

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

MINIMIZACIÓN DE LOS EFLUENTES LÍQUIDOS DE LA PLANTA DE PRODUCTOS EFE Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por la Br. Freitas A, Lourdes J.
para optar al título de
Ingeniera Química

Caracas, noviembre 2008

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

MINIMIZACIÓN DE LOS EFLUENTES LÍQUIDOS DE LA PLANTA DE PRODUCTOS EFE Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Johnny Vásquez

TUTOR INDUSTRIAL: Ing. Lisbeth Gómez.

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por la Br. Freitas A., Lourdes J.
para optar al título de
Ingeniera Química

Caracas, noviembre 2008

Caracas, Noviembre de 2008

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Química, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Lourdes Freitas, titulado:

Minimización de los efluentes líquidos de la planta de Productos EFE y mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales.

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Químico, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.

Prof. Francisco Yáñez
Jurado

Prof. Andrés Rosales
Jurado

Prof. Johnny Vásquez
Tutor Académico

Ing. Lisbeth Gomez
Tutor Industrial

DEDICATORIA

A Dios, por la salud que nunca me ha faltado y la familia que me ha dado.

A mi mami y papi, que me han ayudado en cada momento de mi vida y me han dado su apoyo incondicional en todo lo que e hecho.

A mi hermana que gracias a ella soy la persona que soy.

A mi hermano Manuel por brindarme su apoyo y creer en mí en todo momento, gracias a Dios que regresó.

A mi hermano José Antonio, que siempre me alienta a alcanzar mis metas y me ayuda en todo lo que puede.

A mis nonnos solamente por ser lo que son, los mejores abuelos que cualquiera desearía tener.

A mi tía Rina, por apoyarme en el transcurso de la elaboración de este trabajo especial de grado.

A mi Novio, que siempre a creído en mi y me ha apoyado y ayudado en todo.

A mi mejor y única amiga Mariana, que siempre ha estado ahí cuando la necesito.

Y por último pero no menos especial a mi perrita pimienta, por acompañarme y brindarme su calor en mis noches de arduo trabajo.

Los quiero a todos, por formar parte de mi vida y espero y pido a Dios que continúe así.

AGRADECIMIENTOS.

A la U.C.V. por brindarme todos los conocimientos y experiencias que aprendí durante mi carrera, nunca pensé que la llegara a querer tanto.

A mi tutor por ser una persona excepcional y ayudarme en todo. Gracias.

A Lisbeth Gómez por brindarme todo su conocimiento y darme las oportunidades que me dio.

A los analistas Yojana y Manuel por convertirse en mis amigos durante el corto tiempo que trabajé en EFE.

A Karla Pinedo, por ser mi amiga y no quejarse por todas las veces que la interrumpí para comer helado.

A todos los operarios y ayudantes de la planta por ayudarme a cumplir con los objetivos de este trabajo.

A mi hermana, por conseguirme la pasantía para poder realizar mi tesis.

A los profesores de la PETA, por orientarme con sus conocimientos.

Freitas A., Lourdes J.

MINIMIZACIÓN DE LOS EFLUENTES LÍQUIDOS DE LA PLANTA DE PRODUCTOS EFE Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

Tutor Académico: Prof. Johnny Vásquez. Tutor Industrial: Ing. Lisbeth Gómez.

**Tesis. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química. Año
2008, 198 p.**

Palabras Claves: Tratamiento de aguas residuales, carga orgánica, producción limpia, DQO, producción de helados.

Resumen. Una planta de tratamiento se diseña para manejar una capacidad hidráulica y una carga orgánica definida, por lo que el buen funcionamiento de este sistema, depende de que los valores máximos de diseño no sean excedidos. Sin embargo, puede que las empresas sufran cambios en los procesos productivos y en sus capacidades, lo cual implicaría la necesidad de analizar sus efluentes residuales. El objetivo de este trabajo consistió en la evaluación tanto de las secciones de la planta de Productos EFE, S.A., para establecer las causas generadoras de desperdicios, como de los efluentes líquidos producidos por dichas secciones, para determinar los cambios que sean factibles tanto para la planta de producción y de tratamiento, evitando que la P.T.A.R. se desestabilice y sus descargas se presenten por encima de la norma (Decreto 883). Para ello se realizaron inspecciones tanto de la planta de producción como de tratamiento, así como el análisis de los diferentes productos elaborados, efluentes generados y evaluaciones de las unidades de proceso de la planta de tratamiento de aguas residuales. En la planta de producción se propusieron una serie de modificaciones para corregir las fallas que presentaban los equipos para disminuir el aumento de los desechos. En cuanto a la planta de tratamiento, ésta procesa solamente un 20% de las aguas residuales que genera la industria, ocasionando una derivación de 6,06 l/s de agua cruda directamente a la red cloacal, para disminuir dichas descargas de agua residual. Por lo tanto, se propuso acondicionar el tanque de igualación (primera unidad del sistema de tratamiento) para que en este se disminuyera la carga orgánica presente en las aguas provenientes de la planta de producción y de esta manera poder incrementar el caudal a tratar. Una de las evaluaciones más importantes que se realizó fue al digestor biológico, la cual indicó que éste no presenta la capacidad para digerir todos los lodos generados en los sistemas biológicos, lo que implica que no es posible realizar modificaciones a la P.T.A.R. hasta no solventar dicho problema.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Índice de Figuras.	IX
Índice de Tablas.	XII
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.	13
OBJETIVOS.	15
Objetivo General.	15
Objetivos Específicos.	15
ANTECEDENTES	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.	18
2.1. Componentes del helado.	18
2.2. Clasificación de los helados	21
2.3. Proceso de elaboración de helados.	21
2.3.1. Recepción y Almacenamiento	22
2.3.2. Sección de Cremas.	22
2.3.2.1. Mezclado.	22
2.3.2.2. Filtrado.	23
2.3.2.3. Precalentamiento.	23
2.3.2.4. Homogenización.	24
2.3.2.5. Calentamiento, Pasteurización y Enfriamiento.	24
2.3.2.6. Maduración ó Almacenamiento.	24
2.3.3. Sección de Mermeladas.	24
2.3.4. Llenado y Moldeado de helados.	25
2.3.5. Endurecimiento.	28
2.3.6. Almacenamiento.	29
2.3.7. Distribución.	29
2.4. Tratamiento de Aguas Residuales.	29
2.4.1. Aguas Residuales.	30
2.4.2. Características y Parámetros Físicos.	30
2.4.3. Características y Parámetros Químicos.	32
2.4.4. Características Biológicas.	34
2.4.5. Características Hidráulicas.	34
2.4.6. Métodos de Tratamiento de Aguas Residuales.	34
2.5. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que opera en Productos EFE, S.A	35
2.5.1. Tratamiento Fisicoquímico.	36
2.5.2. Tratamiento Biológico.	38
2.5.3. Manejo de Lodos.	44
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.	45
3.1. Realizar los diagramas de flujo e instrumentación y tuberías de todos los procesos de producción de helados de la planta de Productos EFE.	45

