de % de merma de extracto de residuo				
PRUEBA N°	ASTRA	IMPERIAL		
	5 COC	3COC	5 COC	7 COC
Kg de levadura+cerveza	94,53	65,57	123,77	152,77
consistencia %w/w	18,23	11,86	11,86	11,86
kg levadura	16,99	6,85	12,92	15,96
kg cerveza	77,54	58,72	110,85	136,81
% extracto (w/w)	12,23	11,39	11,39	11,39
Kg extracto	9,48	6,68	12,62	15,58
% merma ext	0,27	0,34	0,39	0,34

Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-11

Balance de materia en los tanques de maduración



Fuente: Elaboración Propia

2.3.2.2. Filtración**2.3.2.2.1. Filtro**

En el filtro se cuantificó las diferentes purgas que se realiza, las cuales son: purga antes de filtrar, porque la cerveza aún contiene levadura, esto se desecha hasta observar en el visor que no haya presencia de levadura, purga después del filtrado para votar el agua que es utilizada para la preparación de las tierras filtrantes, en el tanque de dosificación de tierras filtrantes y el muestreo para la medición de turbidez.

TABLA II-10

Merma de extracto en el filtro

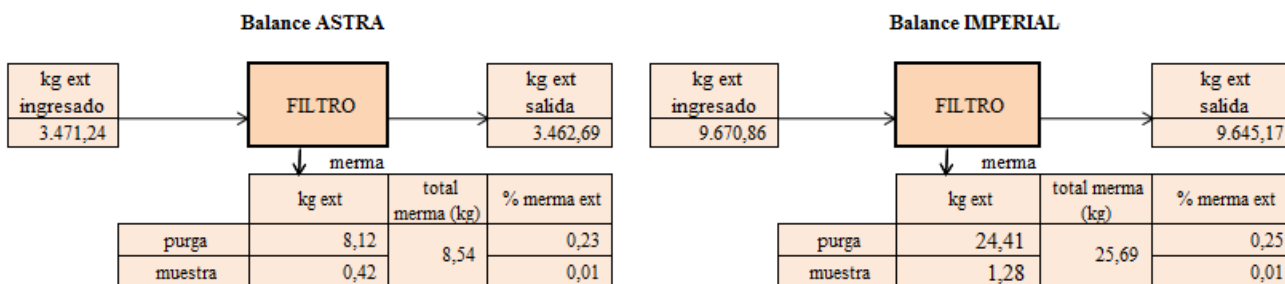
Resultados de % de extracto de purgas					
ASTRA5COC			IMPERIAL3COC		
PRUEBA N°	Antes de filtrar	Después de filtrar	PRUEBA N°	Antes de filtrar	Después de filtrar
Vol (lt)	38,68	53,20	Vol (lt)	33,00	68,00
%ext (w/v)	12,11	6,46	%ext (w/v)	9,92	5,45
Kg ext	4,68	3,44	Kg ext	3,27	3,70
% merma ext	0,13	0,10	% merma ext	0,17	0,19
IMPERIAL5COC			IMPERIAL7COC		
PRUEBA N°	Antes de filtrar	Después de filtrar	PRUEBA N°	Antes de filtrar	Después de filtrar
Vol (lt)	40,50	76,30	Vol (lt)	47,00	84,00

%ext (w/v)	9,42	5,67	%ext (w/v)	9,52	5,74
Kg ext	3,82	4,33	Kg ext	4,47	4,82
% merma ext	0,08	0,10	% merma ext	0,10	0,11
Resultados de % de merma de extracto en muestras de calidad					
PRUEBA N°	ASTRA	IMPERIAL			
	5 COC	3COC	5COC	7 COC	
Vol (lt)	3,60	3,60	3,95	3,95	
%ext (w/v)	11,65	11,14	11,14	11,14	
Kg ext	0,42	0,40	0,44	0,44	
% merma ext	0,012	0,021	0,010	0,010	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-12

Balance de materia en el filtro



Fuente: Elaboración Propia

2.3.2.2.2. Medidoras o Tanques de Presión

Para cuantificar el volumen de la purga de cerveza por mediciones de oxígeno, turbidez y CO₂ se utilizó varios contenedores de 80 litros.

También se cuantificó las muestras para análisis de calidad y sus respectivas purgas, donde se hace análisis microbiológicos y medición de extracto de la cerveza filtrada.

TABLA II-11

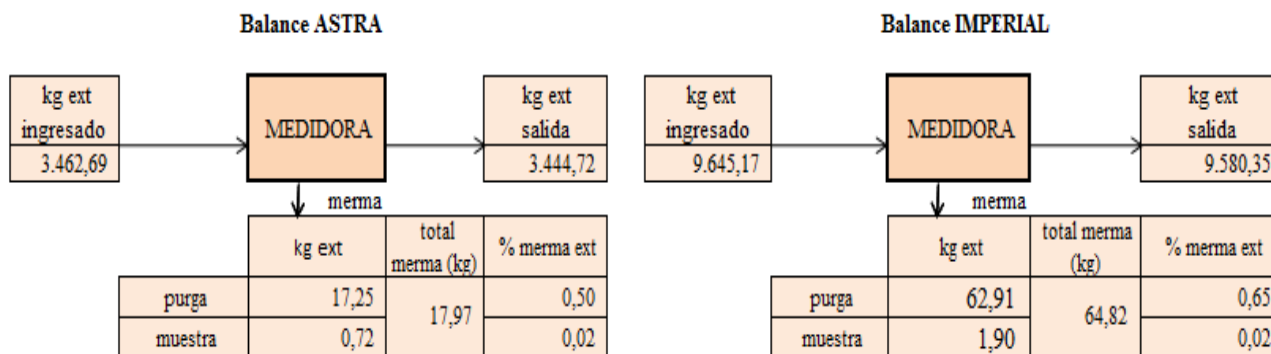
Merma de extracto en medidoras

Resultados de % de merma de extracto por purga en medidoras				
PRUEBA N°	ASTRA	IMPERIAL		
	5 COC	3COC	5COC	7 COC
Vol (lt)	145,74	112,99	188,32	263,65
%ext (w/v)	11,84	11,14	11,14	11,14
Kg ext	17,25	12,58	20,97	29,36
% merma ext	0,50	0,65	0,46	0,65
Resultados de % de merma de extracto en muestras de calidad de cerveza filtrada				
PRUEBA N°	ASTRA	IMPERIAL		
	5 COC	3COC	5COC	7 COC
Vol (lt)	6,20	5,30	5,90	5,90
%ext (w/v)	11,65	11,14	11,14	11,14
Kg ext	0,72	0,59	0,66	0,66
% merma ext	0,021	0,031	0,015	0,015

Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-13

Balance de materia las medidoras



Fuente: Elaboración Propia

2.3.2.2.3. Envío a la llenadora

Se calculó la merma al enviar cerveza de la medidora a la llenadora, llevando un control del volumen enviado de las medidoras y el volumen recibido en la llenadora. El volumen recibido por la llenadora se calculó con el contador de botellas de la llenadora, pero separando el volumen de botellas rotas, muestras y derrame.

TABLA II-12

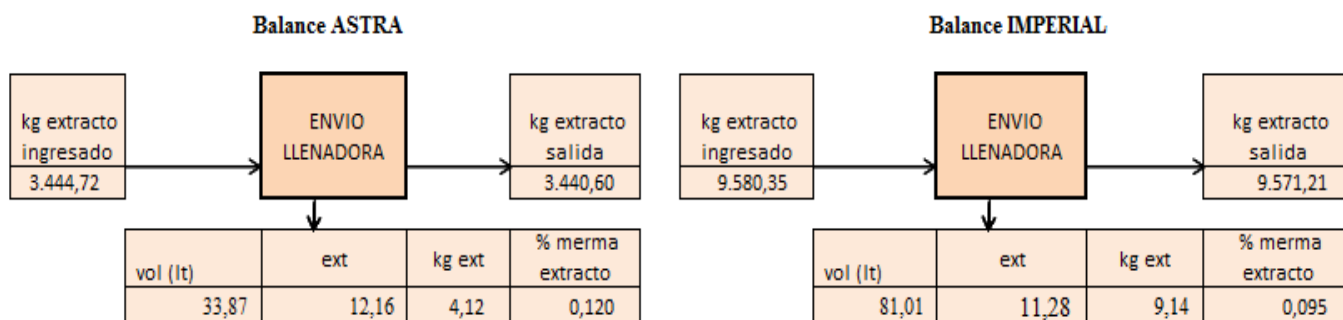
Merma de extracto en el envío a la llenadora

Resultados de % de extracto en el envío de cerveza de medidoras a llenadora				
PRUEBA N°	ASTRA	IMPERIAL		
	5 COC	3COC	5COC	7 COC
merma (lt)	34	16	27	38
% ext (w/v)	12,16	11,28	11,28	11,28
Kg ext	4,12	1,82	3,05	4,27
% merma ext	0,12	0,10	0,10	0,10

Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-14

Balance de materia del envío de cerveza a la llenadora



Fuente: Elaboración Propia

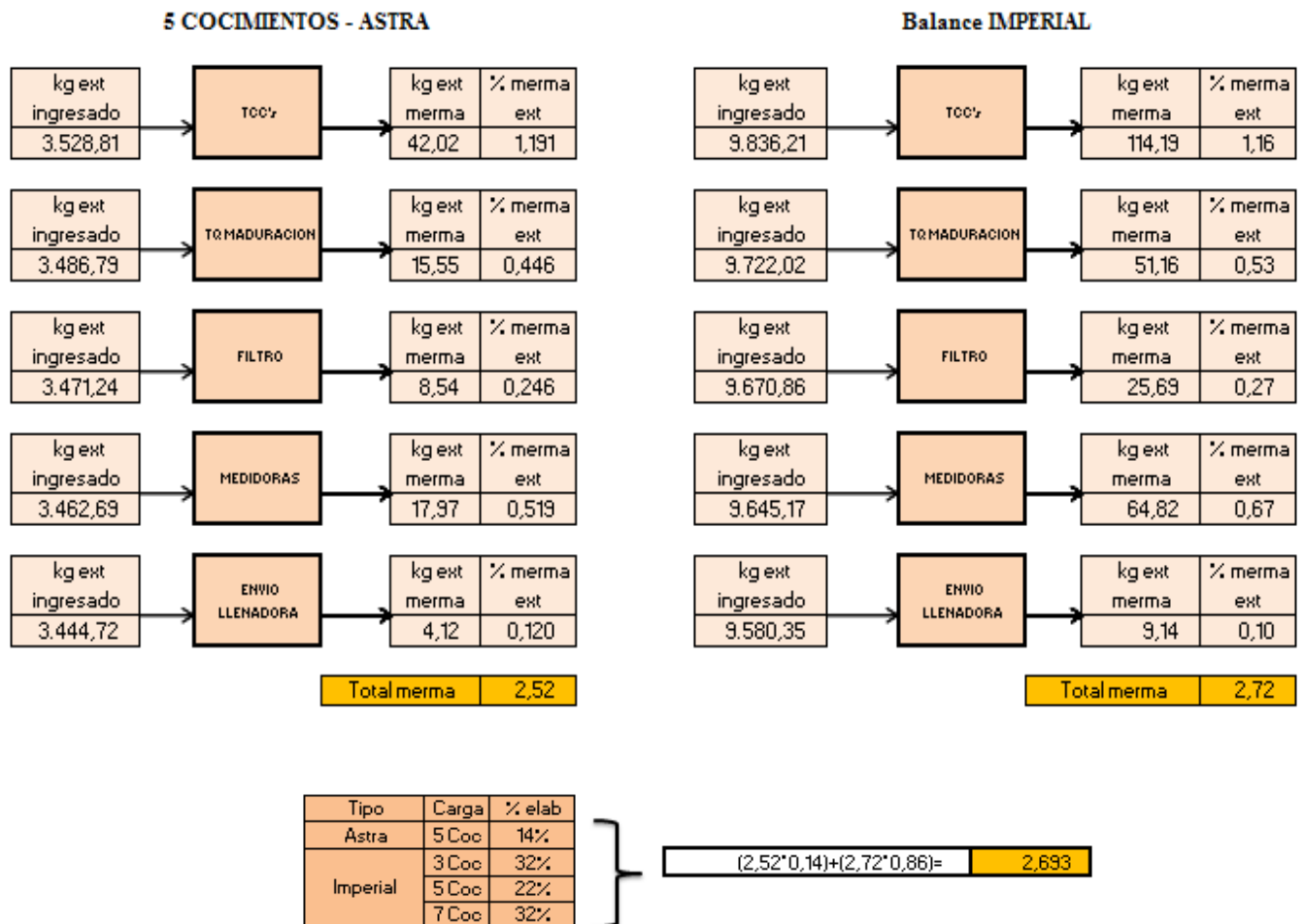
2.3.2.3. Balance de materia en el bloque frío

En la figura 2-14 se puede observar el balance de materia del bloque frío, el cual representa 2,69% de merma de extracto.

En los TCC's existe mayor merma, y esto se debe a la cosecha de levaduras, ya que en junto con la levadura se pierde cerveza en una alta concentración de extracto.

Figura 2-15

Balance de materia en el bloque frío



Fuente: Elaboración Propia

2.3.3. Envasado

2.3.3.1. Llenadora

Para el cálculo de merma en la llenadora se realizó lo siguiente:

- ✓ Control del número de botellas rotas.
- ✓ Control de la merma por derrame y espumeo.

TABLA II-13

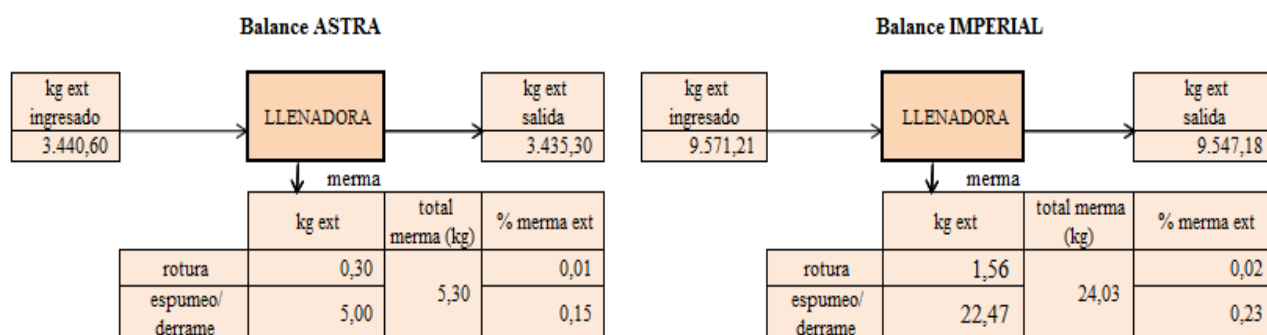
Merma de extracto en la llenadora

Resultados de % merma de extracto por rotura				
PRUEBA N°	ASTRA	IMPERIAL		
	5 COC	3COC	5COC	7 COC
Vol (lt)	2,47	2,76	4,62	6,48
%ext (w/v)	12,18	11,28	11,28	11,28
Kg ext	0,30	0,31	0,52	0,73
% merma ext	0,01	0,02	0,02	0,02
Resultados de % merma de extracto por derrame o espumeo				
PRUEBA N°	ASTRA	IMPERIAL		
	5 COC	3COC	5COC	7 COC
Vol (lt)	41,03	39,67	66,41	93,17
%ext (w/v)	12,18	11,28	11,28	11,28
Kg ext	5,00	4,47	7,49	10,51
% merma ext	0,15	0,23	0,23	0,23

Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-16

Balance de materia en la llenadora



Fuente: Elaboración Propia

2.3.3.2. Pasteurizador

En este equipo se realizó el control de merma de extracto de las botellas que se rompen en el interior del pasteurizador, este seguimiento ya lo realizan los operadores.

TABLA II-14

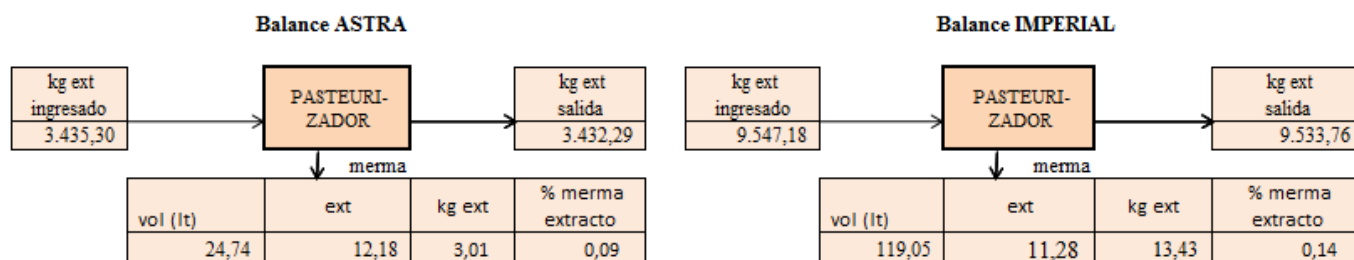
Merma de extracto en el pasteurizador

Resultados de % merma de extracto por rotura				
PRUEBA N°	ASTRA	IMPERIAL		
	5 COC	3COC	5COC	7 COC
Vol (lt)	24,74	23,70	39,68	55,67
%ext (w/v)	12,18	11,28	11,28	11,28
Kg ext	3,01	2,67	4,48	6,28
% merma ext	0,09	0,14	0,14	0,14

Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-17

Balance de materia en el pasteurizador



Fuente: Elaboración Propia

2.3.3.3. Visor

Se realizó un balance de materia en el visor, ya que en esta parte, el operador retira las botellas que no cumplan con las normas de integridad del producto.

TABLA II-15

Merma de extracto en el visor

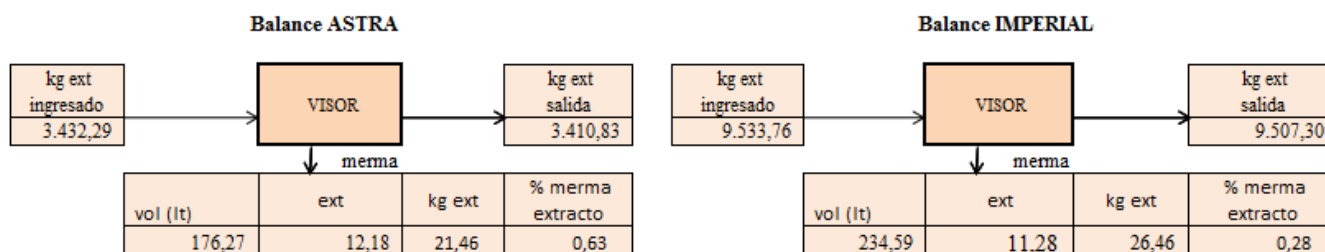
Resultados de % merma de extracto por descarte				
PRUEBA N°	ASTRA	IMPERIAL		
	5 COC	3COC	5COC	7 COC
Vol (lt)	176,27	46,71	78,19	109,69

%ext (w/v)	12,18	11,28	11,28	11,28
Kg ext	21,46	5,27	8,82	12,37
% merma ext	0,63	0,28	0,28	0,28

Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-18

Balance de materia en el visor



Fuente: Elaboración Propia

2.3.3.4. Etiquetador y encajonado

De la misma manera que en el pasteurizador, se realizó un conteo de las botellas que se rompen en esta sección. Esto se realizó con ayuda del contador del etiquetador y el conteo de botellas que se rompen al encajonar, lo cual es sencillo porque el encajonado se realiza manualmente.

TABLA II-16

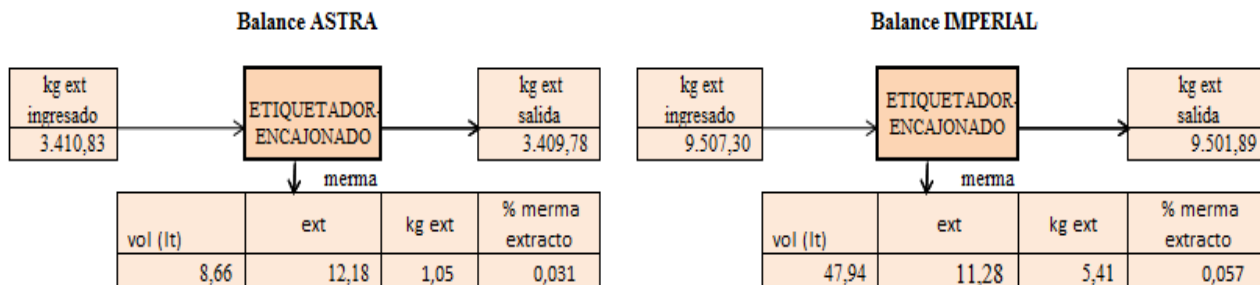
Merma de extracto en el etiquetador y encajonado

Resultados de % merma de extracto por rotura				
PRUEBA N°	ASTRA	IMPERIAL		
	5 COC	3COC	5COC	7 COC
Vol (lt)	8,66	9,65	15,80	22,49
%ext (w/v)	12,18	11,28	11,28	11,28
Kg ext	1,05	1,09	1,78	2,54
% merma ext	0,03	0,06	0,06	0,06

Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-19

Balance de materia en el etiquetador y encajonado



Fuente: Elaboración Propia

2.3.3.5. Calidad

De la misma manera que en las diferentes partes anteriores del proceso, se realizó un seguimiento para conocer la merma por muestreo de calidad.

