

**PROPUESTA DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA REDUCCIÓN DE CONSUMO DE
AGUA DENTRO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA PROCESADORA
DE LECHE U.H.T Y PASTEURIZADA COLANTA**

SONIA ALEXANDRA RAMÍREZ FORERO

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ, D.C.**

2012

**PROPUESTA DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA REDUCCIÓN DE CONSUMO DE
AGUA DENTRO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA PROCESADORA
DE LECHE U.H.T Y PASTEURIZADA COLANTA**

SONIA ALEXANDRA RAMÍREZ FORERO

COD: 2080974

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título profesional
en Ingeniería Ambiental.
Modalidad: Pasantía**

**Director
Edgar Cáceres
Ingeniero Ambiental
Analista Gestiona Ambiental Colanta Planta Funza.**

**Codirector
Juan Carlos Torres
Ingeniero Químico
Docente Facultad de Ingeniería Ambiental**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ, D.C.
2012**

Nota de aceptación

Firma Director

Firma Codirector

Firma evaluadores

DEDICATORIA

A Dios por permitirme lograr mis metas en el momento justo y a mis padres por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido llegar a hasta este punto, pero más que nada, por enseñarme que la templanza, la constancia, la disciplina y el amor son la clave del éxito y de la felicidad.

Contenido

	Pág.
RESUMEN	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1. MARCO REFERENCIAL	11
1.1. MARCO CONTEXTUAL	11
1.1.1. Información general Cooperativa Colanta.	11
1.1.2. Planta Procesadora De Leche UHT y Pasteurizada- Funza.	12
1.2. MARCO TEORICO	13
1.2.1 Impactos Ambientales Asociados a la Actividad de la industria Láctea.	13
1.2.2 Uso del agua en el sector industrial Colombia.	13
1.2.3 Proceso productivo de la leche.	14
1.2.4. Consumo de Agua.	18
1.2.5. Proyectos desarrollados en el Área de Gestión Ambiental - Planta Procesadora De Leche UHT y Pasteurizada- Funza.	21
1.2.6. Proyecto De Reducción Del Consumo De Agua En El Ámbito Nacional. BRINSA S.A.	22
1.2.7. Proyecto De Reducción Del Consumo De Agua En El Ámbito Internacional. Caso de Ecoeficiencia Ford.	23
1.3. MARCO CONCEPTUAL	24
1.4. MARCO LEGAL	25
2. OBJETIVOS	27
2.1. OBJETIVO GENERAL	27
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
3. JUSTIFICACIÓN	28
4. METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO	29
4.1. PLAN DE TRABAJO PASANTE GESTIÓN AMBIENTAL COLANTA PLANTA PROCESADORA DE LECHE UHT Y PASTEURIZADA FUNZA – CUNDINAMARCA.	29
4.2. METODOLOGÍA PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.	30
4.2.1. Fase 1. Reconocimiento y análisis del funcionamiento general de la planta y del área de gestión ambiental.	30
4.2.2. Fase 2. Recolección de datos consumo de agua por área.	30
4.2.3. Fase 3. Identificación de puntos de mayor consumo de agua, planteamiento de una solución óptima para la reducción de estos consumos.	31
4.2.4. Fase 4. Análisis y estructuración de la propuesta.	31
4.2.5. Fase 5. Presentación y análisis de resultados.	31

4.3. CRONOGRAMA (TIEMPOS DE EJECUCIÓN)	32
5. DESARROLLO DE LA PASANTIA	33
5.1. Desarrollo plan de trabajo pasante gestión ambiental Colanta planta procesadora de leche UHT y pasteurizada Funza – Cundinamarca.	33
5.2. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.	35
5.2.1. Desarrollo Fase 1: Reconocimiento general de la planta y análisis de las diferentes etapas y equipos de los procesos productivos.	35
5.2.2. Desarrollo Fase 2: Recolección de datos consumo de agua por área.	49
5.2.3. Desarrollo Fase 3: Identificación de puntos de mayor consumo de agua, planteamiento de una propuesta de solución óptima para la reducción de estos consumos.	55
5.2.4. Desarrollo Fase 4: Análisis y estructuración de la propuesta.	58
6. RESULTADOS OBTENIDOS.	65
6.1. Desarrollo Fase 5: Presentación y análisis de resultados.	65
6.1.1. Descripción de resultados.	65
6.1.2. Resumen resultados obtenidos.	68
6.1.3. Beneficios económicos.	70
7. RECOMENDACIONES	71
8. BIBLIOGRAFIA	72

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Diagrama de flujo proceso de pasteurización de leche cruda.	15
Figura 2. Diagrama de flujo proceso de ultra-pasteurización de leche cruda.	17
Figura 3. Esquema sistema de recuperación.	35
Figura 4. Ultrapasteurizador directo Tetra Therm Aseptic VTIS.	39
Figura 5. Diagrama de flujo Tetra Term Aseptic VTIS.	40
Figura 6. Ultrapasteurizador indirecto Tetra Therm Aseptic FLEX.	42
Figura 7. Diagrama de flujo Tetra Therm Aseptic FLEX.	43
Figura 8. Pasteurizador Tetra Therm Lacta.	45
Figura 9. Cuarto control.	60
Figura 10. Identificación puntos de muestreo en la tubería de retorno de los lavados CIP.	61
Figura 11. Toma de muestras del equipo ultrapasteurizador directo VTIS.	61
Figura 12. Toma de muestras del equipo pasteurizador de crema.	61
Figura 13. Realización prueba de pH y temperatura.	63
Figura 14. Realización prueba de turbiedad.	63

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Consumo de agua en proceso de pasteurización año 2010.	18
Tabla 2. Consumo de agua en proceso de pasteurización año 2011.	19
Tabla 3. Consumo de agua en proceso de pasteurización año 2012.	19
Tabla 4. Consumo de agua en proceso de ultra-pasteurización año 2010.	20
Tabla 5. Consumo de agua en proceso de ultra-pasteurización año 2011.	20
Tabla 6. Consumo de agua en proceso de ultra-pasteurización año 2012.	21
Tabla 7. Plan de trabajo 2012-2.	29
Tabla 8. Desarrollo plan de trabajo 2012-2.	33
Tabla 9. Consumo de agua (litros) Área 020 Silos de almacenamiento.	50
Tabla 10. Ultrapasteurizador directo Tetra Therm Aseptic VTIS.	51
Tabla 11. Consumo de agua (litros). Área 035. Ultrapasteurizador indirecto Tetra Therm Aseptic FLEX I	51
Tabla 12. Consumo de agua (litros). Área 040: Tetra Therm Lacta. Pasteurizador de leche.	52
Tabla 13. Consumo de agua (litros). Área 045. Tetra Therm Lacta Pasteurizador de crema.	52
Tabla 14. Consumo de agua (litros). Área 035. Ultrapasteurizador indirecto Tetra Therm Aseptic FLEX II	53
Tabla 15. Consumo de agua (litros) Área 060 Silos de mezclas.	53
Tabla 16. Consumo de agua (litros). Área 070. Liquid- box.	54
Tabla 17. Consumo de agua (litros). Área 070. Envasadora IS6.	54
Tabla 18. Consumo de agua (litros). Área 080. Tetra Alsafe LA Mk II (Tanque Aséptico I)	55
Tabla 19. Consumo de agua (litros). Área 080. Tetra Alsafe LA Mk II (Tanque Aséptico II)	55
Tabla 20. Seguimiento lavado C.I.P total Tanque Aséptico I (Muestreo N°1).	59
Tabla 21. Datos tarifa m3 agua.	64
Tabla 22. Resultados modificación programa CIP total Tanque aséptico I	66
Tabla 23. Resultados obtenidos reducción consumo de agua (litros).	69
Tabla 24. Resumen resultados obtenidos, reducción de costos.	70

RESUMEN

El proyecto que lleva por título propuesta de gestión ambiental para la reducción de consumo de agua dentro del proceso de producción de la planta procesadora de leche U.H.T y pasteurizada Colanta, incluye en su primera fase el reconocimiento general de la planta y un análisis de las diferentes etapas y equipos de los procesos productivos, en la segunda fase se describe la metodología y los resultados de la recolección de datos de consumo de agua por área, durante la tercera fase se identificó que el punto de mayor consumo de agua corresponde a la etapa de limpieza de los equipos utilizados dentro del proceso, por esta razón se le dio mayor relevancia a este punto y se procedió a realizar una revisión y análisis tanto documental como práctica sobre el funcionamiento de esta etapa, a partir de esta revisión se encontró que los parámetros que determinan el consumo de agua en la etapa de limpieza es el flujo (l/h) de las soluciones de limpieza y el tiempo (s) en que tarda cada secuencia de limpieza. De acuerdo con lo anterior en la cuarta fase se estructuró una propuesta para realizar un seguimiento al agua que sale por la tubería de retorno de la etapa de limpieza con el fin de analizar las características con las que sale el agua al terminar su paso por el proceso de limpieza, y de esta manera determinar el momento preciso medido en segundos en que el agua sale con características iguales o similares a las iniciales y así reducir el tiempo que toma la secuencia de lavado, todo esto con el fin de dar cumplimiento al objetivo principal del proyecto reducir el consumo de agua garantizando la correcta limpieza de los equipos. Las características del agua que fueron tomadas en cuenta para este análisis fueron el pH, la temperatura y la turbiedad. El resultado de este seguimiento se especifica en la quinta fase donde se propone una reducción a corto plazo en un mes de 629,5 m³ y a mediano plazo en un año de 7.554,7 m³ de agua en la operación de lavado, esta reducción trae consigo beneficios económicos aproximados mensualmente de \$ 2.597.572,8 y anualmente de \$ 31.170.872,6, estos beneficios se podrán evidenciar en el valor del servicio de acueducto y alcantarillado.

Estos resultados constituyen una propuesta de gestión ambiental enfocada a un proceso industrial, esta propuesta permite minimizar los efectos negativos generados por las prácticas desarrolladas dentro de Colanta y maximizar los beneficios tales como el mejoramiento de la competitividad en el sector, la imagen corporativa y reducción en gastos de producción.

Palabras claves: Reducción consumo de agua, reúso de agua industrial, sostenibilidad, etapa de limpieza, planta procesadora de leche, equipos de producción.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Cada día es mayor la importancia que está cobrando el medio ambiente por la influencia que éste tiene sobre el desarrollo económico, lo anterior conduce a la adopción de medidas tendientes a desarrollar actividades económicas enmarcadas en la concepción moderna del desarrollo sostenible, tendencia de la cual no se escapa la industria láctea colombiana, este es el caso de la planta procesadora de leche U.H.T y pasteurizada Colanta la cual se ubica en el municipio de Funza Cundinamarca. Allí se realizan los procesos de pasteurización y ultra-pasteurización de leche, dentro de estos dos procesos se identificó que existe un alto consumo de agua principalmente en la etapa de limpieza de los equipos utilizados en dichos procesos, esto constituye un problema en la gestión de recursos y al mismo tiempo está induciendo cada vez más a que la correcta gestión de recursos se convierta en un elemento clave dentro de la gestión de cualquier organización.

Es por esta razón que dentro del Área de Gestión Ambiental de Colanta después de conocer los altos consumos de agua en la etapa de limpieza, se planteó una propuesta donde se reduzca el tiempo de los lavados que hacen parte de esta etapa y por tanto el consumo de agua también disminuya. Es prioritario el desarrollo de este tipo de investigaciones que brinden alternativas que permitan disminuir el consumo de agua.

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. MARCO CONTEXTUAL

1.1.1. Información general Cooperativa Colanta. Colanta, acrónimo de Cooperativa Lechera de Antioquia es una cooperativa colombiana sin ánimo de lucro, fabricante de Líneas de Lácteos, Cárnicos, Refrescos, Sales, Concentrados, Fertilizantes y una gran cadena de Agropecuarios, denominada agrocolanta, esta cooperativa es uno de los principales exportadores de productos lácteos en Colombia, exporta Queso, Arequipe, Smoothies, Superboom, Leche en polvo, Leche UHT hacia Venezuela, Estados Unidos, Guatemala, Curazao y San Martín. (Cooperativa Colanta , 2012).

Colanta cuenta con las siguientes plantas para sus procesos ubicadas en diferentes partes del país:

Plantas Procesadoras de Leche Fresca

- Armenia, Quindío
- Medellín, Antioquia.
- Planeta Rica, Córdoba
- Funza, Cundinamarca

Plantas Procesadoras de Leche UHT

- Funza, Cundinamarca

Plantas de Pulverización

- Planeta Rica, Córdoba
- San Pedro de los Milagros, Antioquia

Planta Procesadora de Derivados Lácteos

- San Pedro de los Milagros, Antioquia
- Funza, Cundinamarca
- Medellín, Antioquia.

Planta de Sacrificio de Ganado - Frigocolanta

- Santa Rosa de Osos, Antioquia.

Colanta cuenta con controles y políticas claras de calidad, lo cual le ha permitido ser competitiva en el mercado nacional e internacional y así mismo obtener certificaciones en sus diferentes plantas:

La leche Colanta de Funza ha sido certificada con la norma ISO 9001 versión 2000, del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), reconocido internacionalmente como IQNet. (Cooperativa Colanta , 2012)

1.1.2. Planta Procesadora De Leche UHT y Pasteurizada- Funza. La planta procesadora de leche UHT y Pasteurizada – Funza, se encuentra ubicada en el municipio de Funza Cundinamarca más exactamente en el barrio Serrezuelita dentro del casco urbano del municipio. En esta planta se reciben 588.000 l/día de leche, a través de una cadena de frío que cubre todo el departamento de Cundinamarca y parte del departamento de Boyacá, además recibe 295.000 l/día de leche concentrada proveniente de la ciudad de Medellín, de los municipios de San Pedro de los Milagros y Santa Rosa de Osos en Antioquia. Allí se transporta a la planta donde se procesan 30.700 l/día de leche pasteurizada, 755.000 l/día de leche UHT, 8.400,0 l/día de crema de leche, 121.200 l/día de avena y 42.700 l/día de leche saborizadas de chocolate - fresa – vainilla - arequipe- banano- guanábana, cerrando el círculo cooperativo de: producción, transporte, industrialización y mercadeo.

Los productos antes mencionados hacen parte de una línea comercial y por sus altos estándares de calidad también hacen parte de una línea de productos para el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar ICBF. (Cooperativa Colanta , 2012).

Por otra parte al hablar del entorno que rodea esta planta procesadora de leche es importante mencionar que para el municipio de Funza su presencia representa una fuente significativa de empleo y desarrollo, además de esto la cooperativa tiene como uno de sus pilares fundamentales la Responsabilidad Social participando y promoviendo programas junto con el gobierno municipal tanto para sus grupos de interés internos (productores asociados y trabajadores) como para sus grupos de interés externos (clientes, distribuidores, familiares de asociados y trabajadores) teniendo como prioridad la niñez y la tercera edad.

1.2 MARCO TEORICO

1.2.1 Impactos ambientales asociados a la actividad de la industria Láctea.

Es evidente que la industria láctea genera impactos ambientales por sus actividades relacionadas con el uso, aprovechamiento o afectación de los recursos naturales renovables y no renovables. Los principales impactos ambientales de la industria láctea, desde el punto de vista del uso o aprovechamiento de recursos naturales están asociados con el consumo de agua, energía eléctrica, combustibles fósiles, productos derivados del petróleo (plásticos), derivados de la madera (cartón, papel, estibas), derivados de minerales (productos químicos, metales), principalmente.

Por otra parte los principales impactos ambientales de la industria láctea, desde el punto de vista de afectación de los recursos naturales, están asociados con la generación de aguas residuales (principalmente vertimientos orgánicos provenientes de los restos de productos lácteos y en menor proporción, vertimientos inorgánicos generados por los procesos de aseo y desinfección), de residuos ordinarios (empaques de materias primas, productos defectuosos, desperdicios). A demás de esto también existe generación de residuos peligrosos (empaques embalajes y productos usados contaminados con aceites usados, lubricantes, químicos para aseo y desinfección, reactivos de laboratorios). (Viceministerio de Ambiente , 2007).

1.2.2 Uso del agua en el sector industrial Colombia. En Colombia el agua siempre ha sido vista como un bien casi inagotable, por lo que se ha generalizado una cultura de consumo excesivo del recurso. Los procesos industriales no han escapado a esta tendencia, en nuestro país la industria urbana y la gran industria representan el 26% del consumo total del agua en Colombia y aunque muchas de ellas tienen sus propias fuentes de abastecimiento como pozos profundos, también demanda una gran cantidad de agua tratada en los acueductos domésticos. (Ministerio de Educación Nacional República de Colombia, 2010).