3.2. Evaluar la materia prima para la elaboración de Productos EFE, S.A.	45
3.3. Realizar los balances de masa de cada proceso de producción de helados.	46
3.4. Determinar la Demanda Química de Oxígeno (DQO) de los helados producidos así como del re-proceso generado en la planta Productos EFE para establecer la carga orgánica que va a la planta de tratamiento de aguas residuales (P.T.A.R.).	46
3.5. Proponer y evaluar alternativas para reducir el re-proceso (re-work) y las pérdidas en la elaboración de helados en la planta Productos EFE.	48
3.6. Establecer los procedimientos necesarios para el manejo adecuado de los desechos y del re-proceso (re-work) que se descartan a la P.T.A.R.	48
3.7. Estudio económico de costos-beneficios del proceso de producción de los diferentes helados, incluyendo los desechos y el re-proceso.	48
3.8. Proponer y evaluar alternativas que garanticen la eficiencia tanto del Sistema de Flotación de Aire por Cavitación (CAF) y de los reactores biológicos de la planta de tratamiento de aguas residuales, para la nueva carga orgánica que deberán procesar.	49
3.9. Evaluar como afectan los cambios realizados en el CAF y los reactores biológicos sobre el digestor biológico de la planta de tratamiento de aguas residuales.	52
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS	53
4.1. Balances de masa de los procesos de producción de helados	53
4.2. Demanda Química de Oxígeno (DQO), de los diferentes helados que se producen en la planta de producción.	57
4.3. Diagramas de Flujo de Proceso (DFP) y Diagrama de Instrumentación y Tubería (DTI) de las diferentes secciones de la planta de Productos EFE, S.A.	66
4.4. Evaluación de las variaciones que presentan las características físico-químicas en las tanquillas y el tanque Buffer.	78
4.5. Evaluación de la capacidad y parámetros de operación del tanque Buffer existente en la planta de tratamiento de aguas residuales de Productos EFE, S.A.	89
4.6. Evaluación de los diferentes parámetros de campo en los afluentes de las tanquillas y efluentes de los equipos de la planta de tratamiento de aguas residuales existente en Productos EFE, S.A.	92
4.7. Evaluación del Digestor Biológico	99
4.8. Balances de costos-beneficios que produce la planta de Productos EFE, S.A.	101
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES.	107
CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES.	109
CAPÍTULO VII. BIBLIOGRAFÍA.	111
CAPÍTULO VIII. APÉNDICE.	113

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura N° 1	Diagrama del Proceso de Elaboración de helados.	22
Figura N° 2	Diagrama de Flujo del Proceso de Elaboración de Cremas.	23
Figura N° 3	Diagrama de Flujo del Proceso de Elaboración de Mermeladas.	25
Figura N° 4	Diagrama de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que Opera en Productos EFE, S.A.	35
Figura N° 5	Diagrama de Bloque general de la producción de helados.	53
Figura N° 6	Balance de masa general de cada sección de la planta de Productos EFE, S.A.	54
Figura N° 7	Índice de Merma para cada sección de la planta Productos EFE., S.A.	55
Figura N° 8	DQO de cada sección de la planta de Productos EFE, S.A.	57
Figura N° 9	Carga Orgánica aportada a la planta de tratamiento por cada sección de la planta de producción.	58
Figura N° 10	Demanda Química de Oxígeno (DQO) de los helados producidos en la sección de Rollo's.	60
Figura N° 11	Demanda Química de Oxígeno (DQO) de los helados producidos en la sección de Fornarolli's.	61
Figura N° 12	Demanda Química de Oxígeno (DQO) de los helados producidos en la línea Flex-e-Fill.	61
Figura N° 13	Demanda Química de Oxígeno (DQO) de los helados producidos en la sección de Familiares.	62
Figura N° 14	Demanda Química de Oxígeno (DQO) de los helados producidos en la sección de pastelería.	63
Figura N° 15	Demanda Química de Oxígeno (DQO) de los helados producidos en la sección de Helados Especiales.	63
Figura N° 16	Demanda Química de Oxígeno (DQO) de los helados producidos en la línea Viking.	64
Figura N° 17	Diagrama de Instrumentación y Tubería de la sección de Helados Especiales.	68
Figura N° 18	Diagrama de Instrumentación y Tubería de la sección de Rollo's.	70
Figura N° 19	Diagrama de Instrumentación y Tubería de la sección de Familiares.	72
Figura N° 20	Diagrama de Instrumentación y Tubería de la sección de Pastelería (Llenadora de EFE Sandwich).	73
Figura N° 21	Diagrama de Instrumentación y Tubería de la sección de Pastelería (Llenadora de Tortas).	74
Figura N° 22	Diagrama de Instrumentación y Tubería de la sección de	

	Fornarolli's.	75
Figura N° 23	Diagrama de Instrumentación y Tubería de la línea Viking.	77
Figura N° 24	Diagrama de Instrumentación y Tubería de la línea Flex-e-fill.	78
Figura N° 25	Comportamiento de la temperatura en la tanquilla A para el día 3-4 de julio de 2008.	79
Figura N° 26	Comportamiento del pH en la tanquilla A para el día 3-4 de julio de 2008.	80
Figura N° 27	Comportamiento de la presencia de oxígeno disuelto en la tanquilla A para el día 3-4 de julio de 2008.	81
Figura N° 28	Comportamiento de la conductividad específica en la tanquilla A para el día 3-4 de julio de 2008.	82
Figura N° 29	Comportamiento de la temperatura en la tanquilla B para el día 3-4 de julio de 2008.	83
Figura N° 30	Comportamiento del pH en la tanquilla B para el día 3-4 de julio de 2008.	83
Figura N° 31	Comportamiento de la presencia de oxígeno disuelto en la tanquilla B para el día 3-4 de julio de 2008.	84
Figura N° 32	Comportamiento de la conductividad específica en la tanquilla B para el día 3-4 de julio de 2008.	85
Figura N° 33	Comportamiento de la temperatura en el tanque Buffer para el día 3-4 de julio de 2008.	85
Figura N° 34	Comportamiento del pH en el tanque Buffer para el día 3-4 de julio de 2008.	86
Figura N° 35	Comportamiento de la presencia de oxígeno disuelto en el tanque Buffer para el día 3-4 de julio de 2008.	87
Figura N° 36	Comportamiento de la conductividad específica en el tanque Buffer para el día 3-4 de julio de 2008.	87
Figura N° 37	Balance de masa de la concentración de sólidos totales y grasas en el tanque Buffer.	89
Figura N° 38	Diagrama de masa para la determinación del volumen de igualamiento.	91
Figura N° 39	Variación del pH en diversos puntos del proceso de tratamiento de las aguas residuales de Productos EFE, S.A.	92
Figura N° 40	Variación de la Demanda Química de Oxígeno en diversos puntos del proceso de tratamiento de las aguas residuales de Productos EFE, S.A.	94
Figura N° 41	Variación del Oxígeno Disuelto en diversos puntos del proceso de tratamiento de las aguas residuales de Productos EFE, S.A.	95
Figura N° 42	Variación de la Conductividad en diversos puntos del proceso de tratamiento de las aguas residuales de Productos EFE, S.A.	96
Figura N° 43	Variación de la Temperatura en diversos puntos del proceso de tratamiento de las aguas residuales de Productos EFE, S.A.	97
Figura N° 44	Variación de la concentración de Grasas y aceites en diversos	

	puntos del proceso de tratamiento de las aguas residuales de Productos EFE, S.A.	98
Figura N° 45	Variación de la concentración de sólidos Totales en diversos puntos del proceso de tratamiento de las aguas residuales de Productos EFE, S.A.	99
Figura N° 46	Balance general de ganancias - pérdidas económicas en cada sección de la planta de Productos EFE, S.A.	101
Figura N° 47	Porcentaje de la relación pérdidas/ganancias económicas que presenta cada sección de la planta de Productos EFE, S.A.	102
Figura N° 48	Balance de ganancias-pérdidas económicas de los helados que se elaboran en la línea Viking.	103
Figura N° 49	Balance de ganancias-pérdidas económicas de los helados que se elaboran en la sección de familiares.	104
Figura N° 50	Balance de ganancias-pérdidas económicas de los helados que se elaboran en la línea Flex-e-fill.	104
Figura N° 51	Balance de ganancias-pérdidas económicas de los helados que se elaboran en la sección de pastelería.	105
Figura N° 52	Balance de ganancias-pérdidas económicas de los helados que se elaboran en la sección de Fornarolli's.	105
Figura N° 53	Balance de ganancias-pérdidas económicas de los helados que se elaboran en la sección de Rollo's.	106
Figura N° 54	Balance de ganancias-pérdidas económicas de los helados que se elaboran en la sección de helados especiales.	106