TABLA II-17

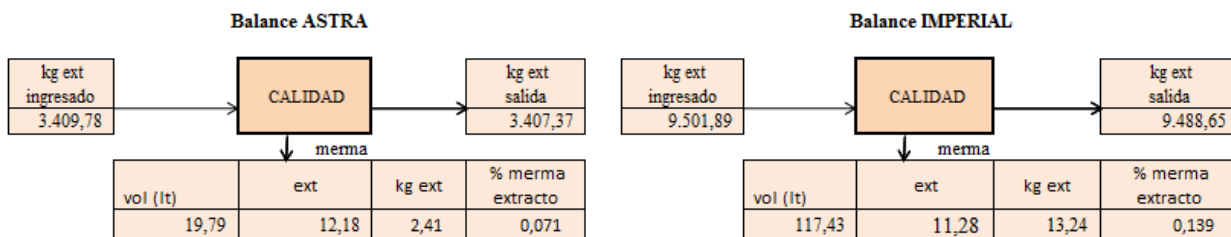
Merma de extracto de las muestras de calidad

Resultados de % merma de extracto por muestreo				
PRUEBA N°	ASTRA	IMPERIAL		
	5 COC	3COC	5COC	7 COC
Botellas	32	29	36	52
Vol (lt)	19,79	28,94	36,26	52,23
%ext (w/v)	12,18	11,28	11,28	11,28
Kg ext	2,41	3,26	4,09	5,89
% merma ext	0,07	0,17	0,09	0,13

Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-20

Balance de materia de las muestras de calidad



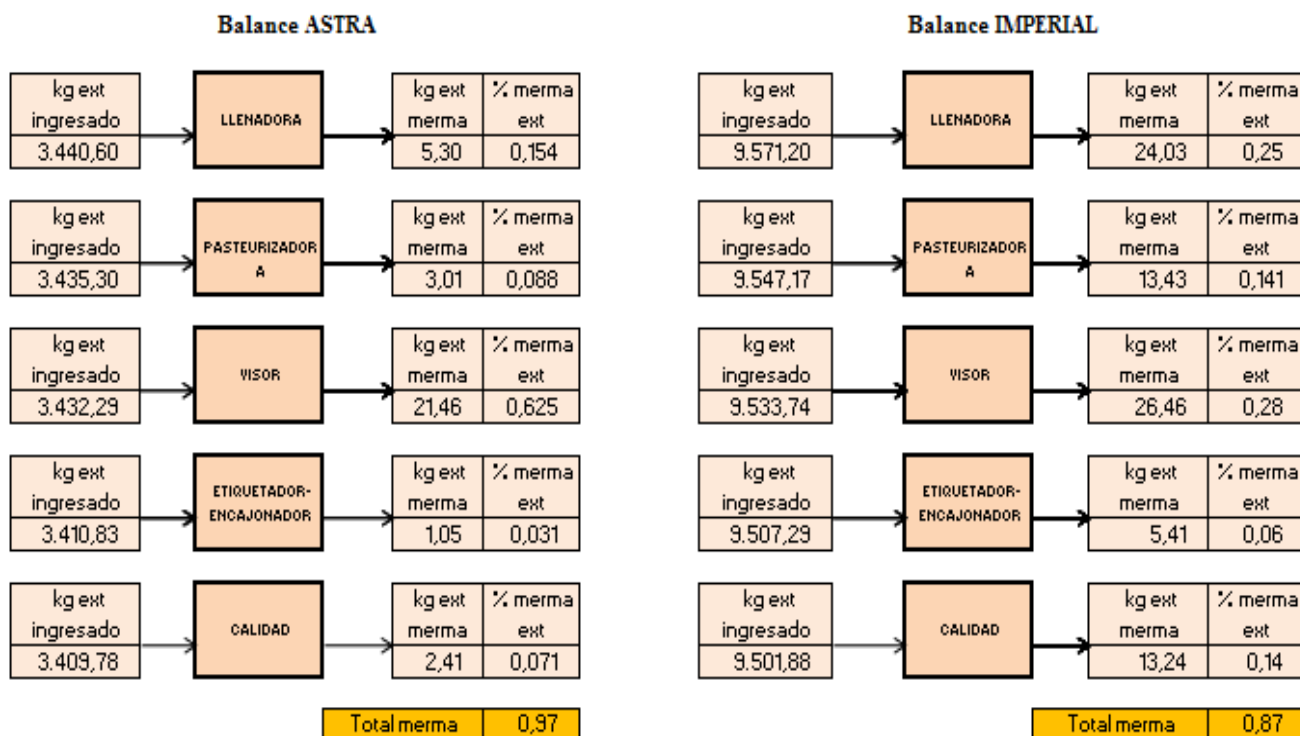
Fuente: Elaboración Propia

2.3.3.6. Balance de materia en envasado

En envasado existe la menor cantidad de merma, este sector representa 0,88% de merma de extracto.

Figura 2-21

Balance de materia de envasado



Tipo	Carga	% elab
Astra	5 Coc	14%
Imperial	3 Coc	32%
	5 Coc	22%
	7 Coc	32%

$$(2,52 \cdot 0,14) + (2,72 \cdot 0,86) = 0,88$$

Fuente: Elaboración Propia

2.3.4. Merma extracto total del proceso

Para observar una forma más resumida de la merma de extracto en el proceso, podemos observar la tabla II-18.

Tabla II-18

Merma de extracto del proceso

Bloque Caliente		
Merma por	Cuba Filtro	2,36
Merma por	Hervidor	0,26
Merma por	Tq Pulmón	0,16
Merma por	Whirlpool	0,85
Merma por	Muestras de calidad	0,04
Merma por	Caudalímetro	1,21
Total		4,89
Bloque Frío		
Merma por	TCC's	1,17
Merma por	Tq de maduración	0,51
Merma por	Filtro	0,26
Merma por	Medidora	0,63
Merma por	Envío a llenadora	0,10
Total		2,67
Envasado		
Merma por	Llenadora	0,23
Merma por	Pasteurizador	0,13
Merma por	Visor	0,37
Merma por	Etiquetador-Encajonador	0,05
Merma por	Muestras de calidad	0,12
Total		0,89
TOTAL		8,45

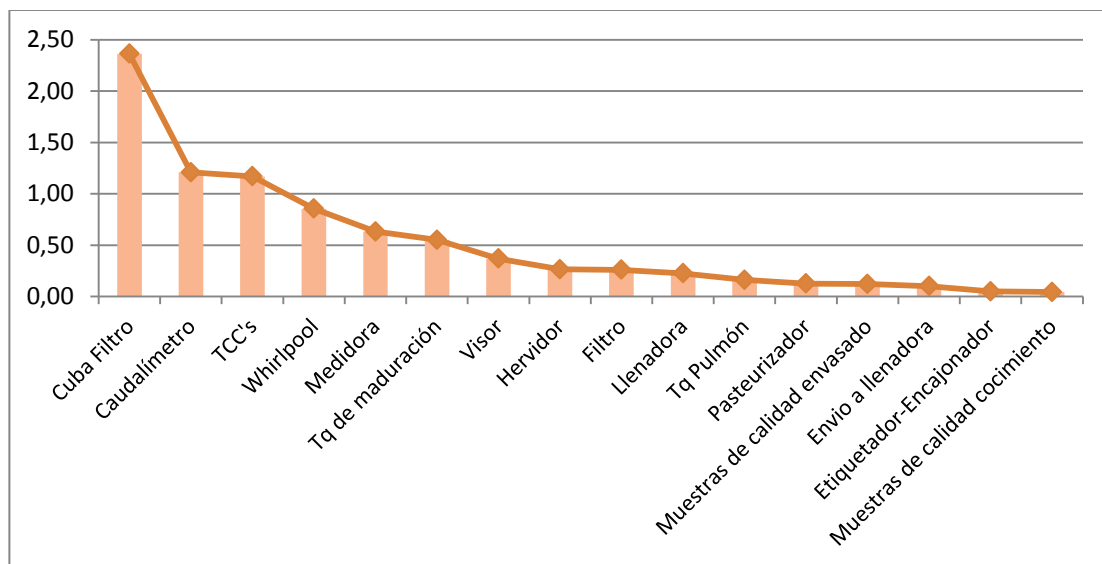
Fuente: Elaboración Propia

En la figura 2-22 podemos observar una gráfica con la representación de la merma de extracto en cada parte del proceso.

Y en las figuras 2-23, 2-24 y 2-25 observamos unos gráficos de la merma en cada bloque, mostrando el porcentaje en que afecta cada equipo.