El uso del agua trae consigo no solo el agotamiento de este recurso sino también impactos ambientales importantes tales como: contaminación por descarga de aguas servidas a los cuerpos de agua lo que altera la química y ecología de ríos, lagos y acuíferos, alteración del ritmo natural y la cantidad de las corrientes fluviales, alteración de la temperatura del agua y el transporte de nutrientes y sedimentos que como resultado bloquea las migraciones de peces. (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2006)

1.2.3 Proceso productivo de la leche. El sector de la industria láctea, se caracteriza por involucrar diferentes procesos, dependiendo de los productos finales obtenidos, entre los cuales se destacan en el caso de la planta Colanta Funza: leche pasteurizada, leche UHT (larga vida), leches saborizadas, crema de leche y avena. A continuación se muestra la descripción general de los principales procesos realizados en la planta procesadora de leche UHT y pasteurizada-Funza.

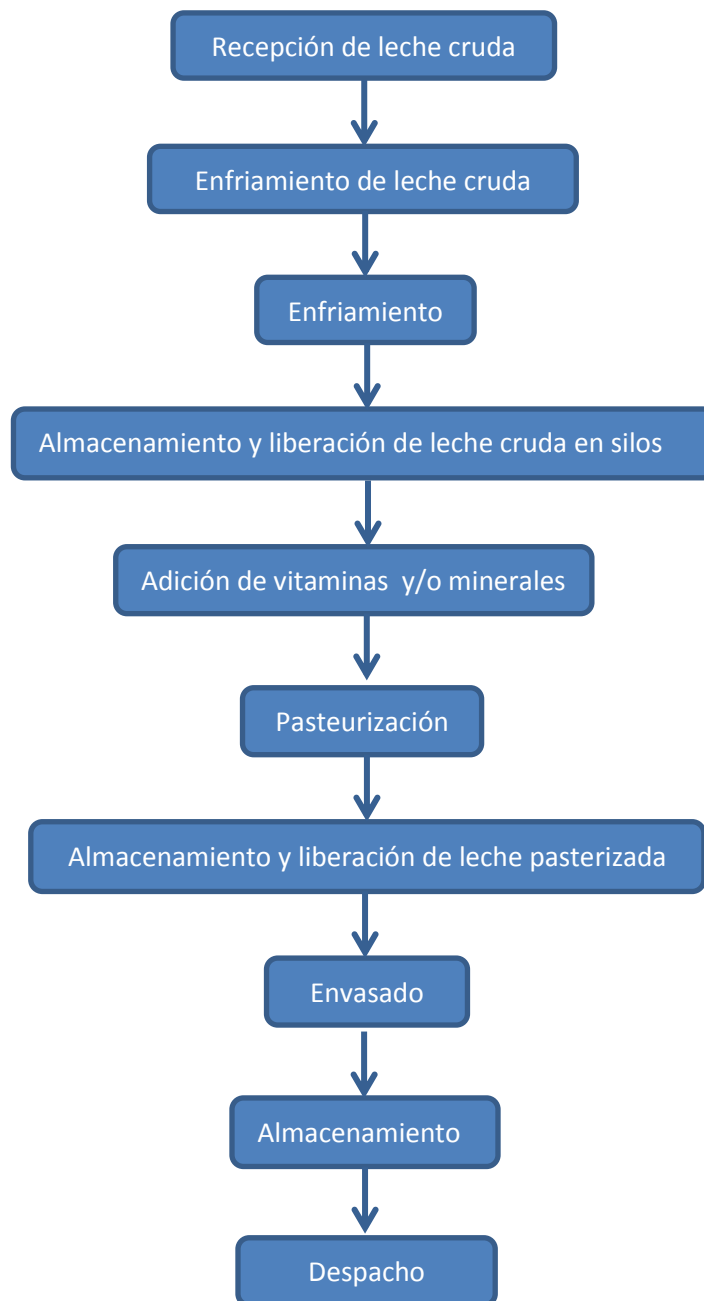
1.2.3.1 Recepción de leche cruda. Comprende el proceso de recepción de la leche cruda en carrotanques provenientes de tanques de frío ubicados en las fincas productoras y centros de acopio. La leche es cuantificada y bombeada a tanques de enfriamiento. (Admón Central Producción Cooperativa Colanta, 2012). Recibo de leche cuenta con 33 carrotanques de los cuales 31 son de su propiedad y los dos restantes son particulares. Adicionalmente se recibe cada dos días, una tractomula proveniente de Armenia que contiene Crema Concentrada. Cada carrotanque alberga 10.000 litros de leche cruda que se descarga por bombeo mediante mangueras hacia los silos de almacenamiento.

1.2.3.2 Filtración y centrifugación. En este proceso se le se le retiran a la leche las impurezas sólidas y se le ajusta el contenido de grasa por centrifugación y una posterior estandarización. (Viceministerio de Ambiente , 2007)

1.2.3.3 Homogenización. La leche cruda suele tener ciertas cantidades de grasa que aparecen en la superficie, separándose de los demás componentes de la leche. Homogenización en este caso es el proceso de romper la grasa en pequeñas partículas, de tal forma que no se separen en el futuro de los demás componentes de la leche. Esta operación se realiza sometiendo la leche a una presión entre 150 y 300 bares. (Al Servicio de la Ingeniería Alimentaria, 2007)

1.2.3.4 Pasteurización. Se destruyen las bacterias y demás microorganismos patógenos presentes en la leche, para lo cual se utilizan normalmente intercambiadores de placas, donde ocurre un calentamiento uniforme en flujo continuo a una temperatura comprendida entre 72-76°C por un período no inferior a 15 segundos, para así garantizar la inocuidad de la leche y después se hace una refrigeración inmediata a no más de 4° C, para preservar las características del producto e impedir que se contamine (Viceministerio de Ambiente , 2007). A continuación en la figura 1 se describe más detalladamente por medio de un diagrama de flujo el proceso completo de pasteurización.

Figura 1. Diagrama de flujo proceso de pasteurización de leche cruda.



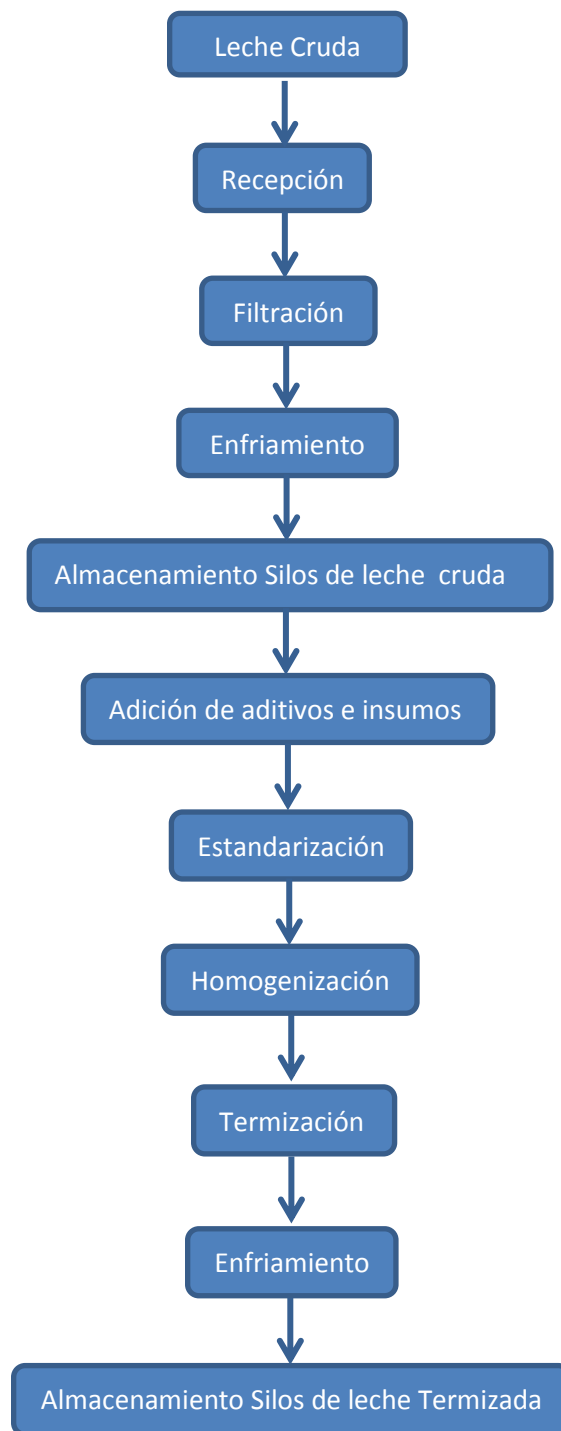
Fuente: (Cooperativa Colanta, 2010)

Un sistema de pasteurización normalmente contiene los siguientes componentes (Viceministerio de Ambiente , 2007):

- Tanque de balance con conjunto de válvula de flotación
- Regenerador
- Homogenizador de alta presión
- Bomba de desplazamiento positivo equipada con un variador de velocidad o una bomba centrífuga con medidor de flujo magnético y controlador
- Tubo de sostenimiento
- Registrador-controlador
- Dispositivo de desviación de flujo
- Separador (clarificador).

1.2.3.5 Ultra-Alta-Temperatura UAT (UHT) leche larga vida. Es un proceso similar a la pasteurización, pero utilizando equipo ligeramente diferente, las temperaturas son más altas y los tiempos son menos prolongados. Este proceso térmico en flujo continuo eleva la temperatura de la leche entre 135 °C y 150 °C durante un tiempo de 2 a 4 segundos, de tal forma que se compruebe la destrucción eficaz de las esporas bacterianas resistentes al calor, seguido inmediatamente de enfriamiento a temperatura ambiente y envasado aséptico en recipientes estériles con barreras a la luz y al oxígeno, cerrados herméticamente, para su posterior almacenamiento, con el fin de que se asegure la esterilidad comercial sin alterar de manera esencial ni su valor nutritivo, ni sus características fisicoquímicas y organolépticas, la cual puede ser comercializada a temperatura ambiente (Viceministerio de Ambiente , 2007). En la figura 2 se muestra un poco más claro el proceso de Ultra-Alta-Temperatura UAT (UHT) por medio de un diagrama de flujo.

Figura 2. Diagrama de flujo proceso de ultra-pasteurización de leche cruda.



Fuente: (Cooperativa Colanta, 2010)

1.2.3.6 Envasado y empaquetado. Se envasa el producto a comercializar, es importante mantener la cadena de frío para evitar el deterioro de la leche. En empresas que obtienen derivados lácteos, la leche es almacenada en tanques refrigerados para su posterior procesamiento.

1.2.3.7 Limpieza y desinfección. Los equipos, tanques y demás utensilios (Canastillas, cantinas, entre otros.), son lavados y desinfectados después de cada proceso para evitar la producción de olores y la proliferación de microorganismos. En esta actividad es donde se generan los residuos líquidos con altas concentraciones de materia orgánica y los desechos contaminantes de los procesos de limpieza y desinfección. Históricamente la industria láctea se ha caracterizado por la gran variedad de productos que obtienen al realizarle una serie de procesos a la leche cruda.

1.2.4 Consumo de agua. Teniendo en cuenta el objetivo del proyecto referente al consumo de agua a continuación se muestran los históricos del consumo de agua en el proceso de pasteurización y UHT, con el fin de conocer un promedio aproximado del volumen de agua que se utiliza para dichos procesos.

1.2.4.1 Datos del consumo de agua en proceso de pasteurización años 2010, 2011 y 2012.

Tabla 1. Consumo de agua en proceso de pasteurización año 2010.

2010	
Mes	Consumo de agua en m ³
Enero	67,0
Febrero	140,0
Marzo	169,0
Abril	152,0
Mayo	117,7
Junio	129,1
Julio	129,1
Agosto	130,9
Septiembre	129,4
Octubre	130,8
Noviembre	131,3
Diciembre	129,7

Fuente. (Cooperativa Colanta, 2012)

Tabla 2. Consumo de agua en proceso de pasteurización año 2011.

2011	
Mes	Consumo de agua en m^3
Enero	129,8
Febrero	129,8
Marzo	129,8
Abril	105,0
Mayo	80,0
Junio	67,0
Julio	59,0
Agosto	58,0
Septiembre	72,6
Octubre	67,0
Noviembre	71,2
Diciembre	62,1

Fuente: (Cooperativa Colanta, 2012)

Tabla 3. Consumo de agua en proceso de pasteurización año 2012.

2012	
Mes	Consumo de agua en m^3
Enero	49,9
Febrero	46,4
Marzo	39,4

Fuente: (Cooperativa Colanta, 2012)

1.2.4.2 Datos del consumo de agua en proceso UHT años 2010, 2011 y 2012:

Tabla 4. Consumo de agua en proceso de ultra-pasteurización año 2010.

2010	
Mes	Consumo de agua en m^3
Enero	182,0
Febrero	155,0
Marzo	151,0
Abril	185,0
Mayo	172,9
Junio	172,3
Julio	166,7
Agosto	267,9
Septiembre	250,0
Octubre	218,4
Noviembre	164,4
Diciembre	164,9

Fuente: (Cooperativa Colanta, 2012)

Tabla 5. Consumo de agua en proceso de ultra-pasteurización año 2011.

2011	
Mes	Consumo de agua en m^3
Enero	228,3
Febrero	314,5
Marzo	249,2
Abril	258,6
Mayo	249,0
Junio	245,0
Julio	234,0
Agosto	241,0
Septiembre	270,6
Octubre	343,6
Noviembre	350,0
Diciembre	357,8

Fuente: (Cooperativa Colanta, 2012)

Tabla 6. Consumo de agua en proceso de ultra-pasteurización año 2012.

2012	
Mes	Consumo de agua en m^3
Enero	217,6
Febrero	292,5
Marzo	314,5

Fuente: (Cooperativa Colanta, 2012)

1.2.5 Proyectos desarrollados en el área de gestión ambiental - Planta procesadora de leche UHT y pasteurizada- Funza.

1.2.5.1 Recuperación de empujes. En el primer periodo del presente año se desarrolló un proyecto dentro del Área de Gestión Ambiental con el objetivo de disminuir la cantidad de materia orgánica en las aguas industriales que llegan a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Colanta, para cumplir con este objetivo plantearon recuperar el producto (leche, avena y crema de leche) en el proceso de lavado de los equipos más específicamente en los empujes, lo cual se logró determinando los pasos del proceso de lavado y los tiempos en que se ejecuta esté. Gracias a lo anterior se pudo identificar el tiempo en que los empujes arrastran producto que puede ser recuperado, también instalaron un tanque de frio para almacenar producto recuperado que permite mantener las características fisicoquímicas del producto.

En el área de recibo de leche donde los carro-tanques descargan leche proveniente de las fincas de producción identificaron perdidas de leche por acumulación de producto en las mangueras para esto recomiendan construir una rampa que permita que los carro-tanques queden a la misma altura de los silos donde se almacena la leche y de esta manera sea más fácil el descargue de la leche evitando la acumulación de está en las mangueras. Este proyecto hace parte de los proyectos del área de gestión ambiental que actualmente implementa Colanta. (Figueredo, 2012)

1.2.5.2 Inclusión de aguas de envasadoras y fugas de condensados a la red del sistema de recuperación. Este proyecto consistió en el ajuste y adecuación de toda la tubería de las envasadoras debido a que existía una gran pérdida de agua en esta área, el objetivo principal era recuperar todos los condensados y el agua de refrigeración, además de lo anterior con este proyecto se logró disminuir

la humedad del área de envasado para evitar contaminaciones por empozamientos de agua y humedad del área. Para llevar a cabo este objetivo se modificaron las cajas de recolección de condensados y del agua de los homogenizadores pues su capacidad no era suficiente para almacenar toda el agua que se genera. (Gestión Ambiental Colanta Funza, 2012)

1.2.6. Proyecto de reducción del consumo de agua en el ámbito nacional.

BRINSA S.A. Una de las industrias que ha ejecutado proyectos con el fin de reducir el consumo de agua dentro de sus procesos productivos por medio recirculación de la misma es Brinsa S. A., conocida como Refisal, donde además de producir sal refinada, también generan energía eléctrica en proporciones relativamente elevadas para obtener otros productos a partir de la sal; como soda cáustica o hidróxido de sodio ampliamente usada para producción de jabones y detergentes líquidos, cloro gaseoso para tratamiento de desinfección de aguas, ácido clorhídrico y muchos otros productos, a partir de procesos electrolíticos que usan básicamente sal o cloruro de sodio y electricidad.

La sal es disuelta en las minas ubicadas en el municipio de Sesquilé en el departamento de Cundinamarca y se bombea a través de varios kilómetros a través de tuberías hasta la Planta de Refisal. Allí purifican la sal con hidróxido de sodio y carbonato de sodio. Posteriormente le retiran el agua que traía al ser bombeada desde la mina y parte de esta agua es devuelta nuevamente por tuberías hasta las minas de Sesquilé para disolver más sal que será enviada a Refisal para su refinación. Otra parte donde recirculan agua en Refisal es en el proceso de producción de potencia donde tienen un ciclo Rankine de potencia; allí el agua que sale de la caldera como vapor, mueve una turbina para la producción de potencia, el vapor que sale de la turbina es enviado a un intercambiador de calor donde calienta la salmuera para evaporarle el agua y obtener sal casi seca; entonces el vapor que provenía de la turbina se enfría en el intercambiador de calor al ceder su calor a la salmuera y él se transforma en líquido que se recircula mediante bombas para regresarlo a la caldera donde nuevamente se transformará en vapor, y así continuar el ciclo.