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla N° 1	Balance de Masa general de cada sección de la planta de Productos EFE, S.A.	55
Tabla N° 2	Balance de Masa de los helados que se elaboran en la Sección de helados especiales.	56
Tabla N° 3	Balance de Masa de los helados que se elaboran en la Sección de pastelería.	56
Tabla N° 4	Balance de Masa de los helados que se elaboran en la Sección de Rollo's.	57
Tabla N° 5	Carga Orgánica aportada a la planta de tratamiento por cada sección de la planta de producción.	59
Tabla N° 6	Características de la materia prima elemental empleada para la elaboración de los helados.	65
Tabla N° 7	Parámetros analizados de las muestras compuestas formadas durante 24 horas el día 3-4 de julio de 2008	88
Tabla N° 8	Datos de diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales de Productos EFE, S.A.	90
Tabla N° 9	Condiciones de operación, para la buena eficiencia, del tanque de igualación	90
Tabla N° 10	Datos de diseño del digestor biológico presente en la planta de tratamiento de aguas residuales de Productos EFE, S.A.	100
Tabla N° 11	Datos actuales del digestor biológico presente en la planta de tratamiento de aguas residuales de Productos EFE, S.A.	100

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Desde mediados del siglo XX, los esfuerzos para enfrentar la contaminación generada por las industrias, se enfocaron en el tratamiento de las aguas residuales, concentrándose esto en qué hacer con los residuos una vez que ya han sido generados. Los métodos de tratamiento conocidos pueden dar buenos resultados, pero generalmente son inaccesibles en empresas urbanas, que carecen de espacio y recursos para la instalación de plantas de tratamiento apropiados para adecuar sus efluentes a las exigencias Oficiales.

Por lo tanto, una empresa debe tener un programa de prevención de contaminación, el cual está basado en un análisis detallado del proceso de producción, de las operaciones unitarias de la planta, la cuantificación y caracterización de las entradas y salidas de cada proceso unitario, la evaluación de las causas de los flujos de desechos, el estudio y evaluación de opciones de prevención, y la implementación y monitoreo de las alternativas posibles tanto en la planta de producción como en la de tratamiento de aguas residuales.

Empresas como Alimentos Polar, tienen el compromiso de contribuir con el medio ambiente, a través del control de sus actividades y del impacto ambiental que puedan ocasionar, mejorando de manera continua sus procesos, y cumpliendo las legislaciones y/o normativas vigentes en materia de seguridad ambiental.

Por otra parte, el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, es uno de los entes oficiales encargado de regular y velar por el cumplimiento de las normas ambientales. Actualmente, estas normativas exigen a las empresas, el tratamiento de sus residuos líquidos previo a su descarga al medio ambiente, con la finalidad de reducir el impacto nocivo y el desequilibrio que provocan sobre la naturaleza, DECRETO 883 (1995).

Según los objetivos anuales de la compañía (Alimentos Polar), se prevé que en los próximos años aumente la producción de helados, como consecuencia del aumento en la

demanda nacional de productos EFE. Esto ocasionará un incremento en la generación de efluentes líquidos residuales de la fábrica, superando los valores máximos establecidos de carga orgánica e hidráulica, para la planta de tratamiento. Como consecuencia, se deben buscar alternativas, para evitar que se incumpla la normativa vigente en materia de seguridad ambiental, según el decreto antes mencionado para la descarga de los efluentes líquidos a la red cloacal.

Para evitar la situación antes planteada, y como parte de los procesos de mejora continua establecidos por Empresas Polar, se propone el presente trabajo de grado, el cual pretende solventar esta situación, a través de la mejora de dos procesos del sistema. El primero, se basa en la reducción de la carga contaminante, presente en las aguas residuales que se envían a la planta de tratamiento; y el segundo, se enfoca en el análisis de las unidades presentes en la propia planta, para que asimilen una mayor cantidad de carga orgánica, todo esto controlando los costes para que sean competitivos para la empresa y por supuesto sin dejar de orientar los procesos hacia una producción limpia.

OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL:

Reducir en lo posible las descargas que van desde la materia prima hasta el producto final y proponer las mejoras requeridas en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (P.T.A.R) a fin de garantizar la calidad exigida por legislación ambiental para descargas a la red colectora de aguas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Realizar los diagramas de flujo e instrumentación y tuberías de todos los procesos de producción de helados de la planta de Productos EFE.
2. Evaluar la materia prima para la elaboración de Productos EFE, S.A.
3. Realizar los balances de masa de cada proceso de producción de helados.
4. Determinar la Demanda Química de Oxígeno (DQO) de los helados producidos así como del re-proceso (re-work) generado en la planta Productos EFE para establecer la carga orgánica que va a la P.T.A.R.
5. Proponer y evaluar alternativas para reducir el re-proceso (re-work) y las pérdidas en la elaboración de helados en la planta Productos EFE.
6. Establecer los procedimientos necesarios para el manejo adecuado de los desechos y del re-proceso (re-work) que se descartan a la P.T.A.R.
7. Realizar el estudio económico de costos-beneficios en el proceso de producción de los diferentes helados, incluyendo los productos no aptos y el re-proceso (re-work).
8. Proponer y evaluar las posibles alternativas de operación, que mejoren la eficiencia del Sistema de Flotación de Aire por Cavitación (CAF) y de los reactores biológicos de la planta de tratamiento de aguas residuales, para la carga orgánica a procesar.
9. Evaluar como afectan los cambios realizados en el CAF y los reactores biológicos sobre el digestor biológico de la P.T.A.R.

ANTECEDENTES

En esta sección se presentan los trabajos previos realizados en Productos EFE con el propósito tanto de disminuir las pérdidas en las líneas de producción, como para incrementar la capacidad de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (P.T.A.R).

Marques, P (2005), recolectó y analizó información acerca de las causas que generaban los desperdicios en las líneas de producción de productos EFE, S.A., para luego establecer prioridades en cuanto a las acciones a tomar para prevenir dichas pérdidas, observó que la línea que generaba más desperdicios era la que producía los Super Tornados (línea Viking) y recomendó hacer mantenimiento de la sección dosificadora de conos, debido a que en aquel momento se generaba el mayor porcentaje de desechos en dicha línea, también hizo recomendaciones en otras secciones de producción, como fue en la sección donde se producen los Sundaes (línea Flex-e-fill), en la cual era necesario el ajuste del molde donde se colocan los envases a ser llenados. Otra línea que analizó fue donde se elaboran los EFE Sándwich (línea Interbake), la cual generaba una cantidad apreciable de desperdicios y donde la prioridad de esta máquina era ajustar el envío de papel para envolver los helados, debido a que se utilizaba mayor cantidad del necesario, esto originaba desechos debido a que los helados quedaban mal envueltos, por último, recomendó hacer mantenimiento a las pinzas de la cadena transportadora de helados de la línea Straight Line la cual produce los Symphony Cookies'n Cream.

Ardila, D y Salvo, A (2006), realizaron inspecciones de nueve líneas de llenado y moldeado de helados, que presentaban pérdidas apreciables de materia semi-procesada y producto terminado. A partir de la información recaudada, detectaron las causas de desperdicio y elaboraron formularios, que permitían realizar registros de las variables que afectaban al proceso. Después de finalizar dichas inspecciones, propusieron algunas recomendaciones de acuerdo a los desperfectos que presentaban cada línea de producción. Para ese momento observaron que la línea que producía mayores pérdidas era la Straight Line, en la cual se producían los Symphony Cookies'n Cream, la barra de Yogurt y las

Delicatesses debido a la ausencia de pinzas en la cadena transportadora de helados. Otra línea que también generaba desechos, era donde se elaboran los helados Super Tornados (línea Viking), para éstas y el resto de las líneas que inspeccionaron, recomendaron realizar inspecciones y mantenimiento preventivo de las máquinas que operan en cada línea, debido al mal uso de los operarios, lo cual implicaría incurrir en los mismos defectos.