Figura 2-22

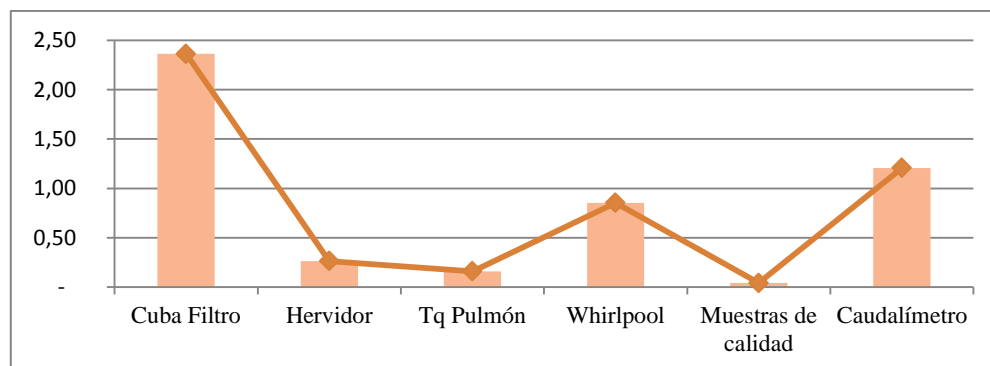
Merma total en el proceso



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-23

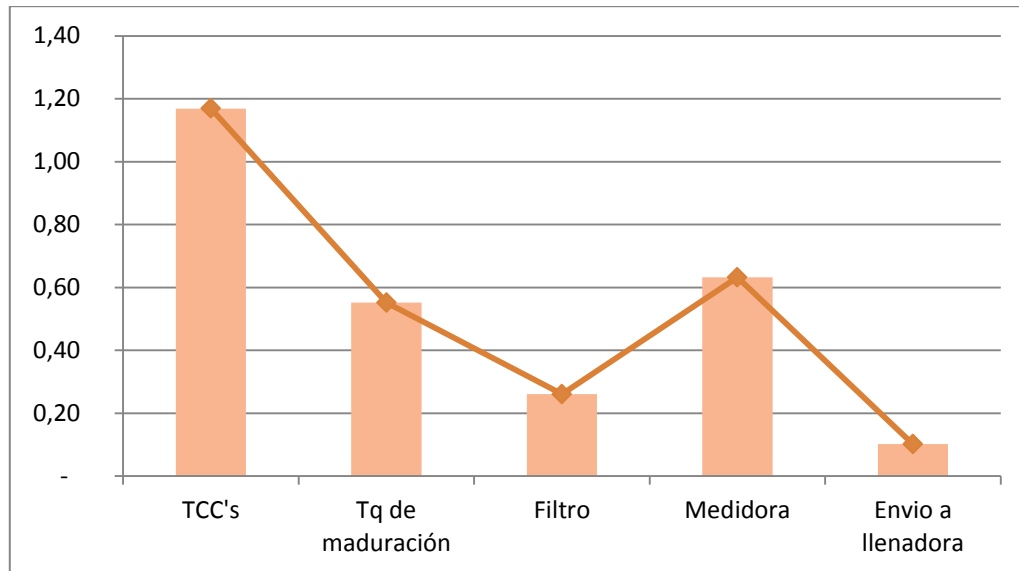
Merma en el bloque caliente



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-24

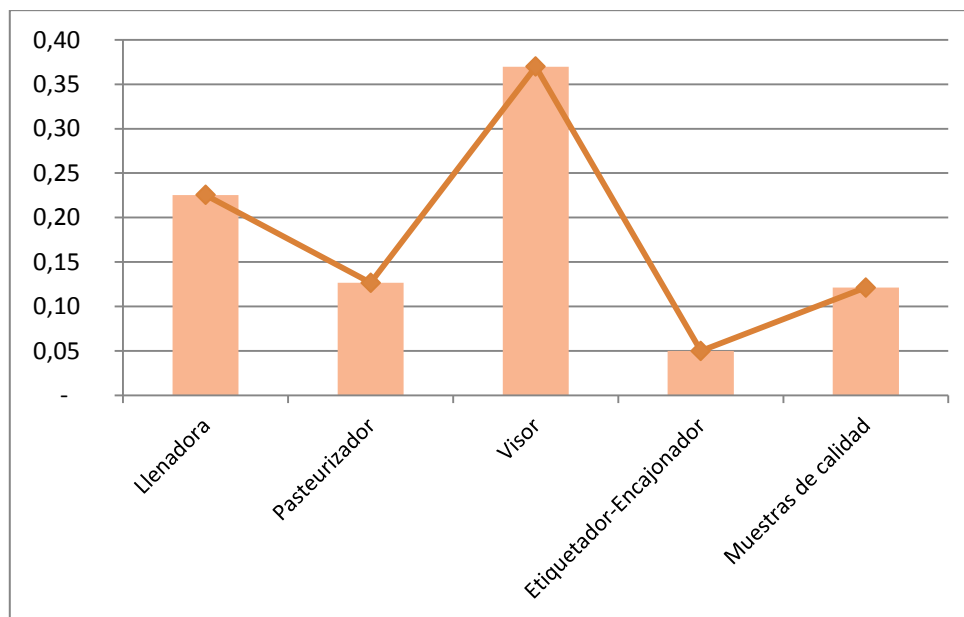
Merma en el bloque frío



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-25

Merma en envasado



Fuente: Elaboración Propia

2.4. Implementación de inventarios

El control de merma de extracto se realizó registrando desde el ingreso de la materia prima hasta el envasado de la cerveza.

2.4.1. Inventarios de materia prima y materiales

2.4.1.1. Silos

Se elaboró e implentó un inventario de los silos, donde se registraba el ingreso de malta a cada silo con su respectivo rendimiento, y con ayuda de planillas de cocimiento donde se registraba el consumo se obtenia el saldo físico.

Figura 2-26

Inventario Malta en los Silos

DEPARTAMENTO DE ELABORACION

BALANCE Y CONSUMO MENSUAL DE MALTA EN COCIMIENTO

EXISTENCIA EN SILOS							
Nº Silo	Procedencia	Tipo de Malta	Saldo Inicial	Ingreso	Saldo Físico	Rendimiento	Protocolo de Malta
1	TRES ARROYOS	Malta PILSEN	27.930	-	5.470	77,96	N°00000104
2	Agroindustrias	Malta CECILIA		27720	27.720	76,61	AMPKLT101P
3	TRES ARROYOS	Malta CECILIA	26.290	28.950	28.980	77,96	N°00000104
		TOTAL	54.220	56.670	62.170		

Fuente: Elaboración Propia

2.4.1.2. Cocimiento

En la sala de cocimiento se elaboró un inventario de las materias primas y materiales que ingresan a este sector, llevando un control semanal y mensual, donde se registraba el saldo inicial, el ingreso, y el saldo físico; el consumo se obtenía de las planillas de cocimiento (Ver ANEXO C).

Figura 2-27

Inventario materia prima y materiales en cocimiento

CERVECERÍA BOLIVIANA NACIONAL S.A.										
DEPARTAMENTO DE ELABORACIÓN										
OCTUBRE										
									Tarifa	
COD SAP	COCIMIENTO	Un.	SALDO INICIAL	INGRESO	Imperial 57	Astra 5	TOTAL CONSUMO	SALDO TEORICO	SALDO FISICO	DIFERENC.
	VOLUMEN				2.182 HI	174 HI	2.356 HI			
1004588	MALTA Cecilia	kg	62140,000	28200,000	33060,000	3250,000	36310,000	54030,000	54030,000	
1000933	ENZIMA CEREMIX / ALPALHASE	kg								
1007878	SEMOLA	kg	680,000	18750,000	17670,000	1550,000	19220,000	210,000	214,490	4,490
1005517	CLORURO DE CALCIO	kg	50,622	175,000	133,950	11,750	145,700	79,922	71,300	-8,622
1005498	ACIDO FOSFORICO	kg	38,540	160,000	96,159	8,435	104,594	93,946	90,165	-3,781
1004898	CLORURO DE ZN	kg	0,892		0,485	0,043	0,527	0,365	0,438	0,073
1001408	BETAGLUCANASA	kg	33,534		7,980	0,740	8,720	24,814	25,180	0,366
1005311	COLORANTE SUGA	kg	30,500		22,840	2,500	25,340	5,160	8,992	3,832
1005661	LUPULO PIP	kg	263,686		74,550	8,250	82,800	180,886	190,100	9,214

Fuente: Elaboración Propia

2.4.1.3.Fermentación-Filtración

De la misma manera que en cocimiento se elaboró e implementó un inventario de consumo de materiales en la sala de fermentación y filtración.

Figura 2-28

Inventario de materiales en fermentación-filtración

CERVECERIA BOLIVIANA NACIONAL S.A.
STOCK SEMANAL PLANTA CBN TARIJA

FECHA :			SEM:			47	
RESPONSABLE							
COD	Insumo	Unid.	STOCK INICIAL	INGRESOS	SALIDA	STOCK FINAL (teórico)	STOCK FINAL FISICO
1003518	Stabiquick Strong	KG	32,450	60,000	19,500	72,950	71,627
1004767	Policlar PVPP(tacho)	KG	14,338	20,000	10,000	24,338	24,895
1005504	Soda	KG	0,000	25,000	7,000	18,000	0,000
1005575	Oxonia/Proxitane 1512 (bidon)	KG	6,660	0,000	3,400	3,260	0,000
1005498	Acido Fosforico	KG	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1005566	TriquatP3(bidon)	KG	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
COD	Insumo	Unid.	STOCK INICIAL	INGRESOS	SALIDA	STOCK FINAL (teórico)	STOCK FINAL FISICO
1005302	Tierra Hyflo	KG	33,090	90,800	48,000	75,890	78,847
1005325	Tierra Estandar	KG	22,700	158,900	59,000	122,600	106,797
1005335	Alginato	KG	253,900	0,000	1,100	252,800	252,806
1005499	Metabisulfito de Potasio	KG	14,530	0,000	0,623	13,907	12,135
1008896	Antioxin	KG	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1003518	Stabiquick Strong	KG	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Fuente: Elaboración Propia

2.4.2. Inventarios de mosto, cerveza verde, cerveza filtrada y envasada

Para el cálculo de merma de extracto se realizó un control de volúmenes, desde el mosto que ingresa a los TCC's hasta la cerveza envasada. Se implementó planillas de control diarias, semanales y mensuales.

Figura 2-29

Inventario de ingreso de cocimientos a fermentación

	ASTRA						IMPERIAL					
	Nº coc	Vol	carga	%p/p	%p/v	Kg	Nº coc	Vol	carga	%p/p	%p/v	Kg
INGRESO DE COCIMIENTO	5	285	142	11,72	12,251494	1739,71214	3	171	135	10,99	11,4549321	1546,41583
	5	285	149	11,76	12,2952649	1831,39446	7	399	136	11,1	11,5746882	1574,15759
							5	285	137	11,09	11,5637972	1584,24022
							7	399	138	10,88	11,3352732	1564,2677
							3	171	139	10,9	11,3570222	1578,62608
TOTAL	10	570				3571,70661	65	3705				21067,072

Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-30

Control de volumen de mosto, cerveza verde y cerveza filtrada

STOCK DE CERVEZA DIARIO							
STOCK DE CERVEZA EN FERMENTACION							
V E R T I C A L E S	TCC	CANT. TEORICA	CARGA	CANT. HL	%p/p	%p/v	Kg extracto
	6	171	148	171	11	11,47	1960,65
	7	171	145	171	11	11,47	1960,65
	8	285	146	285	11	11,47	3267,76
	9	285	149	285	11,8	12,34	3516,63
	10	399	143	399	11	11,47	4574,86
	11	399	147	399	11,06	11,53	4600,92
STOCK DE CERVEZA EN MADURACION							
H O R I Z O N T A L E S	TCC	CANT. TEORICA (100 HL)	CARGA	CANT. HL	%p/p	%p/v	Kg extracto
	1	110				-0,02	0,00
	2	110	142	110	11,8	12,34	1357,30
	3	110	144	110	11	11,47	1261,24
	4	110	142	110	11,8	12,34	1357,30
5	110	141	110	11	11,47	1261,24	
V E R T I C A L	TCC	CANT. TEORICA (150 HL)	CARGA	CANT. HL	%p/p	%p/v	Kg extracto
	12	150				-0,02	
13	150	141	150	11	11,47	1719,87	
H O R I Z O N T A L E S	TCC	CANT. TEORICA (50 HL)	CARGA	CANT. HL	%p/p	%p/v	Kg extracto
	14	50				-0,02	
	15	50	142	50	11,8	12,34	616,95
	16	50	144	50	11	11,47	573,29
17	50				-0,02	0,00	
STOCK DE CERVEZA EN MEDIDAS							
M E D I D O R A S	TCC	CANT. TEORICA	CARGA	CANT. HL	%p/p	%p/v	Kg extracto
	1	110	141	48	10,6	11,031	529,494
	2	245				-0,020	0,000
3	100	141	15	10,6	11,031	165,467	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-31

Control de volumen de cerveza envasada

VOLUMEN ENVASADO	ASTRA			IMPERIAL		
	VOLUME N (HL)	%p/v	Kg extracto	VOLUME N (HL)	%p/v	Kg extracto
	531,662	11,6	6167,2792	3775,92	10,6	40024,752

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III

PROPUESTAS DE MEJORA PARA LA REDUCCIÓN DE LA MERMA DE EXTRACTO EN EL PROCESO

3.1. Bloque caliente

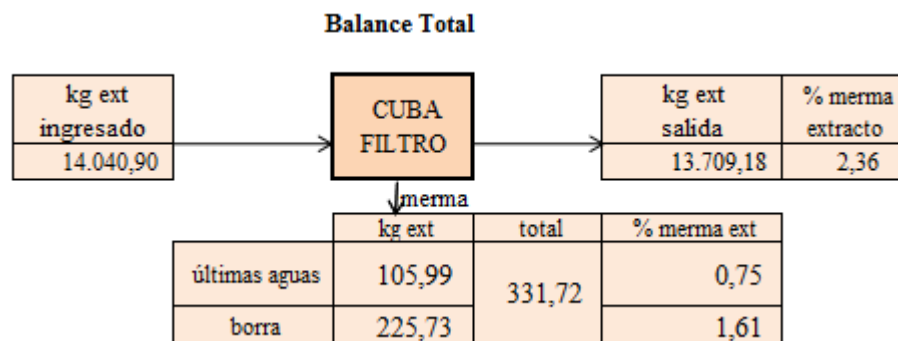
El bloque caliente representa el mayor porcentaje de merma de extracto identificado en todo el proceso, se calculó una merma de 4,89%.

Como se cuantificó la merma por equipos, en algunos de ellos se puede reducir en su totalidad.

3.1.1. Cuba filtro

Figura 3-1

Merma de extracto por cocimiento en la cuba filtro



Fuente: Elaboración propia

3.1.1.1. Recuperación de Últimas aguas

Las últimas aguas representan el 0,75% de merma de extracto en todo el proceso de elaboración (Figura 3-1).

Una propuesta de mejora del KPI de merma es la recuperación de las últimas aguas de la cuba filtro. *“Se utiliza a veces como agua de mezcla o también como agua de riego para el próximo cocimiento”⁽¹⁾.*

Actualmente la línea de salida de la cuba filtro y el tanque de las últimas aguas son de cobre, por lo que se debe desechar, y la capacidad de dicho tanque es de 100 litros aproximadamente.

⁽¹⁾Fuente: KUNZE, Wolfgang. *Tecnología para Cerveceros y Malteros*. Editorial ACRIBIA S.A 1ra ed. Capítulo 3 Pag.295

Para la recuperación de estas aguas de lavado, se tiene que cambiar toda la línea de cobre existente, instalar un tanque de recuperación de últimas aguas e instalar una línea para que estas aguas vuelvan a la cuba filtro para el riego del siguiente cocimiento.

Con la recuperación de extracto de las últimas aguas se puede reducir 0,75% del indicador, dando como resultado total 7,70%. En la Tabla III-1 se observa la merma actual vs. La merma con recuperación de últimas aguas.

Tabla III-1

Reducción de %merma con la recuperación de extracto de últimas aguas

Merma Actual			Merma con recuperación de últimas aguas		
Bloque Caliente			Bloque Caliente		
Merma por	Cuba Filtro	2,36	Merma por	Cuba Filtro	1,61
Merma por	Hervidor	0,26	Merma por	Hervidor	0,26
Merma por	Tq Pulmón	0,16	Merma por	Tq Pulmón	0,16
Merma por	Whirlpool	0,85	Merma por	Whirlpool	0,85
Merma por	Muestras de calidad	0,04	Merma por	Muestras de calidad	0,04
Merma por	Caudalímetro	1,21	Merma por	Caudalímetro	1,21
Total		4,89	Total		4,14
Bloque Frío			Bloque Frío		
Merma por	TCC's	1,17	Merma por	TCC's	1,17
Merma por	Tq de maduración	0,51	Merma por	Tq de maduración	0,51
Merma por	Filtro	0,26	Merma por	Filtro	0,26
Merma por	Medidora	0,63	Merma por	Medidora	0,63
Merma por	Envío a llenadora	0,10	Merma por	Envío a llenadora	0,10
Total		2,67	Total		2,67
Envasado			Envasado		
Merma por	Llenadora	0,23	Merma por	Llenadora	0,23
Merma por	Pasteurizador	0,13	Merma por	Pasteurizador	0,13
Merma por	Visor	0,37	Merma por	Visor	0,37
Merma por	Etiquetador-Encajonado	0,05	Merma por	Etiquetador-Encajonado	0,05
Merma por	Muestras de calidad	0,12	Merma por	Muestras de calidad	0,12
Total		0,89	Total		0,89
TOTAL		8,45	TOTAL		7,70

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.2. Control de la humedad de la borra⁽²⁾

La borra representa el 1,61% de la merma de extracto de todo el proceso.

Para la descarga de la borra se debe controlar la humedad, ya que las heces deben tener un contenido de agua de 70 a 80%. Se realizó un análisis de la humedad de la borra y se observó que cuando la humedad es mayor de 80%, la merma en la borra aumenta, por lo que se debería realizar un control de la misma, y realizar un seguimiento para aumentar el tiempo de descarga de últimas aguas, ya que a menor descarga de últimas aguas mayor humedad de la borra, por tanto mayor merma. Se puede observar la merma respecto a la humedad de la borra en la Tabla III-2.

Tabla III-2

Pruebas % merma de extracto de Hez de malta

ASTRA			IMPERIAL		
PRUEBA N°	1	2	PRUEBA N°	1	2
%p/v	1,46	2,24	%p/v	1,22	2,07
kg extracto	12,21	18,73	kg extracto	8,94	15,17
% merma ext	1,64	2,52	% merma ext	1,30	2,20
Humedad %	79,98	82,56	Humedad %	78,89	82,60

Fuente: Elaboración propia

La prueba 1 se realizó con un tiempo de descarga de últimas aguas de 13 min, mientras que la prueba 2 tuvo un tiempo de descarga normal de 10 min, y se puede observar la disminución de %merma de extracto al aumentar el tiempo de descarga.

3.1.1.3. Recuperación de mosto del Hervidor y tanque pulmón y de trub del Whirlpool⁽³⁾

La merma de extracto en estos 3 equipos representa el 1,28%.

El mosto que queda en el hervidor y el tanque pulmón y el trub puede ser recuperado en la cuba filtro para el siguiente cocimiento y reducir la cantidad mencionada en el indicador.

En la Tabla III-3 se puede observar dicha influencia.

^(2,3)Fuente: KUNZE, Wolfgang. *Tecnología para Cerveceros y Malteros*. Editorial ACRIBIA S.A 1ra ed. Capítulo 5 Pag.804-805

Tabla III-3

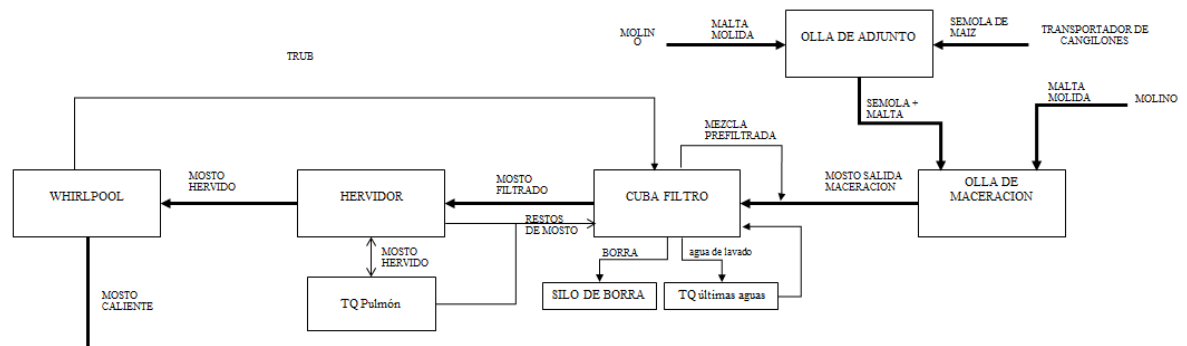
Reducción de %merma con la recuperación de extracto de últimas aguas, mosto y trub

Merma Actual			Merma con recuperación de últimas aguas, mosto y trub		
Bloque Caliente			Bloque Caliente		
Merma por	Cuba Filtro	2,36	Merma por	Cuba Filtro	1,61
Merma por	Hervidor	0,26	Merma por	Hervidor	-
Merma por	Tq Pulmón	0,16	Merma por	Tq Pulmón	-
Merma por	Whirlpool	0,85	Merma por	Whirlpool	-
Merma por	Muestras de calidad	0,04	Merma por	Muestras de calidad	0,04
Merma por	Caudalímetro	1,21	Merma por	Caudalímetro	1,21
Total		4,89	Total		2,86
Bloque Frío			Bloque Frío		
Merma por	TCC's	1,17	Merma por	TCC's	1,17
Merma por	Tq de maduración	0,51	Merma por	Tq de maduración	0,51
Merma por	Filtro	0,26	Merma por	Filtro	0,26
Merma por	Medidora	0,63	Merma por	Medidora	0,63
Merma por	Envío a llenadora	0,10	Merma por	Envío a llenadora	0,10
Total		2,67	Total		2,67
Envasado			Envasado		
Merma por	Llenadora	0,23	Merma por	Llenadora	0,23
Merma por	Pasteurizador	0,13	Merma por	Pasteurizador	0,13
Merma por	Visor	0,37	Merma por	Visor	0,37
Merma por	Etiquetador-Encajonado	0,05	Merma por	Etiquetador-Encajonado	0,05
Merma por	Muestras de calidad	0,12	Merma por	Muestras de calidad	0,12
Total		0,89	Total		0,89
TOTAL		8,45	TOTAL		6,42

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-2

Diagrama de recuperación de agua de lavado, mosto y trub



Fuente: Elaboración propia

3.2. Bloque frío

3.2.1. Recuperación de cerveza de la cosecha de la levadura⁽⁴⁾

Al realizar la cosecha de la levadura se tiene una merma de extracto de 0,80% del KPI total.