La recirculación de agua es común en los ciclos de potencia y se tiene en Termozipa y en Termopaipa, donde el vapor de agua que sale de la turbina es enfriado en un intercambiador de calor o condensador transformándose en líquido y es bombeada para ingresar nuevamente en la caldera para completar el ciclo. (Ortiz, 2012)

1.2.7. Proyecto de reducción del consumo de agua en el ámbito internacional. Caso de Ecoeficiencia Ford. En Argentina se analizó en particular la situación de la planta de Ford y se comparó con otras plantas de similares características, y llegaron a la conclusión de que el consumo de agua si bien era típico de esta clase de industrias, resultaba ser superior a otras plantas de Ford en el mundo, para atender este problema decidieron llevar un seguimiento del consumo total de agua potable del centro industrial y un seguimiento a cada área o sector con el fin de identificar e implementar las mejoras para la reducción del consumo de agua.

A partir de lo anterior se desarrolló un proyecto Seis Sigma (sistema de solución de problemas y de mejora continua) liderado por personal de Mantenimiento Central que se planteó la meta de lograr una reducción del 24 % del consumo de agua potable de ese momento.

En el área de pintura (Fosfatizado – Etapa 2) se implementaron las siguientes acciones:

- Cambio en el proceso de arranque para optimizar horarios de encendido / apagado.
- Instalación de caudalímetro y cambio de la válvula de control de caudal.
- Mejoras en el Sistema de Medición y cambios en el Plan de Control.

Estas acciones lograron un ahorro en el consumo de agua de 7.5 % en esta área.

En el área de pintura (Fosfatizado 4 y 6) se implementaron las siguientes acciones:

- Cambio de proceso de arranque para optimizar horarios de encendido/apagado.
- Instalación de caudalímetro y cambio de la válvula de control de caudal.
- Conexión del efluente de la Etapa 6 como alimentación de la Etapa 4.

Estas acciones lograron un ahorro en el consumo de agua de 7.1 % en esta área

En el área de pintura (Esmalte agua DI) se implementaron las siguientes acciones:

- Definir horarios de encendido y apagado del equipo de Agua DI
- Instalación de Tanque de reserva para evitar el funcionamiento continuo del equipo de agua DI

Estas acciones lograron un ahorro en el consumo de agua de 10 % en esta área.
(Ford Motor Company, 2008)

1.3 MARCO CONCEPTUAL

- **Consumo eficiente.** Es el consumo mensual promedio de cada usuario medido en condiciones normales en los seis (6) meses anteriores a la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua, ajustados por el factor de eficiencia de dichos equipos. (Hondupalma, 2011)
- **Consumo ineficiente.** Es aquel que se encuentra por fuera de los parámetros de consumo eficiente establecidos por la entidad prestadora del servicio de acueducto. (Hondupalma, 2011)
- **Gestión ambiental:** Parte del sistema de gestión general que comprende la política, los programas, los objetivos, los fines, la estructura organizativa, prácticas, responsabilidades, procesos y los recursos para la gestión de los efectos medioambientales significativos de las organizaciones. (Viceministerio de Ambiente , 2007)
- **Limpieza:** Es el proceso o la operación de eliminación de residuos de alimentos u otras materias extrañas o indeseables. (Ministerio de Salud y la Protección Social, 1997)
- **Luminometría:** Método para medir la presencia de residuos de material orgánico en superficies y también en líquidos por la medición de Trifosfato de Adenosina (ATP) con el fin de determinar la carga microbiana y evaluar la eficacia de los procesos de limpieza y desinfección. (Producción Colanta Planta Funza, 2012)
- **Planta para procesamiento de leche:** Es el establecimiento en el cual se modifica o transforma la leche para hacerla apta para consumo humano, que incluye las plantas para higienización, para pulverización u obtención de leche como materia prima para elaboración de derivados lácteos. (Viceministerio de Ambiente , 2007)
- **Potenciómetro:** Es un dispositivo que detecta de forma rápida y precisa el valor del pH y de la temperatura. El medidor de pH utiliza una escala de pH para la medición de acidez o alcalinidad parámetros importantes de la calidad del agua. El nivel de concentración de los iones positivos de hidrógeno en el agua determina el resultado.
- **Turbidímetro:** Es un instrumento nefelométrico que mide la turbiedad causada por partículas suspendidas en un líquido. Haciendo pasar un rayo de luz a través de la muestra se mide la luz reflejada por las partículas en un ángulo de 90° con respecto al rayo incidente. Las lecturas se dan en NTU (Unidades Nefelométricas de Turbiedad) (Cooperativa Colanta, 2010)

1.4 MARCO LEGAL

Ley- Decreto- Resolución	Titulo	Artículos que aplican
Decreto 2811 de 1974.	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.	Artículo 1º. <i>El ambiente es patrimonio común.</i> El Estado y <u>los particulares</u> deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social. La preservación y manejo de los recursos naturales renovables también son de utilidad pública e interés social. Artículo 9º.- El uso de elementos ambientales y de recursos naturales renovables, debe hacerse de acuerdo con los siguientes principios: a.- <u>Los recursos naturales y demás elementos ambientales deben ser utilizados en forma eficiente,</u> para lograr su máximo aprovechamiento con arreglo al interés general de la comunidad y de acuerdo con los principios y objetos que orientan este Código; e.- Los recursos naturales renovables no se podrán utilizar por encima de los límites permisibles, que al alterar las calidades físicas, químicas o biológicas naturales, produzcan el agotamiento o el deterioro grave de esos recursos o se perturbe el derecho a ulterior utilización en cuanto ésta convenga al interés público. (República de Colombia Ministerio de Agricultura , 1974)
Ley 373 de 1997	Por la cual se establece el Programa Para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua.	Art. 5. Reúso obligatorio del agua. Las aguas utilizadas, sean éstas de origen superficial, subterráneo o lluvias, en cualquier actividad que genere afluentes líquidos, deberán ser reutilizadas en actividades primarias y secundarias cuando el proceso técnico y económico así lo ameriten y aconsejen según el análisis socio-económico y las normas de calidad ambiental. El Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Desarrollo Económico reglamentarán en un plazo máximo de (6) seis meses, contados a partir de la vigencia de la presente ley, los casos y los tipos de proyectos en los que se deberá reutilizar el agua. Art 6. de los medidores de consumo. Todas las entidades que presten el servicio de acueducto y riego, y demás usuarios que determine la Corporación Autónoma Regional o la autoridad ambiental competente, disponen de un plazo de un año contado a partir de la vigencia de la presente ley, para adelantar un

		programa orientado a instalar medidores de consumo a todos los usuarios, con el fin de cumplir con lo ordenado por el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 y el artículo 146 de la Ley 142 de 1994. Art 15. Tecnología de bajo consumo de agua. Los ministerios responsables de los sectores que utilizan el recurso hídrico reglamentarán en un plazo máximo de seis (6) meses la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua para ser utilizados por los usuarios del recurso y para el reemplazo gradual de equipos e implementos de alto consumo. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 1997)
Decreto 3102 de 1997	Por el cual se reglamenta el artículo 15 de la Ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.	Art 2. Obligaciones de los usuarios. Hacer buen uso del servicio de agua potable y reemplazar aquellos equipos y sistemas que causen fugas de aguas en las instalaciones internas. (Ministerio de Desarrollo Económico, 1997)
Resolución 2115 de 2007	Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano	CAPÍTULO II Características Físicas Y Químicas Del Agua Para Consumo Humano. Artículo 2º.- Características Físicas. El agua para consumo humano no podrá sobrepasar los valores máximos aceptables para cada una de las características físicas que se señalan en el Cuadro N°. 1 Características Físicas. (Ministerio de La Protección Social - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007)
Decreto 3075 de 1997	Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 09 de 1979 y se dictan otras disposiciones.	BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA: Son los principios básicos y practicas generales de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para consumo humano, con el objeto de garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción. Las BPM indirectamente generan beneficios ambientales pues previenen impactos ambientales derivados de la mala manipulación de las materias primas, empaques o productos, que terminarían convirtiéndose en residuos o vertimientos a tratar. (Ministerio de Salud, 1997)

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer estrategias y medidas para la reducción del consumo de agua en los procesos de pasteurización y ultra-pasteurización que se llevan a cabo dentro de la Planta Procesadora De Leche UHT y Pasteurizada- Funza ubicada en el municipio de Funza Cundinamarca.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer el funcionamiento general de la planta y analizar las diferentes etapas y equipos del proceso de producción de la leche.
- Realizar un seguimiento al consumo de agua dentro del proceso productivo con el fin de recolectar información que permita el desarrollo del proyecto.
- Identificar y priorizar los puntos de mayor consumo de agua dentro de del proceso de producción de la leche.
- Plantear una solución que disminuya el consumo de agua en del proceso productivo en la Planta Procesadora De Leche UHT y Pasteurizada- Funza.

3. JUSTIFICACIÓN

Es competencia del ingeniero ambiental la investigación, diseño y formulación de la planificación y gestión ambiental de procesos productivos que permitan el aumento de la productividad garantizando la adecuada utilización de los recursos, la conservación del ambiente y el cumplimiento de la normatividad ambiental, es por esta razón que realizar una pasantía en sector de lácteos en el área de gestión ambiental de procesos representa una buena oportunidad de adquirir experiencia y poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la carrera.

Además de lo anterior es interesante aplicar en una situación real herramientas de la gestión ambiental y observar en forma directa que estas herramientas no sólo permiten minimizar los efectos negativos generados por las prácticas desarrolladas dentro de la industria láctea sino que también buscan maximizar los beneficios de la actividad tales como: el mejoramiento de la competitividad en el sector, incrementar la productividad, mejora de la imagen corporativa frente a sus clientes y por tanto lograr un posicionamiento en el mercado. Además de esto y tomando en cuenta que no es posible modificar la cantidad de agua que existe en el planeta, es deber de la gestión de las organizaciones no degradar aún más el agua que se encuentra disponible es por esto que no se puede olvidar los beneficios ambientales que la implementación de la propuesta puede traer para la cooperativa, entre estos benéficos es importante mencionar la reducción en el consumo de agua, la menor generación de agua residual y la disminución de la contaminación ambiental por la mejora continua de la eficiencia de los procesos. Lo anterior ayuda en el fortalecimiento de las relaciones con el entorno en el que se sitúa la empresa y una importante reducción en gastos de producción que contribuye en alguna medida al crecimiento en este caso de la cooperativa Colanta en el área de producción aumentando su eficiencia en producción y por tanto su rentabilidad.

4. METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

4.1. PLAN DE TRABAJO PASANTE GESTIÓN AMBIENTAL COLANTA PLANTA PROCESADORA DE LECHE UHT Y PASTEURIZADA FUNZA – CUNDINAMARCA.

A continuación se presenta el plan de trabajo que se desarrolló durante seis (6) meses, comprendidos desde junio del año 2012 hasta diciembre del año 2012, como pasante del área Gestión ambiental en la Planta Procesadora De Leche UHT y Pasteurizada- Funza, Cundinamarca. El objetivo principal de la pasantía consistía en dar continuidad al desarrollo del Plan Ambiental de la Cooperativa Colanta en la Planta Procesadora De Leche UHT y Pasteurizada- Funza, reduciendo los impactos ambientales y por tanto promoviendo la calidad ambiental en el desempeño de las actividades de la empresa. El Plan Ambiental de la cooperativa está integrado por los siguientes programas: Comunicación Ambiental - Reducción de aspectos e impactos ambientales (Agua, Energía, y Residuos) - Educación y capacitación ambiental.

Tabla 7. Plan de trabajo pasante 2012-2

Plan de trabajo pasante 2012-2					
Programa	Objetivo	Actividades	Indicador	Medios de verificación	Carácter
Comunicación	Cumplir con la programación establecida de Radio Mas y Notiambiente	Radio Más: 10 de oct 2012 "Día internacional para la reducción de los desastres naturales" Noti Ambiente: 01 de oct 2012 "Día del mar y la riqueza pesquera"	$\frac{\# \text{ Art. Realizados}}{\# \text{ Art. Programados}} * 100$	Publicación de artículos en Notiambiente, y Cartelera ambiental	Fijo
Reducción de aspectos ambientales (servicios públicos)	Realizar seguimiento al consumo de agua, energía y generación de residuos en la planta de leche UHT – Funza	Realizar informe semanal de consumo de servicios para la planta de leche UHT - Funza	$\frac{\# \text{ Inf. realizados}}{\# \text{ Inf. programados}} * 100$	Presentación de informe semanal	Fijo
		Realizar informe mensual para la planta de leche UHT – Funza	$\frac{\# \text{ Inf. realizados}}{\# \text{ Inf. programados}} * 100$	Presentación de informe mensual planta de leche UHT - Funza	
		Realizar informe semanal para Medellín, sobre recibo de leche y consumos de agua	$\frac{\# \text{ Inf. realizados}}{\# \text{ Inf. programados}} * 100$	Presentación de informe semanal a Medellín	

Fuente. (Gestión Ambiental Colanta Planta Funza, 2012)

4.2. METODOLOGÍA PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

Con el fin de dar cumplimiento al objetivo planteado en este proyecto dentro de la metodología se empleó un método analítico que permitió analizar cada una de las etapas que hacen parte del proceso de pasteurización y ultra-pasteurización en la planta de leche larga vida U.T.H de Colanta, este análisis individual de las partes y elementos de las diferentes etapas de los procesos mencionados permitió plantear una solución para la reducción del consumo de agua y por tanto la optimización de estos procesos. Esta etapa metodológica se dividió en 5 fases de aplicación:

4.2.1. Fase 1. Reconocimiento y análisis del funcionamiento general de la planta y del área de gestión ambiental

Actividades:

4.2.1.1 Inducción sobre el funcionamiento del Área de Gestión Ambiental

4.2.1.2 Inducción sobre el funcionamiento general de la planta.

Es de gran importancia para el desarrollo del proyecto el conocimiento general de la planta y un conocimiento más específico del área de gestión ambiental ya que esto permitió identificar las herramientas con las que se cuenta.

4.2.1.3 Reconocimiento y análisis de los procesos, equipos y maquinaria utilizada en el proceso de productivo de la planta.

En esta etapa del proyecto se realizó la revisión inicial de información acerca de estos dos procesos para posteriormente reconocer el proceso en la planta de leche larga vida U.H.T Con el reconocimiento de equipos y maquinaria se logró tener claro las etapas de proceso productivo para una análisis completo de la gestión del recurso hídrico.

4.2.2. Fase 2. Recolección de datos consumo de agua por área

Actividades:

4.2.2.1 Recolección de datos del volumen de agua utilizado dentro de cada una de las etapas del proceso de pasteurización y ultra-pasteurización. Con los datos que se obtuvieron del volumen de agua en esta fase se procedió a analizar los consumos teóricos dentro del proceso.

4.2.3. Fase 3. Identificación de puntos de mayor consumo de agua, planteamiento de una solución óptima para la reducción de estos consumos.

Actividades:

4.2.3.1 Revisión de datos recogidos y priorización de puntos de alto consumo de agua: En esta etapa se le dio mayor relevancia a los puntos de mayor consumo para su posterior análisis de identificación de oportunidades de mejora.

4.2.3.2 Planteamiento de una solución óptima para la reducción del consumo de agua. Se evaluaron oportunidades y herramientas que permitan minimizar el consumo de agua y al mismo tiempo optimizar el proceso.

4.2.4. Fase 4. Análisis y estructuración de la propuesta.

Actividades:

4.2.4.1 Se dio comienzo al desarrollo de una etapa de experimentación en la cual se lograron obtener resultados significativos. En el desarrollo de esta fase se llevaron a cabo muestreos y su correspondiente análisis.