Ramirez, D (2008), evaluó la capacidad de la planta de tratamiento de aguas residuales, debido a un incremento en la producción de la planta de Productos EFE S.A., para ello realizó un levantamiento completo de la información de la planta, esto incluyó revisión de planos, DFP (Diagramas de Flujo de Procesos), memorias descriptivas, memorias de cálculos, manuales de operación y especificaciones de equipos y unidades de proceso instaladas. Posteriormente, examinó el funcionamiento de cada unidad que conforma la planta, y en función de sus resultados, hizo las sugerencias necesarias para garantizar la eficiencia de los mismos. Según sus resultados, hidráulicamente la planta, puede procesar el caudal actual que ingresa a la misma, debido a que está por debajo del caudal promedio de diseño. En cuanto al caudal que estimó que debería procesar la planta a futuro, es posible ya que es menor al caudal máximo de diseño. Por otro lado, en los actuales momentos, la carga orgánica supera los valores de diseño, y la cual aumentará a futuro debido a que ésta depende del caudal y la DBO que se tenga para el momento, problema crítico que es necesario resolver.

De sus resultados, recomendó hacer estudios de los procesos productivos, materia prima empleada, cantidad de efluentes generados, y plantear todos los procedimientos necesarios para minimizar esta carga que finalmente tiene como destino su tratamiento en la P.T.A.R.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

En esta sección, se presentan los conceptos básicos que se deben tener acerca de la producción de helados, la obtención y tratamiento que se les debe dar a los efluentes residuales que se generan, lo cual es importante para el entendimiento de los objetivos propuestos en el presente trabajo especial de grado.

El proceso productivo en Productos EFE S.A., se fundamenta en la realización y fabricación de helados basándose en los siguientes factores:

El helado es una emulsión acuosa aireada congelada. La fase acuosa contiene: azúcares, proteínas, saborizantes, emulsionantes, estabilizantes. La fase gaseosa representa aproximadamente el 50 % del volumen del helado. (Scheibler, 2008).

Los helados se fabrican a partir de una emulsión estabilizada (mezcla) que, mediante un proceso de batido y congelado rápido, produce un producto cremoso de textura suave y agradable al paladar, (Scheibler, 2008).

2.1. Componentes del helado.

Agua: Es el componente congelable de la mezcla. Su presencia está dada por su incorporación a la mezcla y por la adición de productos que la contienen como: leche, crema, jugos, etc. Siempre se deberá utilizar agua potable que cumpla con las disposiciones oficiales para ella: físicas, químicas y microbiológicas. Por ser el único componente congelable tiene un papel fundamental en la textura del helado, siendo suave cuando los cristales de hielo son pequeños y arenoso cuando son grandes. Los cristales constituyen el agua congelada y la parte no congelada se denomina agua libre. Si esta se congela sin agitación durante el estacionamiento del helado en cámaras produce una textura escarchosa. Esto, como se indicará más adelante, se regula con los sólidos solubles y, fundamentalmente, con estabilizantes (Scheibler, 2008).

Lácteos: La leche constituye el elemento fundamental en la composición del helado, por lo cual la calidad del helado dependerá de la calidad de la leche. Puede ser leche fluida fresca o pasteurizada; entera o descremada; en polvo entera o descremada.

La leche es la fuente de sólidos no grasos (SNG) del helado y lo que le otorga cuerpo, sabor, estabiliza la emulsión y contribuye a la correcta distribución del aire durante la etapa de congelación y batido de la mezcla. Sin embargo, el exceso de SNG puede producir una textura arenosa debido a la cristalización de la lactosa (Scheibler, 2008).

Materia Grasa: Otorga al helado riqueza, cuerpo, cremosidad y reduce la sensación de frío. Pero su exceso vuelve al helado empalagoso y muy pesado.

Azúcares: Realzan los sabores, otorga textura suave, regula el punto de congelación. Un helado con 10% o menos a -15°C es tan duro que no se lo puede manejar y con 30% o más, da una masa demasiado blanda. Para regular la textura y los sólidos solubles es conveniente reemplazar parte de la sacarosa por dextrosa que tiene menos dulzura y, además, como regulador del punto de congelación de la mezcla es más eficiente. Los azúcares son la fuente más económica disponible de sólidos solubles (Scheibler, 2008).

Agentes de Relleno: Son componentes que buscan mejorar la apariencia y el resto de las propiedades organolépticas del producto. Estos se encuentran regulados por su contenido calórico y entre los más conocidos se hallan las virutas de chocolate, frutos secos, maní, almendras, galletas, licores, jarabes y mermeladas, (Ardila y Salvo, 2006).

Emulsionantes: Se utilizan fundamentalmente mono y di glicéridos de los ácidos palmítico y/o esteárico, lecitinas y polisorbatos. Sus funciones primordiales son las siguientes (Scheibler, 2008):

- Ayudan a estabilizar la emulsión de la mezcla.
- Promueven una desestabilización controlada de la mezcla durante la congelación lo que provoca que la grasa solidificada se aglomere sobre y dentro del glóbulo de aire.
- Se concentran sobre la superficie de la grasa y forman parte en la unión mediante puentes de hidrógeno con el agua, o grupos polares del estabilizante o de las proteínas lácteas.
- Produce agregados de caseína alrededor de los glóbulos de grasa.

- Ayuda notablemente a la aireación de la mezcla durante el congelado.

Estabilizantes: Son hidrocoloides de origen vegetal, animal o semisintéticos. Sus funciones son:

- Retardar el crecimiento de los cristales de hielo: Uno de los mayores factores que afectan la textura del helado es el tamaño de los cristales de hielo. El tamaño límite de detección es de aproximadamente entre 30 – 40 micrones. El tamaño de los cristales de hielo que se producen depende fundamentalmente de la velocidad de congelamiento (Scheibler, 2008).

La cantidad de hielo formada depende de la temperatura y de los sólidos solubles (especialmente azúcares). A medida que se enfría el helado durante el almacenamiento (o endurecido), la cantidad de agua cristalizada aumenta siguiendo una curva logarítmica.

- Aumentan la viscosidad de la mezcla: Hay una viscosidad óptima para que la mezcla mantenga el aire. Por encima de esa viscosidad, es difícil incorporar aire por batido.

En la selección del estabilizante, se debe tener en cuenta la facilidad con que permiten procesar las mezclas en los procesos de pasteurización, pues una viscosidad demasiado alta retardará notablemente el paso de la misma a través del pasteurizador.

- Permiten que el producto congelado mantenga su estructura durante el choque térmico: Esto se debe fundamentalmente, a las propiedades gelificantes que tienen algunos hidrocoloides usados en los estabilizantes. La ruptura de la estructura del helado produce pérdida del aire y desinflado (Scheibler, 2008).
- Dar una textura suave y uniforme: Los estabilizantes, dan una viscosidad alta a la solución existente entre los cristales, lo que favorece al cuerpo del helado y que normalmente se podría obtener con un gran exceso de SNG. La viscosidad de esta solución, también hace que los pocos cristales grandes que existan no sean detectados por el paladar.
- Prevenir la cristalización de la lactosa: Durante el enfriamiento rápido (endurecimiento) del helado, los azúcares de la fase acuosa se concentran y podrían cristalizar, debido a la adición del estabilizante se forma una estructura vítrea. Lo cual se debe a que la presencia

de un hidrocoloide (el estabilizante) cuyas largas cadenas poliméricas interfieren en la formación de la red cristalina de los azúcares (Scheibler, 2008).