En la actualidad existen varias posibilidades de recuperación de cerveza de la levadura, pero esto implica compra e instalación de nuevos equipos en la planta. Un método más accesible para recuperar la cerveza de la levadura es mediante el lavado de levadura de descarte, que es una técnica que ya se utiliza en otras plantas.

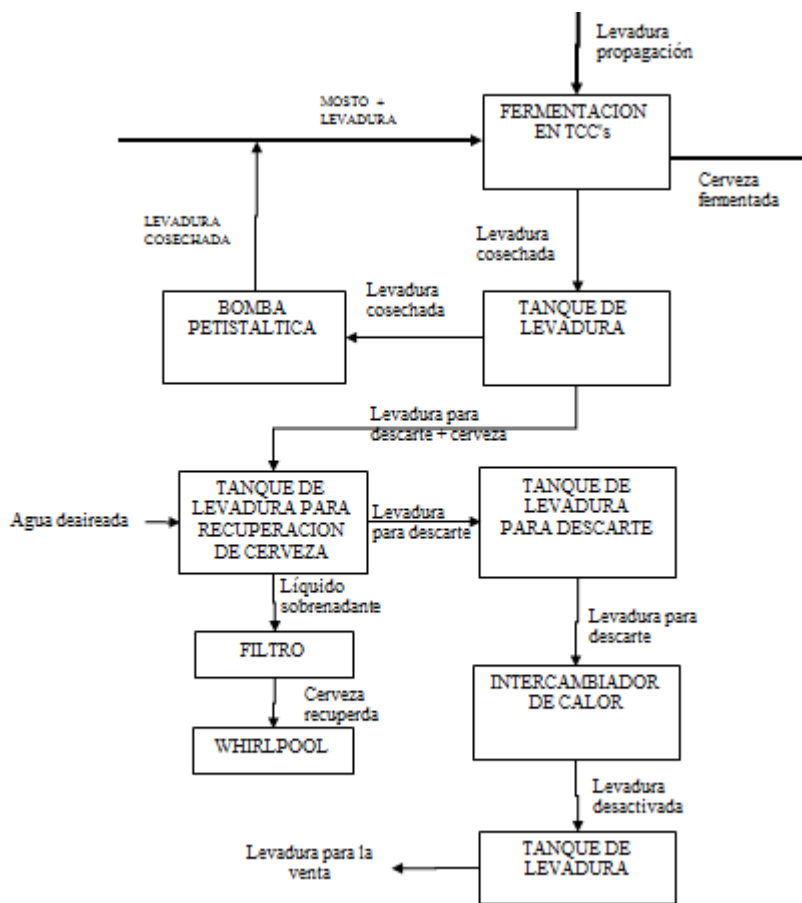
Este método consiste cosechar la levadura que no se utilizará en el proceso (levadura de descarte) a un TL, se debe homogenizar la levadura mediante recirculación. En otro TL se debe enviar agua desaireada y se debe realizar la mezcla con la levadura, una vez que la levadura sedimenta se debe cosechar la levadura al tanque para la quema de la levadura. El líquido sobrante es el lavado de la levadura, se denomina líquido sobrenadante, y éste debe ser filtrado. Una vez filtrado es cerveza recuperada y ésta debe ser dosificada en cocimiento, en el Whirlpool.

⁽⁴⁾ Fuente: <http://www.industriaalimenticia.com/articulos/print/proceso-economicamente-atractivo-para-cerveza>

Para realizar la recuperación de cerveza la levadura cosechada debe ser analizada microbiológicamente. Una vez obtenida la cerveza recuperada se debe evaluar diferentes parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Figura 3-3

Diagrama de recuperación cerveza mediante lavado de levadura



Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Reducción de las trampas de levadura en los tanques de maduración

Los tanques de maduración cuentan con una trampa de levadura que retiene la levadura sedimentada en la etapa de maduración, pero se observó que también retiene cerveza verde. Esta merma representa el 0,37% de la merma total.

Se redujo 10 cm la trampa de levadura de un tanque de 110 Hl, para que en el momento de la filtración absorba más cerveza, y se calculó que se recupera aproximadamente 0,22% de merma de extracto en esta etapa. Ver Tabla II-4.

Tabla III-4

Reducción de %merma con la recuperación de extracto de las trampas de levadura

Recuperación cerveza verde en los TQ de maduración				
PRUEBA N°	ASTRA	IMPERIAL		
	5 COC	3COC	5 COC	7 COC
VOLUMEN (LT)	60,00	35,00	60,00	85,00
% w/w	11,91	11,21	11,21	11,21
% w/v	12,46	11,70	11,70	11,70
kg extracto	7,48	4,09	7,02	9,94
% merma ext	0,21	0,21	0,22	0,22

Fuente: Elaboración propia

Tabla III-5

Reducción de %merma con la recuperación de extracto de las trampas de levadura

Merma Actual			Merma con la reducción de las trampas de levadura		
Bloque Caliente			Bloque Caliente		
Merma por	Cuba Filtro	2,36	Merma por	Cuba Filtro	1,61
Merma por	Hervidor	0,26	Merma por	Hervidor	-
Merma por	Tq Pulmón	0,16	Merma por	Tq Pulmón	-
Merma por	Whirlpool	0,85	Merma por	Whirlpool	-
Merma por	Muestras de calidad	0,04	Merma por	Muestras de calidad	0,04
Merma por	Caudalímetro	1,21	Merma por	Caudalímetro	1,21
Total		4,89	Total		2,86
Bloque Frío			Bloque Frío		
Merma por	TCC's	1,17	Merma por	TCC's	1,17
Merma por	Tq de maduración	0,51	Merma por	Tq de maduración	

				0,29	
Merma por	Filtro	0,26	Merma por	Filtro	0,26
Merma por	Medidora	0,63	Merma por	Medidora	0,63
Merma por	Envío a llenadora	0,10	Merma por	Envío a llenadora	0,10
Total		2,67	Total		2,45
Envasado			Envasado		
Merma por	Llenadora	0,23	Merma por	Llenadora	0,23
Merma por	Pasteurizador	0,13	Merma por	Pasteurizador	0,13
Merma por	Visor	0,37	Merma por	Visor	0,37
Merma por	Etiquetador-Encajonado	0,05	Merma por	Etiquetador-Encajonado	0,05
Merma por	Muestras de calidad	0,12	Merma por	Muestras de calidad	0,12
Total		0,89	Total		0,89
TOTAL		8,45	TOTAL		6,20

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Reducción de % de merma de extracto en las medidoras

En filtración se observó que la mayor parte de merma de extracto es en las medidoras. La cerveza filtrada tiene que cumplir ciertos parámetros de calidad, en los que se debe purgar cerveza, tal es el caso del O₂ disuelto y el contenido de CO₂.

Al realizar la medición de ambos parámetros se debe purgar previamente, lo cual representa una merma de extracto, pero éste aumenta cuando los parámetros no se encuentran entre los valores exigidos por control de calidad, por lo cual se realiza un lavado de la cerveza con CO₂. Al realizar el lavado de cerveza con CO₂ a la medidora se debe purgar cerveza, y estas purgas representan 0,61% de merma en el KPI.

Para reducir estas purgas se debe garantizar el contenido de O₂ y CO₂ desde que realizan el traspaso de los TCC's a los tanques de maduración.

La propuesta de aumentar el contenido de CO₂ en los tanques de maduración ya se estaba analizando para poner en marcha, pero se identificó el problema de mayor consumo de CO₂, entonces es una propuesta que se debe evaluar desde el TCC, cuando cierran la llave de recuperación de CO₂, por que mientras más alto sea el contenido de CO₂, se incrementará menor cantidad en las medidoras. Pero todo tipo de propuesta debe encontrarse entre los valores aceptados por control de calidad, en cuanto al contenido de CO₂ en cada etapa de la elaboración de la cerveza.

El O₂ disuelto en la cerveza requiere un seguimiento más minucioso; las mediciones de O₂ se debe realizar en el TCC antes de hacer el traspaso, en los tanques de maduración después del traspaso, antes de filtrar, y mientras se filtra, ya que por el O₂ disuelto es mayor merma en las medidoras.

3.3. Envasado

El sector de envasado representa 0,89% de merma de extracto del KPI. En los lugares que se identificó mayor merma es en la llenadora, que representa 0,23% y en el visor, que representa 0,37%.

El mayor problema de merma de cerveza en la llenadora es por espumeo o derrame, que esto ocurre en el momento en que las botellas terminan de ser llenadas y las válvulas de llenado se levantan.

Para reducir la merma de extracto por derrame o espumeo, se debe realizar un control estricto de la temperatura de la cerveza, ya que a mayor temperatura mayor derrame.

Según los parámetros de calidad, la cerveza en medidoras puede encontrarse en -2°C, pero siempre se encuentra mayor a 1°C, por lo que se identifica el problema de merma cuando la cerveza es enviada a la llenadora.

La cerveza verde pasa por un enfriador de placas antes de ser filtrada, se debe ver la capacidad del enfriador, para poder disminuir la temperatura en las medidoras.

La temperatura de la cerveza puede ser un problema que se arrastra desde la sala de maduración, ya que la mayoría de los tanques de maduración no cuentan con

termómetros, por lo que no se lleva un adecuado control de temperatura en la sala de maduración.

Otro problema identificado de merma en la llenadora, es el sobrellenado, por lo que se realizó un control de las válvulas, donde se observó la diferencia de llenado de cada válvula. (Ver Anexo E). Y se determinó que se requiere regular las válvulas para el llenado.

El lugar donde se presenta mayor merma en el sector de envasado es el visor, que es donde se revisa las botellas dimediadas, mal tapadas, o que presenten algún defecto.

Las botellas dimediadas, que son retiradas por el mal llenado, son revisadas en el visor; éstas representan del 50 al 70% del total de las botellas de descarte en el visor.

Por lo que en promedio las botellas dimediadas representan 0,24% de merma de extracto del KPI.