4.2.5. Fase 5. Presentación y análisis de resultados.

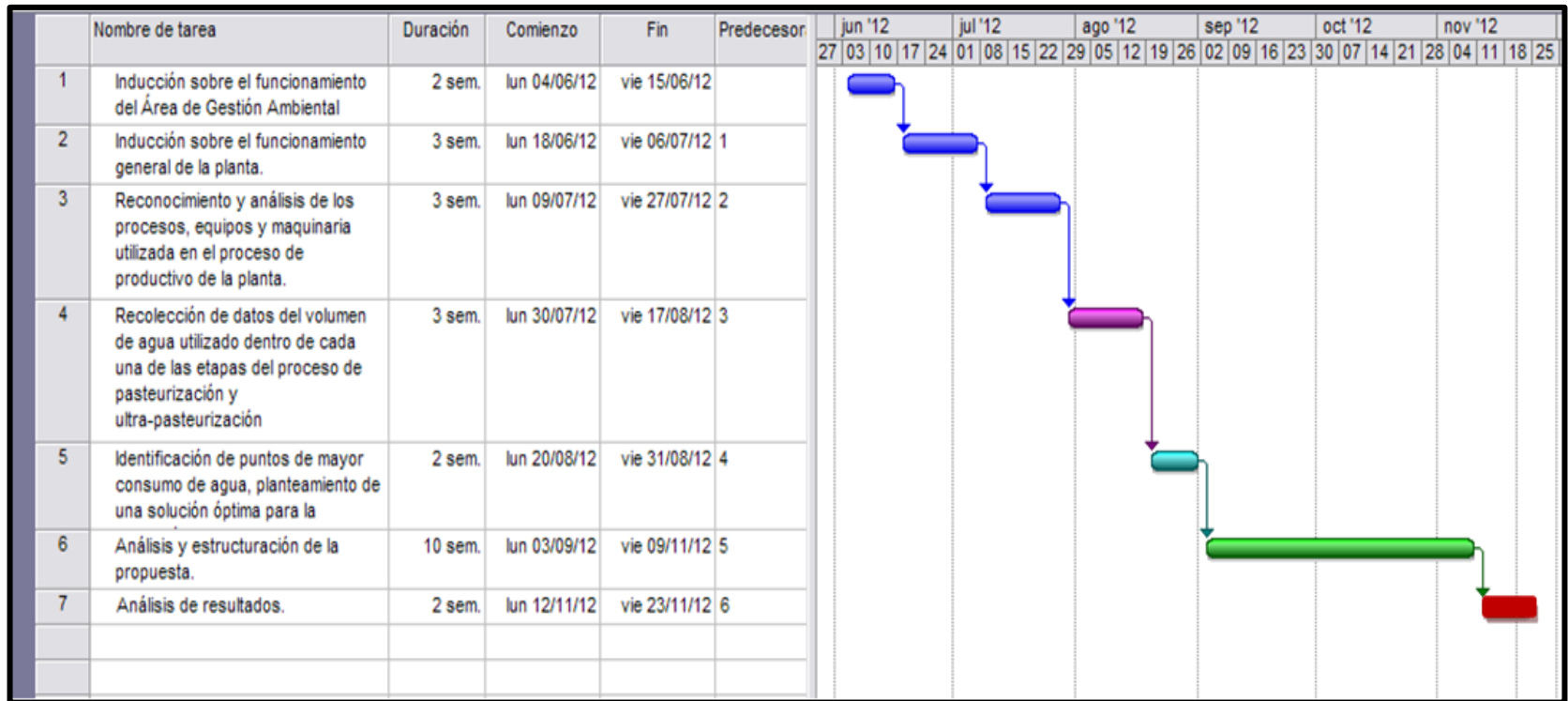
Actividades:

4.2.5.1 Descripción de resultados: Se elaboró una descripción de los resultados obtenidos donde se especificara el proceso por el cual se obtuvieron estos resultados

4.2.5.2 Resumen resultados obtenidos: Teniendo en cuenta que los resultados que se esperan de este proyecto están dados por los litros de agua que se puedan reducir se presentan los resultados de una forma resumida con el fin evidenciarlos de manera fácil estas cantidades.

4.2.5.3 Resumen beneficios económicos: Al igual que con las cantidades de agua que se lograron reducir el beneficio económico se especificó para su fácil identificación, de igual manera estos beneficios se dan a conocer a corto y mediano plazo.

4.3. CRONOGRAMA (PERIODOS DE EJECUCIÓN)



Fase 1 Fase 2 Fase 3 Fase 4 Fase 5

Fuente. (Ramírez, 2012)

5. DESARROLLO DE LA PASANTIA

5.1. Desarrollo del plan de trabajo pasante gestión ambiental Colanta planta procesadora de leche UHT y pasteurizada Funza – Cundinamarca.

Tabla 8. Desarrollo plan de trabajo pasante 2012-2

Plan de trabajo pasante 2012-2					
Programa	Objetivo	Actividades	Indicador	Medios de verificación	Carácter
Comunicación	Cumplir con la programación establecida de Radio Mas y Notiambiente	Radio Más: 10 de oct 2012 “Día internacional para la reducción de los desastres naturales”	$\frac{\# \text{ Art. Realizados}}{\# \text{ Art. Programados}} * 100$	Publicación de artículos en Notiambiente, y Cartelera ambiental	Fijo
		Noti Ambiente: 01 de oct 2012 “Día del mar y la riqueza pesquera”	$\frac{2}{2} * 100 = 100$		
Reducción de aspectos ambientales (servicios públicos)	Realizar seguimiento al consumo de agua, energía y generación de residuos en la planta de leche UHT – Funza	Realizar informe semanal de consumo de servicios para la planta de leche UHT - Funza	$\frac{\# \text{ Inf. realizados}}{\# \text{ Inf. programados}} * 100$ $\frac{18}{18} * 100 = 100$	Presentación de informe semanal	Fijo
		Realizar informe mensual para la planta de leche UHT – Funza	$\frac{\# \text{ Inf. realizados}}{\# \text{ Inf. programados}} * 100$ $\frac{4}{4} * 100 = 100$	Presentación de informe mensual planta de leche UHT – Funza	
		Realizar informe semanal para Medellín, sobre recibo de leche y consumos de agua	$\frac{\# \text{ Inf. realizados}}{\# \text{ Inf. programados}} * 100$ $\frac{18}{18} * 100 = 100$	Presentación de informe semanal a Medellín	

Fuente. (Gestión Ambiental Colanta Planta Funza, 2012)

Siguiendo el plan de trabajo planteado para la función de pasante del área de Gestión Ambiental, se cumplió en su totalidad con el objetivo principal de la práctica que es dar continuidad al desarrollo del Plan Ambiental de la planta, efectuando lo proyectado en el programa de comunicación ambiental, reduciendo los impactos ambientales, colaborando de un forma indirecta con la educación y capacitación ambiental y por tanto promoviendo la calidad ambiental en el desempeño de las actividades de la planta.

5.2. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.

5.2.1. Desarrollo Fase 1: Reconocimiento general de la planta y análisis de las diferentes etapas y equipos de los procesos productivos.

Actividades realizadas

5.2.1.1 Funcionamiento Área de Gestión Ambiental

La primera actividad realizada durante la pasantía fue el reconocimiento del funcionamiento del área de Gestión Ambiental dentro de la planta.

Misión Gestión Ambiental “Somos profesionales, estudiantes y empleados del área ambiental que servimos a la Cooperativa Colanta mediante la eliminación, minimización y control de impactos ambientales negativos desde su origen, el desarrollo de sistemas de gestión ambiental y la aplicación de los principios de la producción limpia.

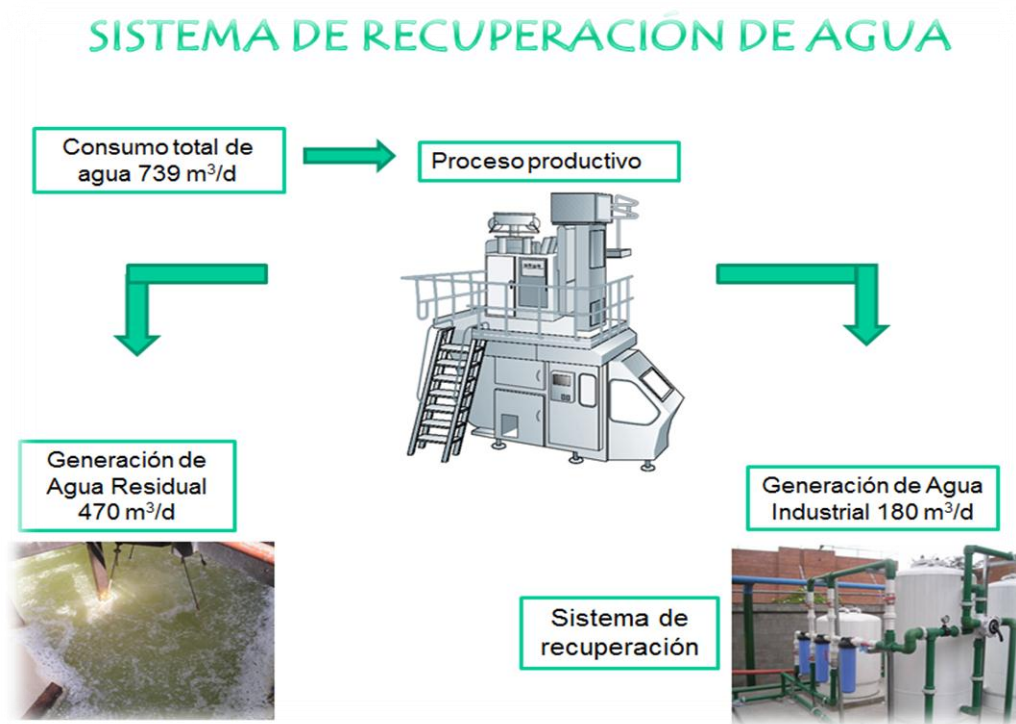
Trabajamos con otras áreas para posicionar la variable ambiental dentro de la organización y lograr un equilibrio entre las actividades productivas y el medio ambiente.”

- **Aspectos sobresalientes Área Gestión Ambiental**

Sistema de recuperación

Frente al recurso agua en la planta existe un sistema de recuperación de agua que consiste en pocas palabras en el tratamiento y reutilización del agua que ya ha sido usada en algunos procesos de la planta, el agua que se puede recuperar presenta características que permiten un tratamiento sencillo y su reutilización en otros usos como en el lavado de pisos, lavados en la zona de devoluciones, lavados en la planta de tratamiento de agua residual y alimentación de las calderas (Cáceres, 2012). A continuación en la figura 3 se observa de manera clara y simplificada las etapas del sistema de recuperación.

Figura 3. Esquema sistema de recuperación.



Fuente. (Cáceres, 2012)

El sistema de recuperación tiene las siguientes etapas:

- Trampa-grasa: El agua que es utilizada en el proceso productivo pero que no tiene contacto con leche es conducida a una trampa-grasa, donde se retira parte de los sólidos y grasas.
- Sensor de turbiedad: De allí se bombea y pasa por un sensor de turbiedad, el cual le da señal a una válvula y es aquí donde se determina si el agua puede pasar al sistema de tratamiento de recuperación o se dispone en la PTAR.
- Tanque de aireación: El agua que cumple con los parámetros establecidos de turbiedad pasa a un tanque de aireación con difusores de aire que oxigenan el agua y le reducen temperatura.
- Sistema de filtración: El agua es bombeada a un sistema de filtración compuesto por dos filtros de multi-etapa los cuales tienen como medio filtrante grava y antracita, y dos filtros de carbón activado, estos filtros trabajan en paralelo. Posterior a esto el agua pasa a una sola línea, la cual la conduce por cuatro microfiltros encordados y de esta manera termina el tratamiento.
- Contador de flujo: El agua pasa por un contador donde se lleva un control del flujo del agua tratada, que generalmente es de 100 m³/día.
- Tanque pulmón: El agua es almacena en un tanque de 20.000 litros y distribuida a los diferentes puntos de consumo. (Cáceres, 2012).

- **Sistema de tratamiento de aguas residuales.** La planta procesadora de leche UHT y pasteurizada cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, estas aguas son generadas en los procesos productivos de recibo de leche, pasteurización, UHT, devoluciones y lavado de equipos:

Procesos:

- Generación de aguas residuales: En la planta principalmente se generan vertimientos orgánicos provenientes de los restos de productos lácteos y en menor proporción, vertimientos inorgánicos generados por los procesos de limpieza y desinfección.
- Pre-tratamiento: Tamiz y trampa de grasas: El efluente pasa por un tamiz que funciona como un filtro que retiene las partículas sólidas contaminantes de mayor tamaño, luego de esto el efluente pasa por una trampa de grasas que por decantación permite la separación de la grasa presente en el agua, la grasa que es removida en esta etapa es conducida al pozo de lodos.
- Tratamiento primario.
Acidificación- Homogenización: Durante la etapa de acidificación se ajustan las condiciones de pH necesarias para que el coagulante y el floculante cumplan adecuadamente su función.
Coagulación y floculación: En la etapa de coagulación y en presencia de cloruro férrico el agua entra en contacto con un polímero aniónico que desestabiliza las partículas contaminantes que permiten la formación de flóculos.
Flotación: Durante el desarrollo de esta etapa se forman burbujas de aire por presurización. Al ascender dichas burbujas arrastran los flóculos a la superficie, donde un dispositivo barredor retiene la fase sólida, estos sólidos son conducidos al pozo de lodos.
Desgasificación: El proceso de desgasificación tiene lugar en un tanque provisto de un sistema de agitación cuya función es remover la mayor cantidad de oxígeno disuelto incorporado durante el proceso de flotación. Esto se realiza con el fin de proporcionar las condiciones adecuadas para el metabolismo microbiano anaerobio.
- Tratamiento biológico Esta etapa también es conocida como metanización y se lleva a cabo en un reactor biológico anaerobio de flujo ascendente (UASB) donde al agua proveniente del proceso de desgasificación entra en contacto con un lodo granular provisto de tipos de bacterias que metabolizan la materia orgánica presente en ella.
- Deshidratación del lodo: Los sólidos que salen durante el proceso deben someterse a un proceso de deshidratación en el que se emplea un polímero catiónico cuya eficiencia se reduce considerablemente cuando ha producción de avena y crema de leche por su alta viscosidad y niveles de grasa.
- Efluente: El afluente sale con las siguientes características: DBO₅ 2228 mg/l - Porcentaje de remoción 90% - Sólidos suspendidos totales: 2340 mg/l.

- **Manejo de residuos sólidos.** En la planta procesadora de leche UHT y pasteuriza Funza existe un Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos PMIRS, el cual comprende todas las actividades que se deben realizar para un correcto manejo de los residuos sólidos desde la generación hasta su comercialización y disposición final.

5.2.1.2 Funcionamiento general de la planta. Con el fin de entender en su totalidad el proceso que se lleva a cabo en la planta procesadora de leche UHT y pasteurizada Funza, se realizó el recorrido desde las fincas productoras hasta la planta procesadora.

- **Ordeño.** En primer lugar se realizó una visita a cuatro fincas productoras de leche, estas fincas se encuentran ubicadas en el municipio de Sesquilé Cundinamarca, allí se observó que a partir de las 4 de la mañana, los productores de COLANTA comienzan con el proceso de ordeño. Hay dos métodos: Ordeño manual y ordeño mecánico. El manual se realiza en potrero o en un establo bajo techo para evitar la contaminación. El ordeño mecánico se realiza en una sala en donde se encuentran máquinas especializadas llamadas ordeñadoras mecánicas.
- **Refrigeración.** Después del proceso de ordeño, la leche se pasa a través de un filtro desechable al tanque de enfriamiento, el cual es un tanque en acero inoxidable que enfría la leche a una temperatura de 4°C y la conserva para evitar la multiplicación de bacterias.
- **Transporte en carrotanque isotérmico.** Antes de cargar la leche en el carrotanque la persona encargada de la recolección y transporte del producto debe realizar unas pruebas sencillas para verificar la calidad de la leche, estas pruebas consisten en revisar la estabilidad de las proteínas, la acidez, el color y el sabor. Posteriormente la leche es succionada por un sistema que tiene el carrotanque, estos vehículos son llamados isotérmicos ya que durante el transporte de la leche la mantiene refrigerada.
- **Recibo de leche.** En la planta de recibo, la leche es depositada en 7 silos de almacenamiento, los cuales son tanques en acero inoxidable isotérmicos con capacidad para 100.000 a 150.000 litros, éstos conservan la leche a una temperatura entre 4°C y 6°C.
- **Análisis de laboratorio.** En cada paso del proceso desde el recibo hasta el despacho, la leche es evaluada en equipos especializados como el Fossomatic, Milko Scan, el Milko Tester, el Crioscopio y el Bacto Meter, para verificar y garantizar las características de calidad.
- **Adición de vitaminas.** Durante el proceso de pasteurización, Colanta adiciona a la leche vitaminas para aumentar su valor nutricional.