2.2. Clasificación de los helados.

De acuerdo a su composición, ingredientes y características, los helados que se elaboran en Productos EFE, S.A., se clasifican en (COVENIN 2392:1997):

- Helados de Crema: son mezclas de proteínas y al menos 3% en peso de grasas, las cuales pueden proceder de la leche u otras fuentes.
- Sorbetes: son preparados con proteínas de leche y grasas de lácteo o vegetal, con adición de esencias naturales y/o artificiales. Su sabor está dado por alguna fruta en la mayoría de los casos, y su textura viene dada por el contenido de grasas.
- Helados de Agua: constituidos por agua principalmente, azúcar y sabores artificiales o proporcionados por pulpa de frutas, por lo cual no presentan grasas y proteínas.
- Helados de Yogurt: son a base de ingredientes lácteos pasteurizados, con adición de cultivos productores de ácido láctico.

2.3. Proceso de elaboración de helados.

Para la producción de los helados, la materia prima pasa a través de varias secciones donde se elaboran las cremas y mermeladas requeridas para los diferentes tipos de helados, después de la obtención y almacenaje de estas se envían a la planta donde se realiza el proceso de llenado y moldeado de los helados, para posteriormente ser empacados, congelados y distribuidos.

En la Figura N° 1 se muestra el diagrama de bloques del Proceso de Elaboración de helados que se emplea en Productos EFE, S.A.

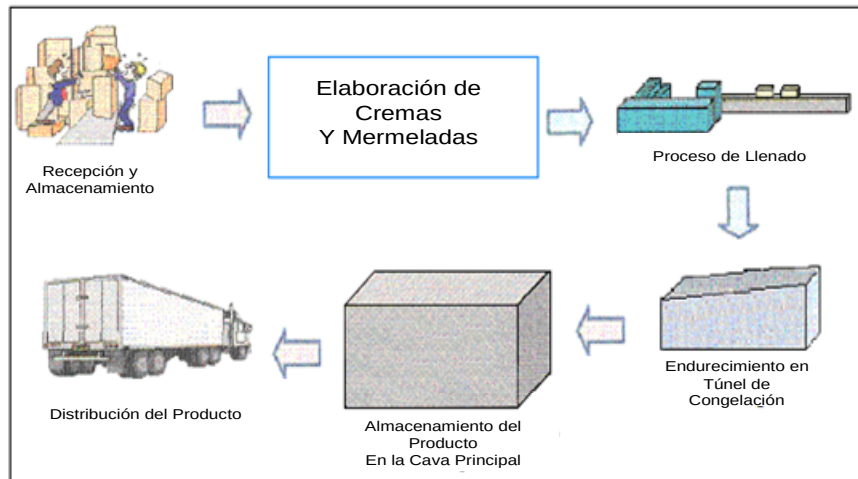


Figura N° 1. Diagrama del Proceso de Elaboración de helados (elaboración propia).

2.3.1. Recepción y Almacenamiento

La materia prima necesaria para la elaboración de todos los helados, llega a la zona de recepción de la empresa, en camiones procedentes de diversos proveedores. La mantequilla y las pulpas de frutas son conservadas a $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$; mientras que el resto de los materiales, son almacenados a temperatura ambiente, en un almacén seco y techado.

2.3.2. Sección de Cremas.

En la Figura N° 2 se presenta el esquema para la elaboración de cremas en Productos EFE, S.A., el cual presenta una serie de etapas que se describirán a continuación.

2.3.2.1. Mezclado.

El mezclado, se realiza en tanques constituidos por agitadores helicoidales, y una doble camisa por la cual circula el vapor procedente de la caldera. Aquí son incorporados una a una, toda la materia prima necesaria para la elaboración de las cremas. Primero, se añaden todos los ingredientes solubles en agua como son la leche, suero, cacao y aditivos, se empieza a calentar y se le incorpora el azúcar junto con el estabilizante, para evitar que este último se aglomere y no se disuelva, además del color, las esencias y la grasa, y se espera hasta que la mezcla alcance una temperatura entre $50 - 60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

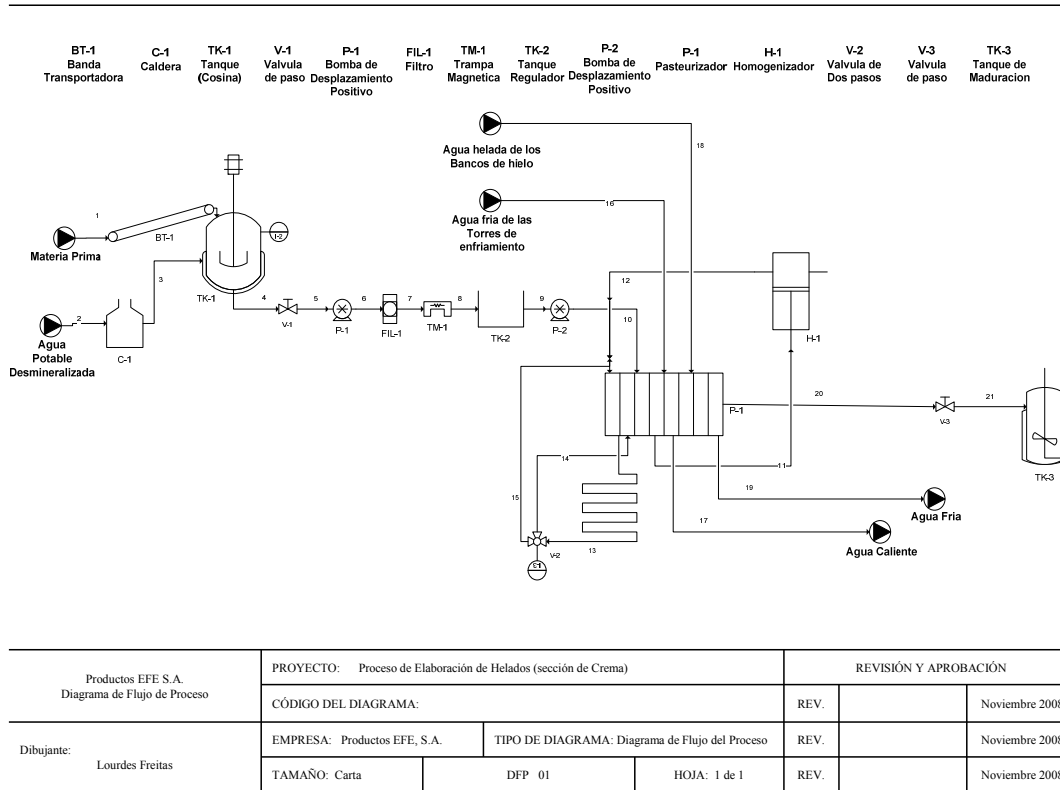


Figura N°. 2. Diagrama de Flujo del Proceso de Elaboración de Cremas. (Elaboración Propia).

2.3.2.2. Filtrado.

Una vez finalizado el mezclado, la crema es succionada hacia un sistema de filtros verticales. En la primera fase, se retienen las partículas que no se disuelven con el mezclado, tales como grasa, grumos y restos de otras materias. En la segunda fase, pasa por discos de menor diámetro que retienen partículas de menor volumen que las anteriores.

2.3.2.3. Precalentamiento.

La crema filtrada entra en un tanque provisto de un flotador el cual permite regular el flujo de crema dosificada a un intercambiador de calor de placas, donde la temperatura de la mezcla asciende a unos 60° C en un sistema de flujo a contracorriente.

2.3.2.4. Homogenización.

Mediante el homogeneizador, se le ajusta la presión a la crema que se está elaborando, ocurriendo la ruptura de los glóbulos de grasa, y formándose la emulsificación de la mezcla. Este proceso, junto con los emulsificantes añadidos, previene la aglutinación de la grasa en el transcurso de la congelación.