Actualmente las botellas dimediadas que se encuentran en buen estado, es decir, sin fugas, bien tapadas, etc., son recuperadas en el Whirlpool ⁽⁵⁾, y control de calidad evalúa que los parámetros se encuentren en el rango admitido. Y la recuperación se realiza en la proporción de 5% v/v, para evitar problemas sensoriales, y fisicoquímicos.

Tabla III-6

Reducción de %merma con la recuperación de extracto de las botellas dimediadas

Merma Actual			Merma con recuperación de botellas dimediadas		
Bloque Caliente			Bloque Caliente		
Merma por	Cuba Filtro	2,36	Merma por	Cuba Filtro	1,61
Merma por	Hervidor	0,26	Merma por	Hervidor	-
Merma por	Tq Pulmón	0,16	Merma por	Tq Pulmón	-
Merma por	Whirlpool	0,85	Merma por	Whirlpool	-
Merma por	Muestras de calidad	0,04	Merma por	Muestras de calidad	0,04
Merma por	Caudalímetro	1,21	Merma por	Caudalímetro	1,21
Total		4,89	Total		2,86

⁽⁵⁾ Fuente: SGD

Bloque Frío			Bloque Frío		
Merma por	TCC's	1,17	Merma por	TCC's	1,17
Merma por	Tq de maduración	0,51	Merma por	Tq de maduración	0,29
Merma por	Filtro	0,26	Merma por	Filtro	0,26
Merma por	Medidora	0,63	Merma por	Medidora	0,63
Merma por	Envío a llenadora	0,10	Merma por	Envío a llenadora	0,10
Total		2,67	Total		2,45
Envasado			Envasado		
Merma por	Llenadora	0,23	Merma por	Llenadora	0,23
Merma por	Pasteurizador	0,13	Merma por	Pasteurizador	0,13
Merma por	Visor	0,37	Merma por	Visor	0,13
Merma por	Etiquetador-Encajonado	0,05	Merma por	Etiquetador-Encajonado	0,05
Merma por	Muestras de calidad	0,12	Merma por	Muestras de calidad	0,12
Total		0,89	Total		0,65
TOTAL		8,45	TOTAL		5,96

Fuente: Elaboración propia

Según las mermas identificadas en todo el proceso, hay algunas que pueden ser recuperadas y así reducir el KPI a 5,96%, como se muestra en la Tabla III-6.

3.4. Propuestas para un mejor control de la merma de extracto

En la CBN S.A. Planta Tarija existen varios lugares donde no se realiza un buen control de los volúmenes de cerveza, tal es el caso de los sectores de fermentación, filtración y envasado.

Cuando se realiza el envío de mosto desde cocimiento a los TCC's, existe un caudalímetro con el cual se puede registrar el volumen exacto de mosto que ingresa a los TCC's.

Al realizar el traspaso de la cerveza fermentada de los TCC's a los tanques de maduración, se maneja volúmenes teóricos de los tanques, pero los tanques de maduración no tienen ninguna regleta para poder realizar una lectura de volumen en caso de que no se complete el tanque, y el volumen es registrado con mayor exactitud una vez que la cerveza es filtrada.

En el sector de envasado, se realiza el control de volumen de cerveza envasada, con el número de botellas entregadas a logística y el contenido neto, pero no se controla el

volumen total de cerveza recibida en la llenadora. Todo tipo de merma de extracto en envasado se calcula controlando las roturas de las botellas.

3.4.1.1. Instalación de caudalímetro en la entrada de filtración

La instalación de un caudalímetro antes que la cerveza sea filtrada, es un método de control del contenido de cerveza en cada tanque de maduración, es decir el control de volumen de ingreso a filtración más preciso, y así realizar un mejor control de merma de extracto en el sector de filtración.

En este sector el control de la merma de extracto no sólo se realiza con el control de volúmenes, sino que también se debe controlar el ° Plato, ya que la cerveza verde tiene mayor extracto que cuando la cerveza es filtrada.

3.4.1.2. Instalación de caudalímetro en la entrada de envasado

Un caudalímetro en el sector de envasado sería de mucha utilidad para el registro del volumen de cerveza que se recibe en la llenadora de las medidoras, ya que el control de la merma sólo lo realizan con el control del contador de botellas, tanto de entrada a la llenadora como de salida del etiquetador.

Con la instalación de un caudalímetro al ingreso de la llenadora se podrá controlar mejor la merma de extracto en el sector de envasado.

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS DE COSTOS

4.1. Análisis de costos de propuestas

4.1.1. Tanque de aguas de lavado o últimas aguas

Para el cálculo de costo del tanque de aguas de lavado o últimas aguas, se debe tomar en cuenta los costos de materiales, accesorios, mano de obra y equipos necesarios.

El tanque de aguas de lavado debe tener una capacidad de 500 litros, y tiene que ser acero INOX de 2mm en calidad AISI 316, con pulido interior sanitario de superficies en contacto con el producto y pulido exterior industrial. El tanque constará de 3 patas para su soporte, tapa de inspección con cierre de seguridad, fondo cónico para facilitar su drenaje y limpieza, con visor del nivel externo de manguera.

En la Tabla IV-1 se observa los costos de la construcción del tanque de Aguas de Lavado.

Tabla IV-1

Costo de construcción del Tanque de Aguas de Lavado

Construcción del Tanque de aguas de lavado						
Detalle	Cantidad	Unidad	Precio Unitario(Bs)	Cantidad	Unidad	Total (Bs)
Plancha INOX AISI 316 de 2 mm	1	pza	8558			8558
Fabricación de soporte	3	pza	70			210
Mano de obra	3	personas	350	7	días	7350
TOTAL						16118

Fuente: Cotización CBN S.A. Planta Tarija

En la Tabla IV-2 se indican los costos de la Línea de Aguas de Lavado. En la mano de obra de esta tabla se considera desde el costo del retiro de la línea de cobre existente, que se mencionó con anterioridad, hasta la instalación de la nueva línea de últimas aguas.

Los componentes de la línea de Aguas de lavado, tuberías y válvulas tipo bola con asiento de teflón, serán de acero inoxidable de 1 ½” en calidad AISI 304.

En la Tabla IV-3 se muestra el costo total para la implementación de un tanque de últimas aguas, con una línea de regreso a la cuba filtro. La inversión total de esta propuesta sería de 26393,6 Bs.

Para el retorno de las últimas aguas a la cuba filtro no se considera el costo de una bomba, porque en ese sector ya cuentan con una, la cual sólo sería adaptada en la línea de retorno.

Tabla IV-2

Costo de la instalación de la Línea de Agua de Lavado

Línea de agua de lavado						
Detalle	Cantidad	Unidad	Precio Unitario(Bs)	Cantidad	Unidad	Total (Bs)
Tubería INOX AISI 304 de 1 1/2"	12	m	92,8			1113,6
Codos INOX AISI 304 de 1 1/2"	6	pza	85			510
Válvula INOX AISI 304 de 1 1/2" tipo bola, con asiento de teflón	4	pza	913			3652
Mano de obra	5	personas	200	5	días	5000
TOTAL						10275,6

Fuente: Cotización CBN S.A. Planta Tarija

Tabla IV-3

Inversión Total para la instalación del Tanque de Aguas de Lavado

Inversión Total para la Instalación del Tanque de Aguas de Lavado	
Detalle	Costo (Bs)
Construcción del Tanque	16118
Instalación de la Línea	10275,6
TOTAL	26393,6

Fuente: Cotización CBN S.A. Planta Tarija

Para el cálculo de costos de esta propuesta, los costos de los materiales fueron obtenidos de la lista de precios de los proveedores de la empresa, y para el costo de la mano de obra se realizó la cotización de proveedores de la empresa.

4.1.2. Reducción de las trampas de levadura en los tanques de maduración

Para la reducción de las trampas de levadura no se requiere el contrato de personal tercero, ya que es un trabajo más simple, que puede realizar el personal de mantenimiento e ingeniería de planta.

La reducción de las trampas de levadura se debe realizar de los tanques horizontales de 110 HI, en total son 5 tanques y sólo se realizará el corte de las trampas de levadura, se reducirá de 15 cm a 10 cm.

4.1.3. Caudalímetro en filtración

Para la instalación de un caudalímetro en filtración, se consideró el costo de los equipos, accesorios, instalación y mano de obra.

En la Tabla IV-4 se indica el costo del caudalímetro y la mano de obra, que sería la instalación del mismo.

Tabla IV-4

Costo del caudalímetro de filtración

Caudalímetro en filtración						
Detalle	Cantidad	Unidad	Precio Unitario(Bs)	Cantidad	Unidad	Total (Bs)
Caudalímetro	1	pza	36257,94			36257,94
Mano de obra	2	personas	200	1	días	400
TOTAL						36657,94

Fuente: Cotización CBN S.A. Planta Tarija

Se realizó la cotización de un caudalímetro electromagnético volumétrico, con rango de 0 a 99.999 Hectolitros, con una precisión de 0,5%, la temperatura de trabajo es de -1 a 2°C y la presión de trabajo 3 a 4 bar.. El material de contacto es de acero INOX 316, con carcasa de aluminio. Los accesorios serán de INOX de 2" en calidad AISI 304, es decir, tuberías, codos y válvula tipo bola con asiento de teflón.

Como el envío de cerveza verde a filtración se realiza a través de mangueras, se debe instalar una línea para poder colocar el caudalímetro. En la Tabla IV-5 se indica el

costo de la instalación de la línea de envío de cerveza verde, que se conectará desde los tanques de maduración a esta línea.

Tabla IV-5

Costo de equipos auxiliares y accesorios

Equipos auxiliares y Accesorios						
Detalle	Cantidad	Unidad	Precio Unitario(Bs)	Cantidad	Unidad	Total (Bs)
Tubería INOX AISI 304 de INOX 2"	6	m	164,3			985,8
Codos INOX AISI 304 de 2"	4	pza	101,5			406
Válvula INOX AISI 304 de 2" tipo bola, con asiento de teflón	4	pza	1185			4740
Mano de obra	2	personas	200	3	días	1200
TOTAL						7331,8

Cotización CBN S.A. Planta Tarija

La inversión total para la instalación de un caudalímetro se muestra en la Tabla IV-6, que es 43989,74 Bs.

Tabla IV-6

Inversión Total para la instalación del caudalímetro en filtración

Costo de Inversión Total para la Instalación del caudalímetro en filtración	
Detalle	Costo (Bs)
Caudalímetro en filtración	36657,94
Equipos auxiliares y Accesorios	7331,8
TOTAL	43989,74

Fuente: Cotización CBN S.A. Planta Tarija

4.1.4. Caudalímetro en envasado

Para la instalación de una caudalímetro en envasado se debe considerar los costos del equipo, accesorios y mano de obra.