- **Estandarización.** Es un proceso en el que se igualan los componentes de la leche y permite garantizar la misma cantidad de grasa, proteínas y demás componentes como minerales, vitaminas y el azúcar natural de la leche (lactosa). Según su contenido de grasa, la leche se clasifica en: - Leche entera: mínimo 3% de grasa - Leche semidescremada: de 1.5% a 2% de grasa - Leche descremada: Contiene máximo 0.5% de grasa.
- **Homogenización.** La leche es sometida a alta presión para romper los glóbulos de grasa hasta volverlos diminutos para garantizar la distribución homogénea de las partículas de grasa y mejorar la digestibilidad.
- **Pasteurización.** Es el principal proceso que tiene como objetivo eliminar las bacterias patógenas, es decir, aquellas que producen enfermedad. Se realiza a través de un tratamiento con calor en el que se expone la leche a una temperatura de 74°C durante 15 segundos y se enfría a una temperatura de 4 °C de forma rápida.
- **Ultra Alta temperatura UAT (UHT).** Proceso con temperaturas más altas que la pasteurización tradicional. En este proceso se lleva la leche a una temperatura por encima de los 135 °C por un tiempo de 2 a 4 segundos, destruyendo así a todos los patógenos y gérmenes presentes en la leche. Luego de este proceso se enfría inmediatamente a temperatura ambiente. En la planta procesadora de leche UHT y pasteurizada existen tres equipos ultrapasteurizadores dos de ellos son conocidos como ultrapasteurizadores indirectos (contraflujo) de nombre Tetra Therm Aseptic Flex I y II, y un equipo ultrapasteurizador directo Tetra Therm Aseptic VTIS.
- **Empaque.** La leche se empaca en recipientes estériles con barrera a la luz y al oxígeno, cerrados herméticamente, de tal manera que se aseguren un producto estéril sin alterar de manera esencial ni su valor nutritivo ni sus características fisicoquímicas u organolépticas. Luego se envían a la cava, donde son conservadas a 4°C antes de ser distribuidas en los puntos de venta.
- **Despacho y distribución.** La leche es transportada en carros provistos de aislamiento térmico a las tiendas, supermercados y puntos de venta Colanta.

5.2.1.3 Reconocimiento y análisis de los procesos, equipos y maquinaria utilizada en el proceso de productivo de la planta. En esta etapa del proyecto se realizó un recorrido por la planta teniendo como prioridad el área de producción (salón de máquinas) con el objetivo de identificar los diferentes equipos que intervienen en el proceso productivo, a partir de este recorrido se logró identificar los siguientes equipos.

- **Área 020. Silos de almacenamiento.** La planta procesadora de leche UHT y pasteurizada Funza cuenta con 7 tanques en acero inoxidable isoterms, estos conservan la leche a una temperatura entre 4°C y 6°C.

- Silo 1: Tiene una capacidad de 100.000 litros, almacena leche cruda
- Silo 2: Tiene una capacidad de 150.000 litros, almacena leche cruda y termizada.
- Silo 3: Tiene una capacidad de 150.000 litros, almacena leche cruda y termizada.
- Silo 4: Tiene una capacidad de 40.000 litros, almacena leche termizada.
- Silo 5: Tiene una capacidad de 20.000 litros, almacena leche termizada.
- Silo 6: Tiene una capacidad de 40.000 litros, almacena leche termizada.
- Silo 7: Tiene una capacidad de 10.000 litros, almacena leche termizada y pasteurizada.

- **Área 030. Ultrapasteurizador directo Tetra Therm Aseptic VTIS.** Equipo ultrapasteurizador directo, se le llama directo ya que el vapor actúa directamente sobre el producto y cuenta con una cámara de vacío para retirar el agua que haya podido quedar en el producto durante el contacto con el vapor. Este equipo tiene una capacidad de producir 7.500 a 16.000 L/h (Tetra Pak, 2012). En la figura 4 se puede observar estructura general del equipo y en la figura 5 por medio de un diagrama de flujo se describe específicamente el proceso que se realiza en este equipo.

Figura 4. Ultrapasteurizador directo Tetra Therm Aseptic VTIS.



Fuente. (Tetra Pak, 2012)

- 1. Suministro de producto:** Por la válvula V13 entra el producto y es aquí donde inicia el proceso de ultrapasteurización.
- 2. Visualizador de producto de nivel:** Al rellenar la tubería de suministro de productos con producto (leche), el agua dentro de la tubería se purga a fin de drenar o rechazar por medio de la válvula V15. La válvula se cierra cuando el producto aparece en el indicador de nivel.
- 3. Tanque pulmón de producto:** Este tanque incluye un regulador de nivel que indica cuando el producto está al 60 % del nivel lo que garantiza el llenado completo del equipo para su funcionamiento continuo, este regulador también tiene la función de mantener el nivel constante por arriba de la entrada de la bomba del producto y así amortiguar fluctuaciones del flujo después de la bomba y eliminar burbujas de aire en el producto entrante.
- 4. Bomba de producto M2:** El producto es impulsado por la bomba M2, esta proporciona un flujo constante para ajustarse al flujo del homogeneizador.
- 5. Precalentador:** El producto normalmente se precalienta a 80° C por medio de agua caliente en el circuito de agua.
- 6. Homogeneizador aséptico, M6:** Después de pasar por el precalentador el producto llega al homogeneizador este rompe los glóbulos de grasa en el producto a una presión de 200 bar.
- 7. Inyector de vapor:** El producto se calienta hasta la temperatura de esterilización por medio de vapor inyectado directamente.
- 8. Tubo de retén:** El producto pasa por unos tubos de retención en el que el producto permanece durante 4 segundos a 140 °C. El producto pasa por un tramo de tubería antes de enfriarse. El volumen de la tubería se coordina a fin de mantener la temperatura de esterilización durante normalmente 3 segundos antes de enfriar.
- 9. Cámara de vacío:** El producto hierve al vacío. Se evapora la misma cantidad de agua que se inyectó en el inyector de vapor. En esta etapa del proceso se asegura que el agua que haya podido quedar en el producto después del inyector de vapor sea eliminada del producto por medio de una cámara de vacío con el fin de garantizar la calidad del producto, este volumen de agua no es recuperada por el contrario va directamente al drenaje, ya que según los ingenieros a cargo esta cantidad de agua no es significativa.
- 10. Refrigerador:** El producto se enfría regenerativamente después del homogeneizador hasta alcanzar la temperatura de llenado.

11. Válvula de control de presión, V74: Contrapresión durante la esterilización de la planta (3 bares). Contrapresión durante la producción (1 bar)

12. Envasado/almacenamiento, V71: se utiliza para llenado directo a las máquinas de envasado.

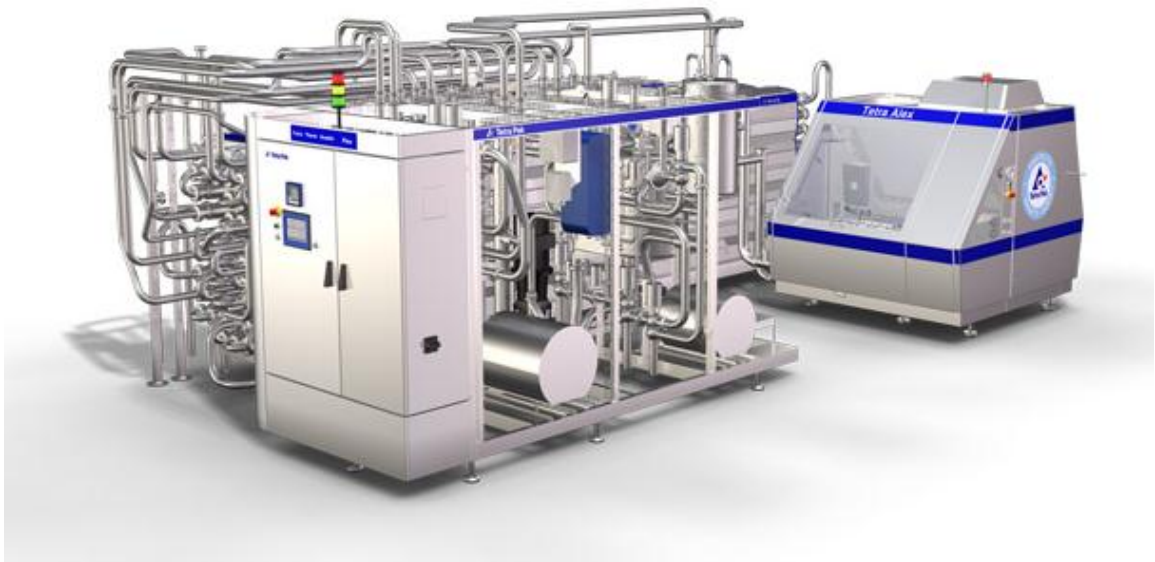
13. Panel de control: La planta UHT está totalmente controlada por el panel de control.

(Tetra Pak, 2005)

- **Área 035. Ultrapasteurizador indirecto Tetra Therm Aseptic FLEX I.** Equipo ultrapasteurizador indirecto, se le llama indirecto porque tiene un intercambiador de calor tubular en el que el producto no tiene contacto directo con el vapor, es decir por un circuito va el producto y por el otro va agua caliente.

Las líneas de producción que se procesan en este esterilizador con capacidad de producción de 4400 L/h son Avena Comercial, Crema de Leche *UHT*, Frescolantas y Leche Entera *UHT* (Tetra Pak, 2012). Para tener una idea un poco más clara del equipo mencionado en la figura 6 se observa la estructura general y en la figura 7 aparece una descripción más detallada del proceso que realiza el equipo.

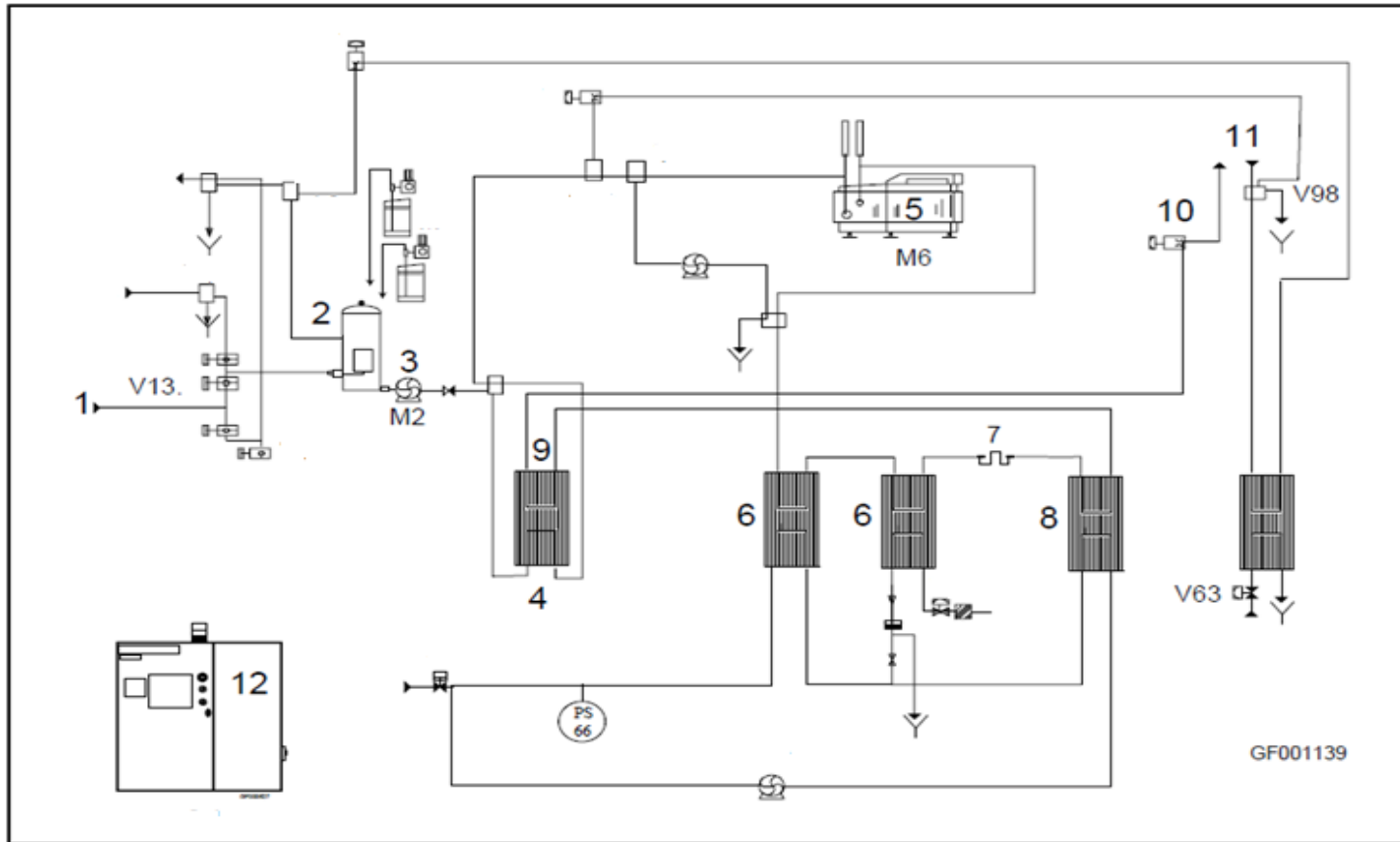
Figura 6. Ultrapasteurizador indirecto Tetra Therm Aseptic FLEX



Fuente. (Tetra Pak, 2012)

Descripción del proceso que ocurre en el equipo ultrapasteurizador indirecto FLEX I

Figura 7. Diagrama de flujo Tetra Therm Aseptic FLEX.



Fuente. (Tetra Pak, 2005)

- 1.** Suministro de producto: Por la válvula V13 entra el producto y es aquí donde inicia el proceso de ultrapasteurización.
- 2.** Depósito de balance de producto: Este depósito de balance funciona de la misma manera que el taque de balance del equipo Tetra Therm Aseptic VTIS. Ver
- 3.** Tanque pulmón de producto.
- 3.** Bomba de producto, M2: Esta bomba impulsa el producto y permite un flujo continuo.
- 4.** Precalentador –regenerativo de producto: El producto pasa por un intercambiador de calor tubular, el cual tiene dos circuitos; por uno circula agua caliente que normalmente está a 80° C, y por el otro circula el producto que viene a temperatura ambiente.
- 5.** Homogenizador, M6: Para descomponer los glóbulos de grasa del producto.
- 6.** Calentador: El producto se calienta a la temperatura de 140°C temperatura de esterilización.
- 7.** Tubo de mantenimiento: El producto pasa por el tubo de mantenimiento antes de enfriarse. La longitud del tubo se acomoda con el fin de mantener la temperatura en la temperatura de esterilización durante 4 segundos antes del enfriamiento.
- 8.** Enfriador: El producto se enfría después del tubo de mantenimiento antes del regenerativo.
- 9.** Enfriador – regenerativo: El producto tratado se enfría a la temperatura de llenado mediante el producto no tratado.
- 10.** Válvula de control de presión, V78: Contrapresión en el tubo de mantenimiento durante producción (mínimo 4 bar).
- 11.** Embalaje/almacenamiento: Se utiliza para llenado directo a las máquinas de envasado.
- 12.** Panel de control: La planta UHT está totalmente controlada por el panel de control.
(Tetra Pak, 2005)

En este proceso de ultrapasteurización indirecta es importante mencionar que el agua utilizada para calentamiento en el intercambiador de calor no se recircula en el mismo proceso, esta agua es enviada al sistema de recuperación de agua donde sigue el proceso mencionada en la sección 5.2.1.1 Funcionamiento Área de Gestión Ambiental subtítulo Sistema de recuperación, después de pasar por el sistema de recuperación esta agua es utilizada en otros usos como en el lavado de pisos, lavados en la zona de devoluciones, lavados en la planta de tratamiento de agua residual y alimentación de las calderas.

- **Área 040: Tetra Therm Lacta Pasteurizador de leche**

Este equipo permite elevar la temperatura del producto hasta $74^{\circ}\text{C} \pm 2$ para luego mediante enfriamiento rápido garantizar la eliminación de microorganismos mesófilos y termófilos presentes en la leche. Este equipo tiene una capacidad de 30.000 l/h (Tetra Pak, 2012). En la figura 8 se muestra la estructura general del equipo.

Figura 8. Pasteurizador Tetra Therm Lacta.



Fuente. (Tetra Pak, 2012)

Descripción del proceso que ocurre en el equipo Pasteurizador

1. Tanque de balance: Este depósito de balance funciona de la misma manera que el tanque de balance del equipo Tetra Therm Aseptic VTIS. Ver 3. Tanque pulmón de producto.
3. Bomba de producto, M2: Esta bomba impulsa el producto y permite un flujo continuo.
4. Precalentador: El producto pasa por un intercambiador de calor tubular, donde eleva la temperatura del producto a 45 °C.
5. Centrifuga: Este equipo separa la crema y algunos sólidos de los elementos del producto.
6. Alfast: El alfast es el equipo que le proporciona al producto el porcentaje de grasa que se requiere cada línea de producto (leche entera 3 % de grasa, leche semidescremada 2 % de grasa y leche descremada máximo 0.5% de grasa)
7. Homogenizador: Este equipo descompone los glóbulos de grasa del producto con ayuda de un estabilizante.
8. Calentador: En esta etapa se eleva la temperatura del producto a 70°C si se requiere termizar o a 75°C si se requiere pasteurizar.
9. Intercambiador de placas: El producto se lleva a una temperatura de 3°C a 5°C
10. Embalaje/almacenamiento: El producto se conduce a un tanque de almacenamiento o directamente a una envasadora. (Rocha, 2012)

- **Área 045. Tetra Therm Lacta Pasteurizador de crema**

Este equipo funciona de la misma manera que el pasteurizador de leche Tetra Therm Lacta, pero eleva la temperatura de la crema a 90 °C $\pm$ 2 con una retención de 30 segundos. Tiene una capacidad de 3.000 l/h.