2.3.2.5. Calentamiento, Pasteurización y Enfriamiento.

Luego la mezcla es calentada, hasta que alcanza una temperatura entre 80° y 83°C, para continuar hacia la pasteurización de la misma. Durante la pasteurización, se eliminan los microorganismos patógenos, garantizando la calidad higiénica del producto, para pasar por los procesos de pre-enfriamiento y enfriamiento en los que la mezcla alcanza entre 35° ó 40°C y 0°C, respectivamente.

2.3.2.6. Maduración ó Almacenamiento.

Esta etapa, se lleva a cabo en tanques provistos de agitadores mecánicos y una doble camisa, por la que circula amoníaco para mantener la mezcla uniforme y a temperaturas que oscilan entre los 4 y 5°C.

2.3.3. Sección de Mermeladas.

En esta sección, se producen todas las mermeladas y coberturas que son requeridos en planta. El esquema de elaboración se representa en la Figura N° 3.

Los tanques empleados en esta sección para el mezclado, son iguales a los utilizados en la sección de cremas, la única diferencia es que éstos son de menor tamaño. En estos tanques, se adicionan uno a uno todos los ingredientes comenzando con el agua y mezclando continuamente. Luego de que todo esté bien mezclado, se permite el paso de vapor de agua a través de la camisa del tanque hasta que este alcanza aproximadamente unos 80°C. Después dicha mezcla se pasa a través de un homogenizador (en el caso de ser una cobertura) y es almacenado en bolsas en la cava, si es mermelada, la mezcla es pasada a través de un pasteurizador y enviada a un tanque de maduración. El funcionamiento

tanto del homogenizador como del pasteurizador son iguales a los equipos utilizados en la sección de cremas.

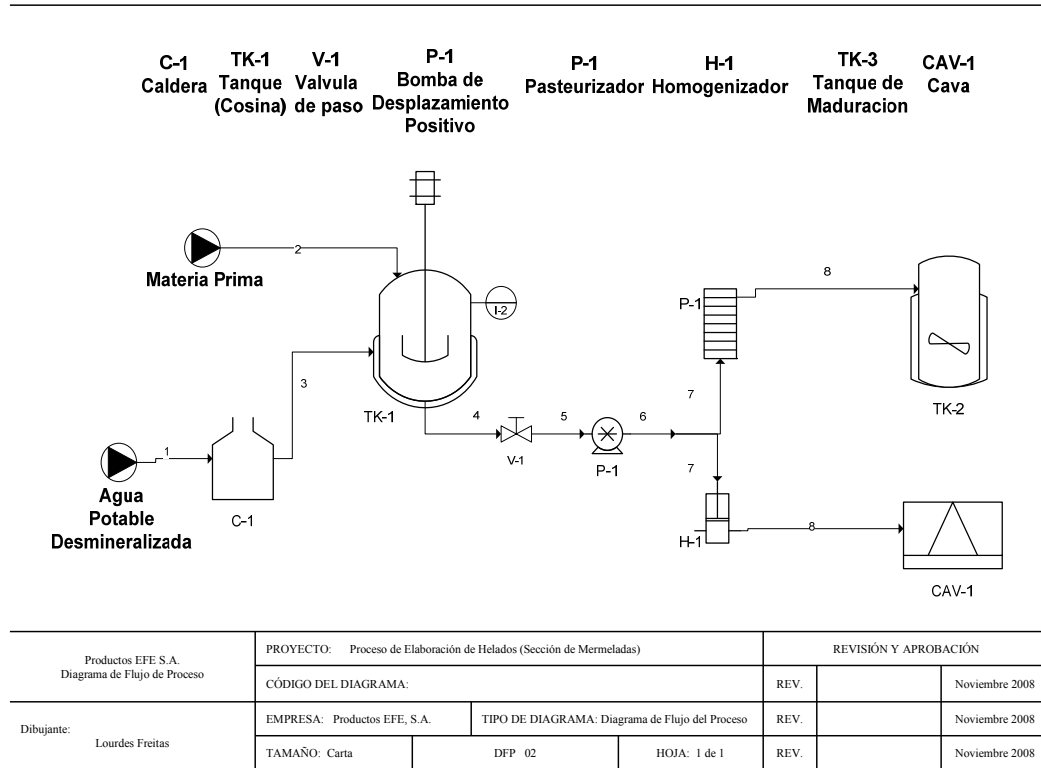


Figura N°. 3: Diagrama de Flujo del Proceso de Elaboración de Mermeladas. (Elaboración propia).

2.3.4. Llenado y Moldeado de helados.

Esta etapa se lleva a cabo en la planta de producción, donde se produce el llenado, moldeado y empacado de los helados. Aquí es donde se produce el mayor afluente de desechos líquidos que alimenta a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales P.T.A.R., por ello es necesario del conocimiento operativo y funcionamiento de los equipos para poder implementar nuevas operaciones que conduzcan a una minimización de los desechos líquidos.

Un procedimiento común para todos los helados, es el acondicionamiento de la crema, la cual es suministrada a un congelador continuo, donde es acondicionada con aire y bajas temperatura para proporcionarle las características y consistencia necesaria, por ello, a la

salida del congelador, esta es purgada hasta que el operador observa que ya adquirió estas propiedades, dichas purgas son almacenadas en bolsas y enviadas a la cava para poder ser usadas nuevamente en sala de cremas, a estas purgas se les denomina re-proceso (re-work).

Debido a que en esta zona, es donde se producen la mayor cantidad de desechos líquidos, es importante detallar cada una de las secciones de la planta de producción de helados.

- Sección de helados especiales (Straightline). es un equipo extrusor, en el cual se elaboran los Symphony Cookies'n Cream 122 cc y los EFE Life Paleta Bajas Calorías.

La crema proveniente del congelador, es moldeada con una boquilla especial que da la forma del producto a elaborar. El helado extruido se corta por medio de un alambre, se le coloca la paleta y se deja caer sobre un riel de bandejas, con espacio para tres helados por bandeja, dicha cadena realiza un recorrido por un túnel de congelación de 26 minutos a -42°C, para lograr la consistencia adecuada del helado y que éste no se deforme en el resto del proceso, una vez finalizado dicho recorrido, los helados son recogidos por una serie de pinzas, las cuales los transportan a una tolva dosificadora de cobertura, dicha cobertura se introduce manualmente en un tanque pulmón, el cual tiene la finalidad de bombearla a la tolva y mantenerla en constante movimiento, para evitar su endurecimiento tanto en la tolva como en las tuberías, debido a que ésta tiende a endurecerse a bajas temperaturas. Luego, los helados se trasladan hasta una cadena donde la misma conduce a los helados a la embolsadora donde serán empacados. Este procedimiento es el mismo para todos los helados que se producen en esta sección.

- Sección de Familiares. Es una llenadora manual, en donde se producen todos los helados de envases de medio litro en adelante, las copas y los Symphony's.

El llenado se realiza de forma manual, y la crema pasa del congelador a través de una tubería directo al envase; si el helado a producir contiene agentes de relleno, se les añade a su paso por la línea antes de llenar los envases. Los equipos empleados para tales fines serán bombas o mezcladores en línea.

- Sección de Pastelería. Se producen todas las tortas EFE y para ello se hace uso de una llenadora.

En esta sección la máquina consta de varias boquillas llenadoras, a las cuales dependiendo de la torta a elaborar, se les conecta por medio de tuberías a los congeladores o tanques, donde se encuentran las cremas o mermeladas respectivamente, aquí las bases de las tortas son colocadas por un ayudante al inicio de la llenadora.