En la Tabla IV-7, se muestra el costo del caudalímetro y la instalación del mismo (mano de obra).

Deberá ser un caudalímetro electromagnético volumétrico, con rango de 0 a 99.999 Hectolitros, con una precisión de 0,5%, la temperatura de trabajo es de -1 a 2°C y la presión de trabajo 3 a 4 bar. El material de contacto es de acero INOX 316, con carcasa de aluminio.

Tabla IV-7

Costo del caudalímetro de envasado

Caudalímetro en filtración						
Detalle	Cantidad	Unidad	Precio Unitario(Bs)	Cantidad	Unidad	Total (Bs)
Caudalímetro	1	pza	36257,94			36257,94
Mano de obra	2	personas	200	1	días	400
TOTAL						36657,94

Fuente: Cotización CBN S.A. Planta Tarija

En este caso se instalará el caudalímetro en la línea de cerveza existente, en la entrada de la llenadora. Pero se debe realizar algunas adecuaciones de la línea para colocar el caudalímetro, en la Tabla IV- 8 se indica dichos costos.

Los accesorios serán de INOX de 2" en calidad AISI 304, es decir, tuberías, codos y válvula tipo bola con asiento de teflón.

En la Tabla IV-9 se indica la inversión total de la instalación de un caudalímetro en envasado. El total es 37792,54 Bs.

Tabla IV-8

Costo de equipos auxiliares y accesorios

Equipos auxiliares y Accesorios						
Detalle	Cantidad	Unidad	Precio Unitario(Bs)	Cantidad	Unidad	Total (Bs)
Tubería INOX AISI 304 de INOX 2"	2	m	164,3			328,6
Codos INOX AISI	4	pza	101,5			406

304 de 2"						
Válvula INOX AISI 304 de 2" tipo bola, con asiento de teflón	2	personas	200	1	días	400
TOTAL						1134,6

Fuente: Cotización CBN S.A. Planta Tarija

Tabla IV-9

Inversión Total para la instalación del caudalímetro en envasado

Costo de Inversión Total para la Instalación del caudalímetro en envasado	
Detalle	Costo (Bs)
Caudalímetro en envasado	36657,94
Equipos auxiliares y Accesorios	1134,6
TOTAL	37792,54

Fuente: Cotización CBN S.A. Planta Tarija

4.2. Análisis de recuperación de gastos

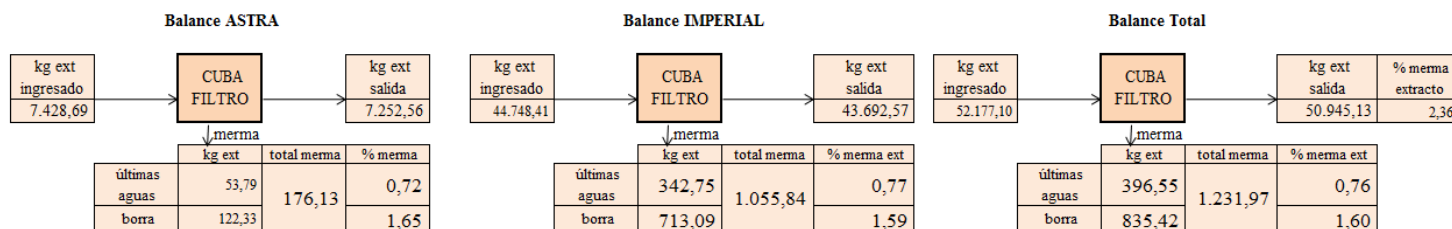
4.2.1. Tanque de aguas de lavado o últimas aguas

El cálculo de recuperación de costos se realizará considerando la merma de extracto según la producción mensual promedio, como se observa en la figura 4-1.

La base de cálculo que se tomará es de 5 Bs/ Kg extracto.

Figura 4-1

Merma de extracto mensual en la cuba filtro



Fuente: Elaboración propia

Tabla IV-10**Monto que se puede recuperar mensualmente de la merma de últimas aguas**

Kg ext perdido/mes	Bs/Kg ext	Bs.perdido/mes
1.231,97	5	6159,84

Fuente: Elaboración propia

Realizando el cálculo del tiempo que llevará recuperar la inversión que se realizará en la instalación de un tanque de recuperación de últimas aguas, será en aproximadamente 4 meses como se puede observar en la Tabla IV-11.

Tabla IV-11**Cálculo de recuperación de gasto del tanque de últimas aguas**

Bs.perdido/mes	Inversion	Meses
6.159,84	26393,6	4,3

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Instalación de caudalímetros

Para la instalación de los caudalímetros en los diferentes sectores que se mencionó líneas arriba, no se puede realizar un cálculo de recuperación de gastos, ya que son sugerencias que se hace para realizar un mejor control de los volúmenes que se maneja en los diferentes sectores.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se efectuó un seguimiento de la merma de extracto desde el ingreso de la materia prima hasta la entrega de cerveza envasada al área de logística, obteniendo una merma de 8,45% en todo el proceso.

Se realizó la medición de la merma de extracto por sectores, para poder facilitar su cálculo y seguimiento, obteniendo así la merma de extracto que representa en cada etapa del proceso.

La merma de extracto en el bloque caliente es 4,89%, éste es el valor más alto que en los otros sectores. Esto porque se logró identificar mermas con una alta concentración de extracto, las cuales pueden ser eliminadas o disminuidas con facilidad.

La merma de extracto en el bloque frío es 2,67%, pero este bloque se divide en dos sectores, que es fermentación y filtración, en este bloque la merma de cerveza por la cosecha de la levadura es la que se encuentra en mayor valor. Pero se logró identificar que en este bloque se realiza demasiadas purgas, como ser, para medir parámetros de calidad, para retirar el contenido de levadura, y para cumplir los parámetros de calidad.

Si bien la merma de extracto en envasado es la menor, 0,89%, se logró identificar que algunas pueden ser controladas y disminuidas, como ser las pérdidas por derrame o espumeo, y sobrellenado.

Ya que las mediciones de pérdidas de extracto se realizaron separando los dos productos que se elaboran en la cervecería, Astra e Imperial, se identificó que la merma de extracto es mayor cuando se elabora Astra, esto debido a que la concentración de extracto es mayor en Astra que en Imperial. La merma de extracto en todo el proceso es 8,57% en Astra y 8,41% en Imperial.

De la misma manera el seguimiento de la merma de extracto de la elaboración de Imperial se realizó por cargas, donde se obtuvo que la merma de extracto, es mayor a menor volumen de la carga, es decir:

- % merma de ext. en carga de 3 cocimientos > % merma de ext. en carga de 5 cocimientos > % merma de ext. en carga de 7 cocimientos.

La implementación de inventarios en los diferentes sectores no sólo sirvió para realizar un mejor control de las mermas producidas en cada sector, sino que de cierta manera llamó el interés del personal para identificar y controlar las mismas.

Se realizó un análisis de costos para la implementación de nuevos equipos, ya sea para la reducción del indicador o para realizar un mejor control de las mermas de extractos.

El equipo que representa mayor merma de extracto es la cuba filtro en la sala de cocimiento, por lo que se propuso la recuperación de las últimas aguas, con su respectivo cálculo de costo para la implementación de un tanque de recuperación de últimas aguas y la recuperación de dichos gastos.

La CBN S.A. Planta Tarija es pequeña, y aún le falta implementar muchos equipos para realizar mejor controles de volúmenes de cerveza, tal es el caso del sector de maduración, cuando realizan los traspasos de la cerveza verde desde los TCC's a los tanques de maduración, los tanques de maduración no cuentan con una regleta para controlar el volumen de llenado, por lo que es difícil conocer el volumen exacto que contiene cada tanque, y cuando es enviado a la sala de filtración la cerveza ya es diluida. En este caso se sugirió la implementación de un caudalímetro a la salida de la sala de maduración.

De la misma manera se realizó un análisis de costos de los caudalímetros a la salida de maduración y a la entrada de envasado, ya que es en otro sector que se necesita mayor control de volúmenes.

5.2. Recomendaciones

Es de mucha importancia tomar en cuenta la merma de extracto que existe en cada sector, si bien en algunos es mayor que en otros, en todos los sectores existen pérdidas que pueden ser controladas.

Es necesaria la instalación del tanque de recuperación de aguas de lavado, ya que esta alternativa no sólo disminuye la merma de extracto, sino que también influye en la carga orgánica de las aguas residuales. La recuperación de gastos de inversión es de aproximadamente de 4,3 meses, por lo que es factible para la empresa.

Se recomienda implementar un seguimiento para el control de la humedad de la borra, ya que en los análisis que se realizó se pudo observar que tiene un considerable grado de influencia la merma de extracto que puede ser recuperado con las últimas aguas.

La recuperación de los restos de mosto en el sector de cocimiento es una buena opción para la mejora del indicador, por lo que se deberá comenzar a hacer seguimientos para ver la influencia en la calidad del producto.

Se sugiere realizar el análisis para la recuperación de cerveza a través del lavado de levadura, ya que en otras plantas pertenecientes a la compañía, ya están utilizando este método para disminuir el KPI de merma de extracto.

Se debe realizar un mejor control de la malta, sémola, mosto, cerveza verde y cerveza filtrada, para realizar el cálculo de merma de extracto. Si bien ya se implementaron inventarios en cada sector, se debe realizar un seguimiento para el correcto llenado de éstos.

Se recomienda realizar un estudio del contenido de O₂ y CO₂ desde los tanques de fermentación hasta la filtración, ya que estos factores ayudarían a la disminución de merma de extracto por purgas para que estos parámetros se encuentren dentro las especificaciones de calidad en el sector de filtración

Se recomienda establecer un control periódico de válvulas de llenado para evitar la merma por sobrellenado. Esta revisión de válvulas puede disminuir en la merma por derrame.

Se debe implementar un control de temperaturas en la sala de maduración, en la sala de filtración y en la entrada de la llenadora, para reducir la merma de extracto por espumeo.

Implementar nuevos equipos en planta para realizar un mejor control de los volúmenes de cerveza, es decir los caudalímetros. Estos también ayudarán a llevar un control de volúmenes más preciso y obtener valores más exactos de la merma de extracto.

Se recomienda continuar con este proyecto, para que se pueda implementar las diferentes propuestas de mejora. Ya que a medida que pasa el tiempo, pueden surgir nuevos puntos de merma de extracto y variar los cálculos.