- **Área 050. Envasado Aséptico**

En esta área se encuentran ubicadas 9 envasadoras, 4 de ellas son conocidas como "Tetra" estas envasan en cajas estériles con barrera a la luz y al oxígeno, tienen una boquilla, es un proceso estandarizado y automatizado en su totalidad.

Las otras 5 envasadoras son conocidas como “Flexibles” estas envasan en bolsa de estériles con barrera a la luz y al oxígeno.

Envasadoras “Tetra”:

- ✓ TBA 22-2 : Capacidad 4.000 l/h
- ✓ TBA 22-3: Capacidad 4.000 l/h
- ✓ TBA A3: Capacidad 7.000 l/h
- ✓ TBA 21 Slim: Capacidad 1.200 l/h

Envasadoras “Flexibles”

- ✓ Elexter: Capacidad 9.000 l/h
- ✓ Buanlir 1: Capacidad 6.000 l/h
- ✓ Buanlir 2: Capacidad 6.000 l/h
- ✓ Buanlir 3: Capacidad 9.000 l/h
- ✓ AS6: Capacidad 6.000 l/h

- **Área 055. Ultrapasteurizador indirecto Tetra Therm Aseptic FLEX II**

Este equipo tiene los mismos elementos y funciona de la misma manera que el Ultrapasteurizador indirecto Tetra Therm Aseptic FLEX I, la diferencia de este equipo es que tiene una capacidad más amplia de 16.000 L/h. Ver Descripción del proceso que ocurre en el equipo ultrapasteurizador indirecto FLEX I. (Tetra Pak, 2012)

- **Área 060. Silos de mezclas**

Esta área tiene 4 silos de mezclas en donde se almacena crema de leche y leche saborizada (fresa - chocolate – banano- vainilla – arequipe – guanábana), estos silos al igual que los silos de almacenamiento del área 020 son tanques en acero inoxidable isoterms y conservan el producto a una temperatura entre 4°C y 6°C.

- ✓ Silo 1: Tiene una capacidad de 10.000 litros, almacena leche saborizada.
- ✓ Silo 2: Tiene una capacidad de 10.000 litros, almacena leche saborizada.
- ✓ Silo 3: Tiene una capacidad de 10.000 litros, almacena crema de leche procesada.
- ✓ Silo 4: Tiene una capacidad de 10.000 litros, almacena crema de leche cruda.

- **Área 070. Liquid- box / Envasadora IS6**

La liquid-box es un equipo que envasa de crema de leche y tiene una capacidad de 3.000 l/h.

La envasadora IS6 empaca el producto en bolsas de polietileno que la protegen de la luz y la contaminación. El polietileno pasa por rayos ultravioleta para esterilizarlo antes del envasado, luego se sellan con calor.

- **Área 080. Tetra Alsafe LA Mk II (Tanques Asépticos I y II)**

Este equipo funciona como almacenamiento intermedio de producto bajo condiciones asépticas para compensar las diferencias entre equipos “preconectados” y “postconectados” (ejemplo: equipo posconectado: maquinas envasadoras; equipos preconectado: ultrapasteurizador).

- Tanque Aséptico I tiene una capacidad de 30.000 litros
- Tanque Aséptico II tiene una capacidad de 20.000 litros

- **Área 140. Tetra Alcip 100. Módulos de CIP**

En esta área de la planta se ubicados cuatro equipos Tetra Alcip 100, estos son módulos automáticos de limpieza. Estos módulos están diseñados para la limpieza de máquinas llenadoras y equipos de proceso, como tuberías, tanques, tanques asépticos, intercambiadores de calor, etc. requiriendo una o dos soluciones de limpieza para la limpieza, dentro de la planta estos son conocidos como módulos de CIP y corresponden a la siguiente numeración módulo N° 141- modulo N° 142 - modulo N°143 – modulo N°144. Fuente. (Tetra Pak, 2010)

La sigla CIP corresponde al concepto de “Cleaning In Place”, el cual se refiere a un sistema de limpieza en donde el agua y las soluciones de limpieza circulan a través de los objetos sin desensamblarlos. El control de la CIP se realiza mediante un sistema de control de procesos. Una vez que ha comenzado el programa, la secuencia de limpieza se ejecuta automáticamente en función de los intervalos, temperaturas, caudales, recorrido de los líquidos, etc.

Los objetos de limpieza activa (ACO) controlan su propia CIP. Tetra Alcip suministra y recoge la solución de limpieza y agua a petición desde ACO. El equipo Tetra Alcip 100 está diseñado para optimizar el uso de la energía, agua y liquido de limpieza. Ello se logra de la siguiente forma:

- La solución de limpieza circula a través de un depósito de circulación. Esta reducción del volumen circulante permite que la temperatura aumente de forma más rápida.
- Se hace circular el agua tibia de preenjuague, lo cual minimiza el consumo de este líquido.
- El caudal de líquido se ajusta según los diferentes circuitos de limpieza y al objeto CIP (parámetro).
- El llenado de agua del circuito de limpieza se ajusta de acuerdo con el caudal disponible de entrada de agua (parámetro). (Tetra Pak, 2010)

5.2.2. Desarrollo Fase 2: Recolección de datos consumo de agua por área

Actividades Realizadas

5.2.2.1 Recolección de datos del volumen de agua. En esta fase del proyecto se realizó una revisión de la información del consumo de agua de los equipos ubicados en el área de producción en el salón de máquinas, sin tener en cuenta el área 050 Envasado Aséptico donde se encuentran ubicadas las envasadoras, ya que estas envasadoras no tienen un sistema CIP automático por el contrario la etapa de limpieza de estos equipos lo realizan los operadores del área, es decir, tanto el consumo de agua como de soluciones de limpieza lo determina un procedimiento que deben seguir los operadores y no está controlado con un sistema con parámetros establecidos. Parte de esta información fue tomada de estudios anteriores y la faltante fue calculada teniendo en cuenta el flujo de agua en litros/segundo y el tiempo en segundos que tarda cada etapa del proceso. Para lo anterior se tomaron en cuenta cuatro etapas:

- Etapa de producción: En el caso de los equipos pasteurizadores y ultrapasteurizadores esta etapa corresponde al proceso térmico por el que pasa el producto, en el caso de las envasadoras esta etapa corresponde al proceso de envasado del producto.
- Etapa de agua estéril: Dentro de la planta esta etapa es conocida como el proceso en que el equipo se inunda con agua estéril (agua caliente), esto con el fin de no perder la asepsia, esta etapa entra en funcionamiento después de un lavado y justo antes de comenzar la etapa de producción, esta etapa de agua estéril también funciona cuando el equipo no tiene suficiente producto para seguir en producción y tampoco puede pasar a lavado.
- Etapa de CIP intermedio: Esta etapa corresponde al lavado, limpieza y desinfección de los equipos, es un CIP intermedio porque solo se utiliza soda caustica como agente de limpieza.

- Etapa de CIP total: Esta etapa corresponde lavado, limpieza y desinfección de los equipos, es un CIP total porque se utiliza soda caustica y ácido nítrico como agentes de limpieza.

En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos.

- **Área 020 silos de almacenamiento.**

Para la revisión del consumo de agua en los silos de almacenamiento solo se tomó en cuenta la etapa de CIP intermedio ya que en estos tanques por el producto que almacenan solo es necesario implementar un lavado intermedio, a excepción del silo N°7 el cual almacena leche pasteurizada y por tanto requiere de un lavado completo. En la etapa de producción no existe consumo de agua ya que estos tanques simplemente cumplen con la función de almacenar producto. Los valores en litros presentados en la tabla 9 fueron tomados de información suministrada por Colanta y verificada con el seguimiento hecho a los lavados CIP de estos tanques.

Tabla 9. Consumo de agua (litros) Área 020 Silos de almacenamiento.

Consumo de agua (litros) Área 020 Silos de almacenamiento				
Silo	Etapa			
	Producción	Agua estéril	CIP intermedio	CIP total
1	0	N.A	1235	N.A
2	0	N.A	1233	N.A
3	0	N.A	1234	N.A
4	0	N.A	1235	N.A
5	0	N.A	1236	N.A
6	0	N.A	1236	N.A
7	0	N.A	N.A	1451

Fuente. (Colanta Planta Procesadora de leche UHT y Pasteurizada Funza, 2011)

- **Área 030. Ultrapasteurizador directo Tetra Therm Aseptic VTIS.**

En la revisión del consumo de agua del equipo ultrapasteurizador directo VTIS se tomaron en cuenta cuatro etapas: La etapa de producción, agua estéril, CIP intermedio y CIP total. Los valores presen la tabla 10 del consumo de agua en etapa de producción y agua estéril fueron suministrados por Colanta y los valores de CIP intermedio y total fueron obtenidos en el seguimiento hecho a este equipo durante el desarrollo del proyecto.

Tabla 10. Ultrapasteurizador directo Tetra Therm Aseptic VTIS.

Consumo de agua (litros). Área 030. Ultrapasteurizador directo Tetra Therm Aseptic VTIS.			
Etapas			
Producción	Agua estéril	CIP intermedio	CIP Total
1120	3320	3560	7820

Fuente. (Colanta Planta Procesadora de leche UHT y Pasteurizada Funza, 2011)

- **Área 035. Ultrapasteurizador indirecto Tetra Therm Aseptic FLEX I**

Al igual que en la revisión del consumo de agua del equipo ultrapasteurizador directo VTIS para el ultrapasteurizador indirecto FLEX I se tomaron en cuenta las cuatro etapas antes mencionadas y los valores presentados en la tabla 11 del consumo de agua en cada etapa fueron obtenidos de la misma manera.

Tabla 11. Consumo de agua (litros). Área 035. Ultrapasteurizador indirecto Tetra Therm Aseptic FLEX I

Consumo de agua (litros). Área 035. Ultrapasteurizador indirecto Tetra Therm Aseptic FLEX I			
Etapas			
Producción	Agua estéril	CIP intermedio	CIP Total
1020	820	1782	2393

Fuente. (Colanta Planta Procesadora de leche UHT y Pasteurizada Funza, 2011)

- **Área 040: Tetra Therm Lacta Pasteurizador de leche**

Al igual que en la revisión del consumo de agua de los equipos ultrapasteurizadores VTIS y FLEX I para el pasteurizador de leche Tetra Therm Lacta también se tomaron en cuenta las cuatro etapas mencionadas anteriormente y los valores presentados en la tabla 12 del consumo de agua fueron adquiridos de la misma manera.

Tabla 12. Consumo de agua (litros). Área 040: Tetra Therm Lacta. Pasteurizador de leche.

Consumo de agua (litros). Área 040: Tetra Therm Lacta. Pasteurizador de leche			
Etapas			
Producción	Agua estéril	CIP intermedio	CIP Total
2200	1000	3850	4820

Fuente. (Colanta Planta Procesadora de leche UHT y Pasteurizada Funza, 2011).

- **Área 045. Tetra Therm Lacta Pasteurizador de crema**

Para la recolección de datos presentados en la tabla 13 del consumo de agua del pasteurizador de crema Tetra Therm Lacta se siguió el mismo procedimiento aplicado a los equipos ultrapasteurizadores y pasteurizadores antes mencionados.

Tabla 13. Consumo de agua (litros). Área 045. Tetra Therm Lacta Pasteurizador de crema.

Consumo de agua (litros). Área 045. Tetra Therm Lacta Pasteurizador de crema			
Etapas			
Producción	Agua estéril	CIP intermedio	CIP Total
880	400	1710	1980

Fuente. (Colanta Planta Procesadora de leche UHT y Pasteurizada Funza, 2011)

- **Área 055. Ultrapasteurizador indirecto Tetra Therm Aseptic FLEX II.**

La obtención de la información con respecto a los valores presentados en la tabla 14 del consumo de agua para el ultrapasteurizador indirecto FLEX II fue recolectada de la misma manera y teniendo en cuenta los mismos aspectos que para los ultrapasteurizadores VTIS y FLEX I antes descritos.

Tabla 14. Consumo de agua (litros). Área 035. Ultrapasteurizador indirecto Tetra Therm Aseptic FLEX II

Consumo de agua (litros). Área 035. Ultrapasteurizador indirecto Tetra Therm Aseptic FLEX II			
Etapas			
Producción	Agua estéril	CIP intermedio	CIP Total
2400	1100	9120	13090

Fuente. (Colanta Planta Procesadora de leche UHT y Pasteurizada Funza, 2011)

- **Área 060. Silos de mezclas.**

La información del consumo de agua en los silos de mezclas fue recolectada haciendo un seguimiento solamente a la etapa de CIP total, ya que para estos tanques la etapa de CIP intermedio no aplica porque estos almacenan leche saborizada y crema de leche y por tanto requieren de una limpieza más completa. Las etapas de producción y agua estéril tampoco fueron tomadas en cuenta porque en estas etapas no existe consumo de agua ya que estos tanques simplemente cumplen con la función de almacenar producto. Los valores obtenidos se observan de manera clara en la tabla 15.

Tabla 15. Consumo de agua (litros) Área 060 Silos de mezclas.

Consumo de agua (litros) Área 060 Silos de mezclas				
Silo	Etapa			
	Producción	Agua estéril	CIP intermedio	CIP total
1	0	N.A	N.A	1453
2	0	N.A	N.A	1454
3	0	N.A	N.A	1448
4	0	N.A	N.A	1446

Fuente. (Colanta Planta Procesadora de leche UHT y Pasteurizada Funza, 2011)

- **Área 070. Liquid- box / Envasadora IS6**

Para la obtención de información de consumo de agua de estos dos equipos de envasado se tomaron en cuenta las cuatro etapas antes mencionadas, en el caso de la etapa de producción que para estos equipos llenadores o envasadoras corresponde al agua empleada para disminuir y mantener temperatura de refrigeración ($4^{\circ}\text{C} \pm 2$) del producto después de salir del proceso de pasteurización. Estos datos y los correspondientes a la etapa de agua estéril fueron tomados de información suministrada por Colanta y en el caso de la etapa de CIP intermedio y total se realizó un seguimiento para así determinar estos valores. En las tablas 16 y 17 se observa diferencias entre los valores a pasar de que estos equipos cumplen una misma función, esta diferencia se da porque estos equipos tienen diferentes capacidades y envasan diferentes productos.

Tabla 16. Consumo de agua (litros). Área 070. Liquid- box.

Consumo de agua (litros). Área 070. Liquid- box			
Etapas			
Producción	Agua estéril	CIP intermedio	CIP Total
510	480	630	960

Fuente. (Colanta Planta Procesadora de leche UHT y Pasteurizada Funza, 2011)

Tabla 17. Consumo de agua (litros). Área 070. Envasadora IS6.

Consumo de agua (litros). Área 070. Envasadora IS6			
Etapas			
Producción	Agua estéril	CIP intermedio	CIP Total
610	780	1109	1324

Fuente. (Colanta Planta Procesadora de leche UHT y Pasteurizada Funza, 2011)

- **Área 080. Tetra Alsafé LA Mk II (Tanques Asépticos I y II)**

En el caso de los tanques asépticos I y II la información respecto al consumo de agua presentada en las tablas 18 y 19 fue suministrada por Colanta y revisada con el seguimiento que se realizó a la etapa CIP total, no se tomaron en cuenta las etapas de producción, agua estéril y CIP intermedio porque para el caso de estos tanques no aplica.

Tabla 18. Consumo de agua (litros). Área 080. Tetra Alsafe LA Mk II (Tanque Aséptico I)

Consumo de agua (litros). Área 080. Tetra Alsafe LA Mk II (Tanque Aséptico I)			
Etapas			
Producción	Agua estéril	CIP intermedio	CIP Total
0	7500	N.A	14600

Fuente. (Colanta Planta Procesadora de leche UHT y Pasteurizada Funza, 2011)

Tabla 19. Consumo de agua (litros). Área 080. Tetra Alsafe LA Mk II (Tanque Aséptico II)

Consumo de agua (litros). Área 080. Tetra Alsafe LA Mk II (Tanque Aséptico II)			
Etapas			
Producción	Agua estéril	CIP intermedio	CIP Total
0	7100	N.A	14000

Fuente. (Colanta Planta Procesadora de leche UHT y Pasteurizada Funza, 2011)

5.2.3. Desarrollo Fase 3: Identificación de puntos de mayor consumo de agua, planteamiento de una propuesta de solución óptima para la reducción de estos consumos.

Actividades realizadas:

5.2.3.1 Como se observa en los datos correspondientes a los consumos de agua de cada equipo, el mayor consumo se encuentra en la etapa de CIP total por esta razón se le dio mayor relevancia a estos puntos y se procedió a identificar oportunidades que permitan reducir el consumo de agua.