En esta sección también se encuentra la llenadora Interbake que elabora los helados EFE Sandwich. Dicha máquina está dotada de una boquilla rectangular que dosifica la crema y de dispensadores de galletas. El llenado y moldeado de este tipo de helado, se inicia con la inserción de la crema extruida rectangularmente y alineada entre dos galletas. Posteriormente, el helado es llevado en una cinta transportadora a la sección de empaque y sellado, donde es envuelto rápidamente y agrupado en empaques de seis unidades. A continuación las cajas son codificadas y protegidas por una película polimérica, que sella el empaque a su paso por la termoselladora. Finalmente, son trasladados al túnel de congelación y luego almacenados en la cava.

- Sección de Rollos. En esta sección, se elaboran todos los helados de paleta. Son máquinas de tipo rotativo, que funcionan por estaciones, la primera estación es de moldeado donde se inyecta la crema en el molde, en la segunda estación se inserta el palito de madera al helado (estación de paletización) y en la última estación, se extrae el helado del molde mediante pinzas, las cuales transportan a los helados a una cadena, que los envía a la embolsadora, donde son empacados y posteriormente enviados al túnel de congelación para luego ser distribuidos. Este equipo, tiene un sistema de enfriamiento y calentamiento en su interior el cual permite llevar a cabo eficientemente las tareas en cada estación.
- Sección de Fornarollis. En esta sección, se producen todos los helados de tinitas (golazos, batazos, piñatas, cachorros, tinitas de mantecado y chocolate, merengada). Las llenadoras operan por estaciones, siendo su primera estación el dispensador de las tinitas, seguido del llenado de las mismas con la crema requerida para el producto en fabricación, si este helado llevase algún tipo de agente de relleno se agregaría en la siguiente estación, por

último se encuentra la tapadora la cual emplea un sistema de aire a presión para ajustar la tapa de la tinita.

- Llenadora Viking. En esta máquina, se hace el llenado de los helados de barquilla (Super Tornado y Super Tornado Choco-Fudge). Esta llenadora, consta de una cadena compuesta de bandejas, las cuales poseen los moldes en donde son introducidos los conos, por la acción de un dispensador, para realizar un recorrido que consta de varias etapas. En la primera etapa, se rocía la cobertura de chocolate mediante un difusor, para evitar el ablandamiento de la barquilla por causa de la crema, en la segunda etapa se hace el llenado con crema y mermelada, esto se logra inyectando la mermelada justo antes de la dosificación de la crema. La siguiente estación, se encarga de volver a rociar cobertura de chocolate y por último, es colocado el maní en trozos. Luego se colocan las tapas y se rectifica lo que queda sobrante del cono de papel. Para luego, ser pasados por el túnel de congelación y posteriormente ser almacenados en la cava.
- Llenadora Flex-e-fill. Este equipo de tipo rotativo y de funcionamiento neumático, se encarga del moldeado, llenado y decorado de los Sundaes de Fresa y Chocolate. En este proceso, la operación se inicia con el suministro de los vasos en la línea de producción, seguidamente y de forma sucesiva la dosificación de sirop en el fondo, la crema y el sirop de tope. Finalmente, se tapan los vasos y son trasladados por una cinta transportadora a través de un detector de metales, luego estos helados son enviados al túnel de endurecimiento y posteriormente son almacenados en la cava.

2.3.5. Endurecimiento

Todos los helados pasan a través de un túnel de congelación, mediante una correa giratoria. El túnel tiene una temperatura de -35°C , y su finalidad es acelerar la congelación de los helados, antes de ser almacenados.

2.3.6. Almacenamiento

Una vez ya endurecidos los helados, son almacenados en la cava principal hasta su despacho para la venta. Dicha cava presenta una temperatura que oscila entre los -30 y -23°C.

2.3.7. Distribución.

En esta etapa, los camiones encargados de la comercialización de los helados a los distintos centros de distribución, reciben la mercancía en el patio de carga de la empresa. Aquí la temperatura debe ser aproximadamente -18°C, para ello los camiones están provistos de una cámara aislada y previamente refrigerada antes de cargar la mercancía.

En todas las estas etapas descritas anteriormente, que son necesarias e imprescindibles para la producción de helados, se producen una enorme cantidad de desechos líquidos, los cuales son recogidos por una red de desagüe, que desembocan en tanquillas en donde son almacenados dichos efluentes, para luego ser enviados a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (P.T.A.R.) y así poder darles el tratamiento adecuado, para ser descartados a la red cloacal, de acuerdo a la normativa ambiental (Decreto 883, 1995). A estos efluentes líquidos también se les anexa las aguas residuales originadas en el lavado de las cestas y en el cuarto de basura donde se encuentra la compactadora.

Productos EFE, S.A., tiene como desechos líquidos, un agua residual libre de elementos tóxicos. Esta tiene carga orgánica y sólidos principalmente, aparte de un aporte en nutrientes (nitrógeno y fósforo) que son removidos en el proceso de tratamiento de aguas residuales. (Isern, A., 1999).

2.4. Tratamiento de Aguas Residuales

Una planta de tratamiento de aguas residuales, es una combinación de unidades de proceso ubicadas de cierta manera, para lograr un resultado deseado. Hay diversas combinaciones que pueden ser empleadas, para conseguir el mismo grado de tratamiento. El problema del

diseño, es determinar cual arreglo de las unidades conviene para un sistema determinado. (Parker, H. W., 1975).

Para el entendimiento de la necesidad de un tratamiento previo, a la descarga de agua cruda a un cuerpo de agua, es necesario conocer las características de las mismas y el efecto negativo que éstas producen a las masas de aguas receptoras. Por ello, debe realizarse una breve descripción de estas aguas residuales, así como de las características y parámetros físicos, químicos, biológicos e hidráulicos y el método de tratamiento de las mismas.

2.4.1. Aguas Residuales

Toda corriente o cuerpo receptor de aguas residuales, posee una capacidad limitada para asimilar las cargas orgánicas contaminantes, descomponerlas y completar el proceso de autpurificación hasta alcanzar su estado original, y lo lleva a cabo la naturaleza por medios físicos, químicos y biológicos. Cuando las cargas contaminantes superan la capacidad del receptor, se está promoviendo la destrucción total de la flora y la fauna. Es por esto, que se hace necesario aplicarle al agua residual tratamientos correctivos que sean eficientes y al menor costo posible.

Los contaminantes presentes en el agua residual, usualmente son una mezcla compleja de compuestos orgánicos e inorgánicos. Es normalmente impráctico, casi imposible, obtener un análisis completo de dichas aguas (Ramalho, R. S., 1977). Por ello, se destacan ciertos parámetros de diferentes ámbitos, que son esenciales conocer para poder controlar la eficiencia del tratamiento necesario para dichas aguas.

2.4.2. Características y Parámetros Físicos.

Las principales características físicas de un agua residual, son su temperatura, color, conductividad y su contenido de sólidos (Sánchez, R., Najul, V., Alberdi, R., Henry, B., Mata, A. 2008).

La temperatura, es un parámetro que se relaciona con los niveles de solubilidad de las

diferentes variables, particularmente en el caso del oxígeno, el cual es muy importante en el proceso aeróbico. Es uno de los factores ambientales, que más afecta a los sistemas de tratamiento biológico (Sánchez, R., 2008).

Los sólidos totales, incluyen tanto el material orgánico como el inorgánico. Los sólidos que pueden ser removidos por un papel de filtro, representan la mayoría de los sólidos suspendidos presentes en el agua. Mientras que el agua filtrada contiene los sólidos disueltos y los coloidales (Parker, H. W., 1975).

Las Fracciones fijas y volátiles, son indicadores de contenido de materia inorgánica y orgánica respectivamente, y representa una gran ayuda al momento de definir alternativas de tratamiento (Sánchez, R., 2008).

Los sólidos suspendidos, es el material filtrable no disuelto y ocasionan el color aparente del agua. Estos contribuyen significativamente a la turbiedad del agua, y permiten cuantificar la masa microbiana en el sistema biológico, así como para el control y medición de la eficiencia del sistema de tratamiento (López Loyo, R., 2007).