5.2.3.2 Con el fin de encontrar oportunidades y herramientas que permitan minimizar el consumo de agua y al mismo tiempo optimizar la etapa de CIP total de los equipos antes mencionados se realizó una revisión y análisis tanto documental como practica sobre el funcionamiento de la etapa de CIP total, en esta revisión se evidenciaron los siguientes aspectos:

Todos los productos alimenticios exigen un cuidado higiénico muy riguroso en el proceso de fabricación. Las materias primas como por ejemplo en el caso de Colanta leche, crema de leche y avena, están en contacto permanente con una serie de superficies, que son posibles focos de infección.

La esterilización puede reducir las consecuencias de dicha infección, pero no puede eliminarlas completamente. El equipo de limpieza y desinfección es, por consiguiente, un aspecto muy importante del proceso en una empresa de alimentos, la planta Colanta UHT Funza cuenta con cuatro equipos Tetra Alcip 100 conocidos como módulos de CIP anteriormente descritos en la fase 1.

Estos equipos Tetra Alcip 100 deben cumplir con los siguientes objetivos de limpieza:

- Limpieza Física: Elimina de la superficie toda suciedad visible.
- Limpieza Química: Elimina residuos microscópicos que se pueden detectar con el gusto, olfato o visibles a simple vista.
- Limpieza Bacteriológica: Elimina en un 98% los microorganismos.
- Limpieza para Esterilidad: Destrucción de todos los microorganismos.

Al continuar con el análisis de la etapa de CIP total es importante mencionar como ya se indicó anteriormente que la sigla CIP corresponde al concepto de “Cleaning In Place”, el cual se refiere a un sistema de limpieza en donde el agua y las soluciones de limpieza circulan a través de los objetos sin desensamblarlos.

Existen dos tipos de sistemas de CIP; los centralizados y los descentralizados, el primero es utilizado cuando las distancias entre los objetos de limpieza son relativamente cortas, y el segundo es utilizado cuando las distancias de CIP son largas, La mayoría de los equipos a los que se les realizó el seguimiento de la etapa de CIP total corresponden a un sistema descentralizado, solo los equipos ultrapasteurizadores VTIS, FLEX I y FLEXII corresponden a un sistema de CIP centralizado.

Para comprender un poco mejor la etapa de CIP total es importante conocer el procedimiento de limpieza:

1. Recuperación de los residuos de producto por medio de empujes:

- Minimiza perdidas de producto.
- Facilita la limpieza.
- Reduce la carga de contaminantes.

2. Preenjuague con agua para eliminar la suciedad libre.

- Se debe realizar inmediatamente después de un ciclo de producción.
- La grasa de la leche se puede remover más fácilmente si está caliente pero menor a 55° C debido a que la proteína se puede coagular, este es un proceso de desnaturalización.

3. Limpieza con soluciones de limpieza en el caso de la planta Colanta Funza se utilizan como soluciones de limpieza la soda caustica y el ácido nítrico

- Concentración: Para la soda caustica se requiere una concentración de 2.25 +- 0.25 % y para el ácido nítrico 1.25 +- 0.25 %, la soda caustica es usada para retirar grasas y proteínas que hayan podido quedar en la superficies de los equipos y el ácido nítrico ayuda específicamente en la eliminación de incrustaciones que se encuentren adheridas en la tubería.
- Efecto Mecánico
- Tiempo: Este factor corresponde a un estándar que depende del equipo.

4. Enjuague con agua limpia.

- Elimina la solución de limpieza.

Otro elemento importante de la limpieza que se debe tener en cuenta es la verificación del efecto de la limpieza, el cual incluye:

- Inspección visual: Es difícil de realizar debido a que los equipos no son accesibles.
- Inspección bacteriológica: Se deben tener puntos de monitoreo estratégicos. Se debe encontrar menos de una bacteria coliforme por cada 100 cm² de la superficie objeto de la inspección.

5.2.3.3 Partiendo del análisis de la información anterior se identificó que los programas de CIP tanto de los sistemas centralizados como descentralizados funcionan por tiempo y flujo de agua, es decir, cada parte del procedimiento de CIP tiene un tiempo en segundos y un flujo de agua en litros por segundo (l/s) establecido por el programa correspondiente a cada equipo, estos dos parámetros varían dependiendo del equipo sometido a limpieza. Tomando como base lo anterior se propuso la idea de realizar un seguimiento al agua que sale por la tubería de retorno de la etapa de CIP con el fin de analizar las características con las que sale el agua, y de esta manera determinar el momento preciso en que el agua sale con características iguales o similares a las iniciales y así reducir el consumo de agua garantizando la correcta limpieza de los equipos. Las características del agua que fueron tomadas en cuenta para este análisis fueron el pH, la temperatura y la turbiedad.

Con la idea consolidada se realizó una reunión donde asistieron los ingenieros supervisores de producción y mantenimiento de la planta para dar a conocer la propuesta y ser evaluada su viabilidad, en esta reunión los ingenieros comentaron que en reuniones anteriores ya se había hablado de la existencia de un consumo ineficiente de agua en la etapa de CIP y que consideraban viable la propuesta de realizar un seguimiento a dicha etapa.

5.2.4. Desarrollo Fase 4: Análisis y estructuración de la propuesta

Actividades realizadas:

5.2.4.1 En esta fase del proyecto se realizó el seguimiento a la etapa de CIP total de cada uno de los equipos mencionados en la fase 2, para este seguimiento no se tomó en cuenta la primera secuencia de lavado “pre enjuague” ya que los ingenieros del área aseguran que esta secuencia no se puede modificar teniendo en cuenta que es la primera etapa de lavado y es donde se retira la mayor parte de los residuos que puedan tener los equipos.

De acuerdo con el análisis del consumo de agua por equipo se identificó que los equipos Tetra Alsafe LA Mk II (Tanque Aséptico I y II) son los que tienen un consumo de agua mayor, por esta razón se decidió empezar primero el seguimiento a estos equipos, a continuación se muestra como se realizó dicho seguimiento al equipo Tetra Alsafe LA Mk I (Tanque Aséptico I). Ver tabla 20.

Tabla 20. Seguimiento lavado C.I.P total Tanque Aséptico I (Muestreo N°1)

Seguimiento lavado C.I.P total Tanque Aséptico I (Muestreo N°1)													
8 Parámetros según Resolución 2115/2007							10	11	12	13	14	16	17
							pH	Temperatura °C	Turbiedad NTU				
9 Parámetros agua potable usada en enjuagues							6,5 - 9,0	N.A	<2				
							7,76	20,6	0.73	Consumo agua (L)	Consumo sugerido (L)	Ahorro consumo agua (L)	Ahorro en costos (\$)
1	2	3	4	5	6	7							
Secuencia	Etapas	Descripción	Flujo (17000L/h)	Tiempo (s)	N° Muestra	Tiempo toma muestra (s)							
Enjuague alcalino	37	Agua al drenaje	12508,0	176	1	45	9,23	32,1	1,23	611,5	416,9	194,6	\$ 802,79
					2	15120	8,78	32,4	1,19				
Enjuague ácido	57	Agua al drenaje	11161,1	197	3	90	7,72	24,5	0,67	610,8	279,0	331,73	\$ 1.368,73
					4	180	7,78	22,3	0,45				
	58	Circulación de agua	16472,9	66	5	30	7,82	22,7	0,32	302,0	137,3	164,7	\$ 679,67
Enjuague final	85	Retorno del agua de enjuague desde el objeto C.I.P	16165,0	157	5	60	7,8	23,4	0,35	704,97	269,4	435,56	\$ 1.797,11
	86	Agua circula hasta el drenaje	16881,8	688	6	456	7,8	23,7	0,69	3226,3	0	3226,3	\$ 13.311,73
					7	1010	7,7	22,6	0,85				
							7,7	22	0,87				
									Total	5455,5	1102,7	4352,9	\$ 17.960,03

Ver Anexo 1.

Fuente. (Ramírez, 2012)

1. Secuencia: Indica la fase del procedimiento en que se encuentra el proceso de lavado.
2. Etapa: Indica el número de la etapa en la que se encuentra el lavado.
3. Descripción: Indica el proceso que se lleva a cabo en la etapa.
4. Flujo: Este es un parámetro establecido por el programa del equipo Tetra Alcip 100 y está dado en l/h, es importante porque garantiza la efectividad del lavado.
5. Tiempo: Este parámetro también es establecido por el programa del equipo Tetra Alcip 100 y está dado en segundos. Este parámetro indica el tiempo que toma cada etapa del lavado y garantiza la efectividad del lavado.

Los anteriores elementos fueron observados en “Cuarto Control” figura 9 lugar donde por medio de dos ordenadores se controlan todos los procesos del salón de máquinas.

Figura 9. Cuarto control.

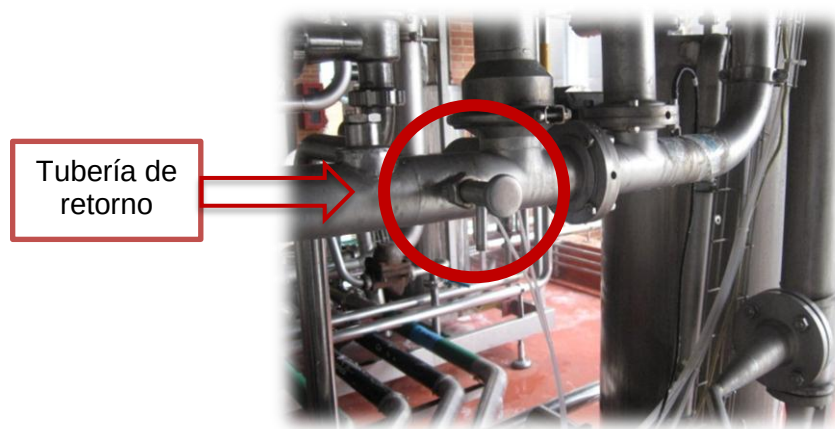


Fuente. (Ramírez, 2012)

6. Numero de muestra: Hace referencia al número de muestra de agua tomada para su posterior análisis.
7. Tiempo de toma de muestra: Indica el tiempo en que se tomó la muestra.

En esta etapa del seguimiento se tomaron las muestras de agua en la tubería de retorno de los lavados CIP. Ver figura 10, 11 y 12.

Figura 10. Identificación puntos de muestreo en la tubería de retorno de los lavados CIP.



Fuente. (Ramírez, 2012)

Figura 11. Toma de muestras del equipo ultrapasteurizador directo VTIS.



Fuente. (Ramírez, 2012)

Figura 12. Toma de muestras del equipo pasteurizador de crema.



Fuente. (Ramírez, 2012)

8. Parámetros según resolución 2115 de 2007: Se tomó en cuenta la resolución 2115 de 2007 la cual especifica los parámetros de agua potable, con el fin de comparar los resultados de los análisis del agua de los lavados CIP y así comprobar la calidad del agua.
9. Parámetros agua potable usada en enjuagues: Por recomendación de los ingenieros supervisores de producción y mantenimiento de la planta los cuales fueron asesores del proyecto se decidió tomar una muestra del agua de la línea de los lavados CIP antes de comenzar el lavado con el fin de tener un parámetro más preciso para establecer la calidad del agua después del lavado.
10. pH: El pH es un indicador de la acidez de una disolución. Este parámetro es el logaritmo negativo de la concentración hidrogeniónica en la disolución; $-\log [H^+]$. La acidez es una de las propiedades más importantes del agua. El pH sirve como un indicador que compara algunos de los iones más solubles en agua. El resultado de una medición de pH viene determinado por una consideración entre el número de protones (iones H^+) y el número de iones hidroxilo (OH^-). Cuando el número de protones iguala al número de iones hidroxilo, la disolución es neutra. Tendrá entonces un pH alrededor de 7. El pH del agua puede variar entre 0 y 14. Cuando el pH de una sustancia es mayor de 7, es una disolución básica. Cuando el pH de una sustancia está por debajo de 7, es una disolución ácida. Cuanto más se aleje el pH por encima o por debajo de 7, más básica o ácida será la solución. El pH es un factor logarítmico; cuando una solución se vuelve diez veces más ácida, el pH disminuirá en una unidad. Cuando una solución se vuelve cien veces más ácida, el pH disminuirá en dos unidades. El término común para referirse al pH es la alcalinidad. (Water Treatment Solutions Lenntech, 2008). A cada una de las muestras se le realizó una prueba de pH con el potenciómetro para compararlo con los parámetros antes mencionados. Se tomó el pH como parámetro clave de control para la reducción de consumo de agua ya que este nos indica la presencia de soda caustica o ácido nítrico, al obtener un valor de pH cercano o igual al tomado en el agua antes de comenzar el lavado garantiza que el agua no tiene residuos de soda o ácido y de esta manera determinar la reducción en el consumo de agua.
11. Temperatura: A cada una de las muestras se le tomo la temperatura con el potenciómetro.
12. Turbiedad: Es el efecto óptico que se origina al dispersarse o interferirse el paso de los rayos de luz que atraviesan una muestra de agua, a causa de las partículas minerales u orgánicas que el líquido puede contener en forma de suspensión; tales como micro organismos, arcilla, precipitados de óxidos diversos, carbonato de calcio precipitado, compuestos de aluminio, etc.

La turbiedad en este caso se midió en Unidades de Turbiedad Nefelométricas (NTU por sus siglas en inglés) las cuales específicamente detallan una técnica de medición a 90° y también están basadas en formación, aunque existen suspensiones de polímeros en suspensión más estables disponibles en el mercado, y se reconocen como una alternativa aceptable. Este parámetro también fue medido en cada una de la muestras con el turbidímetro. Este es un parámetro clave de control para la reducción de consumo de agua ya que la turbiedad en pocas palabras permite identificar si existen partículas en el agua que en este caso pueden corresponder en general a residuos de materia orgánica, al obtener resultados de menores a 2 NTU se garantiza que el agua no tiene residuos de materia orgánica y que por tanto puede ser recuperada.

Esta etapa del seguimiento se realizó en el laboratorio de aguas de la planta donde se disponía de todos los elementos y equipos necesarios. Ver figura 13 y 14.

Figura 13. Realización prueba de pH y temperatura.



Fuente. (Ramírez, 2012)

Figura 14. Realización prueba de turbiedad.



Fuente. (Ramírez, 2012)

- 13 Consumo agua (litros) : Este volumen de agua se calculó de la siguiente manera:

$$\left[\text{Flujo} \frac{l}{h} * \frac{1 h}{3600 seg} \right] * \text{Tiempo (seg)} = \text{Consumo agua } l$$

- 14 Consumo sugerido (litros): Este volumen de agua se calcula de la misma manera que el consumo total de agua, la diferencia es que se multiplica por el tiempo 15 (en que la muestra de agua tiene parámetros cercanos al agua potable usada en enjuagues).

- 16 Ahorro consumo agua (litros): Este valor se calcula de la siguiente manera

$$\text{Consumo agua } (l) - \text{Consumo sugerido } (l) = \text{Ahorro consumo agua } (l).$$

- 17 Ahorro en costos (\$): Para hallar este valor primero se calculó el valor del metro cubico de agua en la planta. Para esto se tomó en cuenta la tarifa de acueducto y alcantarillado (ver tabla 21) ya que la empresa prestadora del servicio de agua en Funza la EMAAF da por hecho que la cantidad de agua que se consume es la misma que se vierte al alcantarillado sin tener en cuenta que buena parte de este volumen de agua es tratado en la PTAR y usado para generar vapor y otros servicios.

Tabla 21. Datos tarifa m3 agua.

Datos tarifa m3 agua	
Ítem	\$
Tarifa (\$/m3) acueducto	\$ 2.743,68
Tarifa (\$/m3) alcantarillado	\$ 1.382,43

Fuente. (Empresa Municipal de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Funza. EMAAF, 2012)

$$(\$2743,86 + \$1382,43) = \$4126,11$$

Este valor de \$4126,11 se divide en 1000 para pasar el valor a litros y así poderlo multiplicar por el ahorro en consumo de agua en litros:

$$\frac{4126,11 (\$)}{1000 (l)} * \text{ahorro consumo agua } (l) = \text{Ahorro en costos } (\$)$$

El muestreo de cada equipo se repitió en algunos casos dos veces y en otras tres veces esto dependiendo de la variación de los resultados obtenidos. Lo anterior se realizó con el fin de verificar y obtener resultados significativos. Ver Anexo N° 1

6. RESULTADOS OBTENIDOS

6.1. Desarrollo Fase 5: Presentación y análisis de resultados.

Actividades:

6.1.1. Descripción de resultados. En el seguimiento que se realizó a cada uno de los equipos antes mencionados no se tomó en cuenta la secuencia de preenjuague ya que es la primera secuencia del lavado y por medio esta se retiran los residuos de producto que hayan podido quedar en los equipos durante la etapa de producción, a sugerencia de los ingenieros del área se consideró que esta secuencia debía mantenerse bajo los mismos parámetros y por esta razón no se tomaron muestras ni se sugirieron modificaciones para esta secuencia.

A partir del seguimiento anterior y los valores encontrados se tienen los siguientes resultados para la reducción del consumo de agua en el tanque aséptico:

Tabla 22. Resultados modificación programa CIP total Tanque aséptico I

Modificación propuesta en etapas de programas de CIP										
Lavado total Tanque Aséptico I y II										
Secuencia	Etapas	Descripción	Tiempo actual (s)	Consumo actual (Lt)	Flujo	Tiempo sugerido (s)	Consumo sugerido (Lt)	Observaciones		
Enjuague alcalino	37	Agua al drenaje	145	613	Mantener el flujo entre 16000 Y 17000 Lt/h	70	310	Se sugiere no modificar el paso N° 85 y eliminar el paso N°86 y de esta manera garantizar la correcta limpieza del equipo		
Enjuague de acido	57	Agua al drenaje	145	610		100	430			
	58	Circulación de agua	72	310		60	180			
Enjuague final	85	Retorno de agua de enjuague	72	700		72	700			
	86	Agua circula hasta el drenaje	770	3214		0	0			
			Total	1204	5447		302	1620		
Reducción consumo de agua Tanque Aséptico I y II										
Frecuencia de lavado (Soda / Acido) Tanque Aséptico I, cada 48 horas										
Reducción consumo de agua por lavado	Consumo Actual (Lt)	Consumo sugerido (Lt)	Ahorro consumo de agua (Lt)	Ahorro (\$)	Reducción consumo de agua mensual	Lt	\$	Reducción consumo de agua anual	Lt	\$
	14.600,0	10.773,0	3.827,0	\$ 15.790,2		57.405,0	\$ 236.853,0		688.860,0	\$ 2.842.236,4
Frecuencia de lavado (Soda / Acido) Tanque Aséptico II, cada 40 horas										
Reducción consumo de agua por lavado	Consumo Actual (Lt)	Consumo sugerido (Lt)	Ahorro consumo de agua (Lt)	Ahorro (\$)	Reducción consumo de agua mensual	Lt	\$	Reducción consumo de agua anual	Lt	\$
	14000	10.173,00	\$ 3.827,0	\$ 15.790,2		68.886,00	\$ 284.223,6		826.632,00	\$ 3.410.683,6

Ver Anexo 1.

Fuente. (Ramírez, 2012)

La tabla 22 muestra las modificaciones propuestas para el programa de lavado CIP total del tanque aséptico I y II, en esta modificación se propone la reducción de tiempo en cada etapa del lavado y por tanto una reducción en el consumo de agua. Para el caso específico del tanque aséptico I se sugiere eliminar la etapa N°86 “Enjuague final, agua circula al drenaje” ya que desde la etapa anterior la N° 85 los parámetros del agua son muy cercanos a los identificados en el agua antes del lavado, la etapa N°86 se sugiere eliminarla de acuerdo a los comentarios de los ingenieros encargados quienes aseguran que esta posibilidad ya se había pensado pero no se tenían argumentos con resultados para proponerlo, dichos ingenieros comentaron que la etapa N°86 es tan solo un “seguro” que el proveedor de los equipos ajusto para evitar posibles problemas; sin embargo esta propuesta de eliminar la etapa N°86 será evaluada por el personal de control y calidad quienes validaran o no está propuesta.

A partir de lo anterior surge la duda de que se pueda presentar riesgo de toxicidad por iones nitratos del ácido nítrico al eliminar totalmente la etapa N°86, al revisar este tema es importante mencionar que la etapa N°86 es la última etapa de la secuencia de enjuague final, lo que quiere decir que anterior esta etapa existe una secuencia de enjuague de ácido que es la secuencia en la que se retira los residuos que hayan podido quedar de ácido nítrico, en esta secuencia se utiliza aproximadamente 1 m³ de agua, lo que disminuye el riesgo de toxicidad.

Sin embargo efectivamente habrá formación de iones de nitrato ya que el ácido nítrico en contacto con agua tiene como resultado esta formación de iones de nitrato, la presencia de estos iones de nitrato no representan un riesgo de toxicidad ya que en primer lugar la concentración de ácido nítrico utilizado en esta etapa no es alta (%1,25 +- 0,25) debido a la naturaleza del producto en este caso es leche que es una emulsión, que al contacto con una concentración más alta de este ácido se puede “cortar”. En segundo lugar se debe tener en cuenta que justo al finalizar la etapa de CIP total antes de comenzar con la etapa de producción los equipos son sometidos a una etapa de “agua estéril” en la que se utiliza una gran cantidad de agua caliente, lo cual elimina el riesgo un problema de toxicidad por iones de nitrato (ver numeral 5.2.2.1 Recolección de datos del volumen de agua. - Etapa de agua estéril).

También se propone mantener el flujo dentro unos parámetros para garantizar el consumo de agua propuesto y de esta manera también garantizar la correcta limpieza del equipo.

Además de esto con los valores encontrados en los resultados se calcula la reducción en el consumo de agua y el ahorro en costos en un solo lavado, en un mes y en un año. Para lo anterior se tomó en cuenta la frecuencia de lavado de cada uno de los equipos, en el caso del tanque aséptico I la frecuencia es de cada 48 horas.

El seguimiento a la etapa de lavado total CIP anteriormente descrita fue aplicada de la misma manera a cada uno de los equipos mencionados en la fase 2, estos resultados pueden ser observados en el Anexo N°1.

La propuesta de reducción de los tiempos de los programas de lavado de CIP será evaluada por los ingenieros de producción y mantenimiento de la planta, y posteriormente esta misma propuesta será evaluada por el personal de Control de Calidad quienes por medio de un análisis de luminometría verificarán si con la modificación propuesta se garantiza la correcta limpieza. Además de esto la propuesta también debe ser considerada por los proveedores de los equipos Tetra Pak quienes son los encargados de modificar los programas de los equipos.

6.1.2. Resumen resultados obtenidos:

La tabla 23 muestra los resultados obtenidos en la reducción del consumo de agua en litros, además de esto se calculó la reducción a corto y a mediano plazo por cada equipo analizado.

Tabla 23. Resultados obtenidos reducción consumo de agua (litros).

Resumen Resultados Obtenidos				
Área	Equipo	Reducción consumo agua (litros)		
		Por lavado	Mensual	Anual
Área 020 silos de almacenamiento	Silo 1	2.190	65.700	788.400
	Silo 2			
	Silo 3			
	Silo 4			
	Silo 5			
	Silo 6			
	Silo 7	815	24.450	293.400
Área 030.	Ultrapasteurizador directo Tetra Therm Aseptic VTIS	2.735	41.025	492.300
Área 035.	Ultrapasteurizador indirecto Tetra Therm Aseptic FLEX I	1.082	16.230	194.760
Área 040.	Tetra Therm Lacta Pasteurizador de leche	2.080	62.400	748.800
Área 045.	Tetra Therm Lacta Pasteurizador de crema	700	21.000	252.000
Área 035.	Ultrapasteurizador indirecto Tetra Therm Aseptic FLEX II	7.167	129.006	1.548.072
Área 060. Silos de mezclas.	Silo 1	3.340	100.200	1.202.400
	Silo 2			
	Silo 3			
	Silo 4			
Área 070.	Liquid- box	218	6.540	78.480
	Envasadora IS6	612	36.720	440.640
Área 080.	Tetra Alsafe LA Mk II (Tanques Asépticos I)	3.827	57.405	688.866
	Tetra Alsafe LA Mk II (Tanques Asépticos II)	3.827	68.886	826.632
Total (L)		28.593	629.562	7.554.750
Total (m3)		28,59	629,56	7.554,75

Fuente. (Ramírez, 2012)

6.1.3. Beneficios económicos. La tabla 24 muestra los resultados obtenidos en la reducción de los costos generado por la disminución del consumo de agua, estos beneficios también se calcularon a corto y a mediano plazo por cada equipo analizado.

Tabla 24. Resumen resultados obtenidos, reducción de costos.

Resumen Resultados Obtenidos				
Área	Equipo	Reducción costos		
		Por lavado	Mensual	Anual
Área 020 silos de almacenamiento	Silo 1	\$ 9.035,90	\$ 271.078,20	\$ 3.252.938,40
	Silo 2			
	Silo 3			
	Silo 4			
	Silo 5			
	Silo 6			
	Silo 7	\$ 3.362,70	\$ 100.880,70	\$ 1.210.568,40
Área 030.	Ultrapasteurizador directo Tetra Therm Aseptic VTIS	\$ 11.284,60	\$ 169.269,20	\$ 2.031.229,80
Área 035.	Ultrapasteurizador indirecto Tetra Therm Aseptic FLEX I	\$ 4.464,30	\$ 66.965,00	\$ 803.579,80
Área 040.	Tetra Therm Lacta Pasteurizador de leche	\$ 8.582,10	\$ 257.462,40	\$ 3.089.548,80
Área 045.	Tetra Therm Lacta Pasteurizador de crema	\$ 2.888,20	\$ 86.646,00	\$ 1.039.752,00
Área 035.	Ultrapasteurizador indirecto Tetra Therm Aseptic FLEX II	\$ 29.571,00	\$ 532.278,80	\$ 6.387.345,10
Área 060. Silos de mezclas.	Silo 1	\$ 13.780,80	\$ 413.425,20	\$ 4.961.102,40
	Silo 2			
	Silo 3			
	Silo 4			
Área 070.	Liquid- box	\$ 899,50	\$ 26.984,00	\$ 323.808,50
	Envasadora IS6	\$ 2.525,10	\$ 151.506,70	\$ 1.818.080,00
Área 080.	Tetra Alsafe LA Mk II (Tanques Asépticos I)	\$ 15.790,20	\$ 236.853,00	\$ 2.842.236,40
	Tetra Alsafe LA Mk II (Tanques Asépticos II)	\$ 15.790,20	\$ 284.223,60	\$ 3.410.683,00
Total		\$ 117.974,60	\$ 2.597.572,80	\$ 31.170.872,60

Fuente. (Ramírez, 2012)

7. RECOMENDACIONES

- La propuesta planteada puede ser aplicada también a la etapa de lavado CIP del área 050 de envasado aséptico ya que allí están ubicadas 9 envasadoras las cuales tienen un alto consumo de agua en etapa de lavado CIP.
- De no ser posible el cambio en el programa de CIP ya sea por disposición del personal de Colanta o por el proveedor de los equipos Tetra Pak, se sugiere adecuar las líneas del sistema de recuperación con el fin de que este volumen de agua no se siga perdiendo y se le pueda dar un uso dentro de la planta.
- Durante el desarrollo del proyecto se identificó también un alto consumo de agua en la etapa de agua estéril, se sugiere evaluar este proceso ya que la mayoría del agua que se usa en esta etapa sale al drenaje con características aptas para ser utilizada en otros procesos de la planta.
- En la etapa de CIP además de utilizar agua también se utilizan como desengrasantes y desnaturalizadores el ácido nítrico y la soda caustica, estas sustancias también se les puede hacer el mismo seguimiento elaborado con el agua y determinar la cantidad que se puede recuperar y ser utilizada en otros procesos como por ejemplo en la planta de tratamiento de aguas residuales donde el consumo de estas sustancias es importante para la estabilización del pH de la aguas residuales.

8. BILIOGRAFÍA

- Admón Central Producción Cooperativa Colanta. (2012). *Procedimiento Recibo y Almacenamiento de leche cruda*. Medellín .
- Al Servicio de la Ingeniería Alimentaria. (17 de Noviembre de 2007). *ingalimentos.wordpress.com*. Recuperado el 23 de Agosto de 2012, de *ingalimentos.wordpress.com*:
<http://ingalimentos.wordpress.com/2007/11/17/homogenizacion-de-la-leche/>
- Cáceres, E. (13 de Julio de 2012). Sistema de recuperación. (S. Ramírez, Entrevistador)
- Colanta Planta Procesadora de leche UHT y Pasteurizada Funza. (2011). *Servicios Industriales*. Funza. Cund.
- Cooperativa Colanta . (2012). *Colanta Sabe Más* . Recuperado el 5 de Abril de 2010, de Colanta Sabe Más : <http://www.colanta.com.co/index.php/colanta-institucional/nuestras-plantas>
- Cooperativa Colanta. (2010). *Diagrama de Flujo de Proceso Pasteurización y Ultra-pasteurización*. Funza, Cund.
- Cooperativa Colanta. (2010). *Procedimiento UHT*. Funza, Cund.
- Cooperativa Colanta. (2012). *Colanta Sabe Más*. Recuperado el 6 de Abril de 2012, de Colanta Sabe Más: <http://www.colanta.com.co/index.php/colanta-institucional>
- Cooperativa Colanta. (2012). *Consumos mensuales de agua proceso de pasteurización y ultra-pasteurización* . Funza, Cund.
- Empresa Municipal de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Funza. EMAAF. (2012). Funza Cundinamarca.
- Figueredo, A. (2012). *Informe Practica Proyecto Recuperación de Empujes*. Funza, Cund.
- Ford Motor Company. (2008). *Proyecto de Reducción del consumo de agua potable. Caso de Ecoeficiencia*. Buenos Aires. Argentina.
- Gestión Ambiental Colanta Funza. (2012). *Inclusión de aguas de envasadoras y fugas de condensados a la red del sistema de recuperación*. Funza, Cund.
- Gestión Ambiental Colanta Planta Funza. (2012). *Plan de trabajo 2012-2*. Funza. Cund.
- Hondupalma. (2011). *Uso eficiente del agua*. Yoro, Honduras.

- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (1997). *Ley 373 de 1997*. Bogotá D.C.
- Ministerio de Desarrollo Económico. (1997). *Decreto 3102 de 1997*. Bogotá D.C.
- Ministerio de Educación Nacional República de Colombia. (2010). *Colombia Aprende La red del conocimiento*. Recuperado el 31 de Diciembre de 2012, de Colombia Aprende La red del conocimiento: <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/home/1592/article-73600.html>
- Ministerio de La Protección Social - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). *Resolución 2115 de 2007*. Bogotá D.C.
- Ministerio de Medio ambiente, España. (2009). *Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del Sector Lácteo*. España.
- Ministerio de Salud. (1997). *Decreto 3075 de 1997*. Bogotá D.C.
- Ministerio de Salud y la Protección Social. (1997). *Decreto 3075*. Bogotá.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2006). *Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP)*. Recuperado el 31 de Diciembre de 2012, de Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP): <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/facts-and-figures/>
- Ortiz, N. E. (17 de Mayo de 2012). Propuestas de reducción del consumo de agua en el ámbito nacional. (S. Ramírez, Entrevistador)
- Producción Colanta Planta Funza. (2012). *Procedimiento UHT*. Funza Cund.
- Ramírez, S. (2012). Funza Cundinamarca.
- República de Colombia Ministerio de Agricultura . (1974). *Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974*. Bogotá D.C.
- REPÚBLICA DE COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (2005). *BUENAS PRÁCTICAS EN REFRIGERACIÓN, RECUPERACIÓN Y RECICLAJE DE REFRIGERANTES*.
- Rocha, J. (16 de Julio de 2012). Proceso Pasteurizador de leche. (S. Ramírez, Entrevistador)
- Tetra Pak. (2004). *Manual de servicio Tetra Alsafé LA Mk II*.
- Tetra Pak. (2005). *Manual de servicio Tetra Therm Aseptic Flex*.

Tetra Pak. (2005). *Manual de servicio Tetra Therm Aseptic VTIS*.

Tetra Pak. (2010). *Manual de servicio Sistema Tetra Alcip 100*.

Tetra Pak. (2010). *Tetra Pak Norte Andina*. Recuperado el 9 de Noviembre de 2012, de Tetra Pak Norte Andina: http://www.tetrapak.com/co/products_and_services/processing_equipment/dairy_equipment/mixing/tetra%20almix/pages/default.aspx

Tetra Pak. (2012). *Tetra Pak*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2012, de Tetra Pak: http://www.tetrapak.com/co/products_and_services/processing_equipment/dairy_equipment/pasteurisation/tetra_therm_lacta/pages/default.aspx

Tetra Pak. (2012). *Tetra Pak*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2012, de Tetra Pak: http://www.tetrapak.com/co/products_and_services/processing_equipment/dairy_equipment/uht_treatment/tetra_therm_aseptic_flex/pages/default.aspx

Tetra Pak. (2012). *Tetra Pak*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2012, de Tetra Pak: http://www.tetrapak.com/co/products_and_services/processing_equipment/dairy_equipment/uht_treatment/tetra_therm_aseptic_vtis/pages/default.aspx

Viceministerio de Ambiente . (2007). *Guía Ambiental de la Industria Láctea*. Bogotá.

Water Treatment Solutions Lenntech. (2008). *Lenntech*. Recuperado el 2 de Noviembre de 2012, de Lenntech: <http://www.lenntech.es/ph-y-alcalinidad.htm>