Los sólidos sedimentables, son aquellos que sedimentan por gravedad en un tiempo específico (López Loyo, R., 2007), sirven de indicadores del volumen de lodo en condiciones de reposo o estancamiento (Sánchez, R., 2008).

Los sólidos disueltos, son el material no filtrable que se encuentra suspendido en el seno del líquido, interfieren con la transferencia de gases y penetración de luz ocasionando el deterioro de las condiciones estéticas de los cuerpos de agua, además de ser los causantes del color real del agua.

La conductividad, es una medida de la capacidad del agua para transportar corriente eléctrica, relacionada específicamente con la concentración de iones, es de gran aplicabilidad para detectar variaciones en la composición del agua, en lo que respecta a sólidos disueltos.

El color que presenta el agua ,puede ser de origen mineral u orgánico, y es causado tanto por sólidos como material coloidal. El color aparente es causado por sólidos suspendidos, mientras que el color real es debido a la presencia de material coloidal y sólidos disueltos.

2.4.3. Características y Parámetros Químicos.

Las principales características químicas del agua son:

El pH que representa el carácter ácido o básico de una corriente, es un parámetro fundamental y necesario ya que dependiendo del valor, por ejemplo valores extremos, se dificulta el tratamiento biológico e influye en los procesos químicos aplicados. El intervalo de pH adecuado para la proliferación y desarrollo de la mayor parte de la vida biológica, es bastante estrecho entre 6,5 y 8,5 (Metcalf & Eddy. 1991).

El Oxígeno Disuelto (OD), es requerido para la respiración aerobia de microorganismos y otras formas de vida acuática, su presencia está gobernada por la solubilidad del oxígeno, la presión parcial del gas en la atmósfera, la temperatura y la presencia de impurezas. La presencia de OD, previene la aparición de olores desagradables (Sánchez, R., 2008).

El material orgánico en las descargas (producción de helados), proviene principalmente de azúcares, lácteos, proteínas, carbohidratos y grasas presentes en derrames de producto, aguas de lavado, así como descargas de servicios sanitarios. La materia orgánica, está compuestas principalmente por moléculas de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre, y ésta a su vez puede clasificarse en: biodegradable (existen en el ambiente y pueden ser degradados por microorganismos) y no biodegradables (al no existir naturalmente en el ambiente, son de difícil degradación biológica) (Sánchez, R., 2008).

La Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO_{5,20}, define el oxígeno requerido por los microorganismos para estabilizar (degradar) la materia orgánica, durante un período de 5 días a 20°C., ésta representa la materia orgánica biodegradable (Sánchez, R., 2008).

La Demanda Bioquímica Carbonácea, es el oxígeno consumido por los microorganismos para llevar a cabo las reacciones de oxidación del carbón presente en la materia orgánica, síntesis del material celular e incluso obtención de energía a partir de las células producidas (Sánchez, R., 2008).

La Demanda Nitrogenada, permite determinar los requerimientos de oxígeno para lograr la oxidación del nitrógeno presente en el líquido residual a nitrato, este proceso de degradación se denomina nitrificación (Sánchez, R., 2008).

La Demanda Química de Oxígeno (DQO), define el oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica, utilizando el dicromato de potasio como agente oxidante. Puede interpretarse como una medida del contenido total de materia orgánica, tanto biodegradable como no biodegradable (Sánchez, R., 2008).

La biodegradabilidad de la materia orgánica, es estimada a través de la relación $DBO_{5,20} / DQO$, cuando se tienen relaciones bajas menores a 0,5. Esto sugiere la presencia de compuestos tóxicos, o necesidad de aclimatar a los microorganismos responsables del tratamiento, para permitir la degradación biológica, valores mayores a 0,5 demuestran que el efluente tiene altas posibilidades de ser degradado a través de un tratamiento biológico.

Los Aceites y Grasas presentes en el agua residual, forman parte también del material orgánico, éstos causan problemas en el sistema de tratamiento de las aguas que los contengan, formando una película que impide la penetración de la luz y el intercambio de oxígeno con la atmósfera, si éstas no se remueven en los procesos de tratamiento de aguas residuales antes de ser descargadas, podrían interferir con la vida biológica en la superficie de las fuentes receptoras. La rotura de las emulsiones aceitosas generalmente requiere de la acidificación y la coagulación (Metcalf & Eddy. 1991).

Los nutrientes, son elementos esenciales para el crecimiento de animales y plantas, éstos se dividen en dos grandes grupos: los macro nutrientes que están conformados por nitrógeno, fósforo y carbón (Parker, H. W. 1975) (sin dichos compuestos no existe vida celular) y los micro nutrientes como son cobalto, zinc, calcio, cobre, boro, entre otros. Los problemas de contaminación del agua, se asocian con mayor frecuencia con los macro nutrientes debido a que su descarga al ambiente acuático y en presencia de microorganismos autótrofos y luz solar estimulan el crecimiento de formas de vida no deseables, favoreciendo el proceso de eutrofización, así como descargas en cantidades excesivas al suelo, pueden contaminar las aguas subterráneas (Sánchez, R., 2008).

2.4.4. Características Biológicas.

Están orientadas a verificar la presencia de microorganismos, capaces de degradar la materia orgánica, e identificar organismos que permitan monitorear el proceso de tratamiento biológico y problemas operacionales.

Las aguas residuales, que contienen material orgánico en forma disuelta y suspendida, es aprovechada por los microorganismos para su crecimiento (multiplicación) y para procesos metabólicos (conservación), lo que permite remover esa materia orgánica del agua residual.

Los microorganismos y otros organismos biológicos, se encuentran involucrados en muchos de los problemas presentes en el tratamiento de aguas residuales, por ello, es necesario mantener un control en el funcionamiento de los mismos, creando ambientes propicios para su desarrollo. Los microorganismos requieren tejido vivo para poder crecer, estos tejidos son parásitos y son fundamentales para crear un ambiente de reproducción y crecimiento. Los microorganismos pueden ser plantas o animales. Las plantas son los virus, bacterias, hongos y algas. Los animales conformados por protozoarios, rotíferos y crustáceos (Parker, H. W. 1975).

2.4.5. Características Hidráulicas.

El caudal de agua residual a tratar y la cantidad de constituyentes a remover, son parámetros claves en el diseño de los procesos (Sánchez, R., 2008).

Tanto el caudal como la concentración de ciertos parámetros en el agua residual, deben mantenerse constante, debido a que esto afecta al tratamiento biológico, más específicamente a los microorganismos encargados de degradar la materia orgánica.

2.4.6. Métodos de Tratamiento de Aguas Residuales (Sánchez, R., 2008):

Operaciones Físicas: en éstas predomina la aplicación de fuerzas físicas, en la cual se incluyen el desbaste, la floculación, la sedimentación, la flotación y la filtración.

Procesos Químicos: llevan a cabo la eliminación o conversión de los contaminantes presentes en el agua residual, a través de la adición de productos químicos o por otras reacciones químicas. A esta categoría pertenecen la precipitación, transferencia de gases, la adsorción y desinfección.

Procesos Biológicos: permiten la eliminación de contaminantes, por medio de una actividad biológica. Dichas actividades, son aplicables en la remoción de materia orgánica biodegradable, la cual se transforma en gases, que pueden escapar a la atmósfera y en tejido celular biológico que puede eliminarse por sedimentación. Estos tratamientos también pueden ser utilizados para la remoción del nitrógeno y fósforo contenido en el agua residual.

2.5. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que opera en Productos EFE, S.A.

En la Figura N° 4, se muestra el diagrama de bloques de la planta de tratamiento de aguas residuales que opera en Productos EFE, S.A., seguido de la descripción de las unidades que conforman cada una de las etapas.

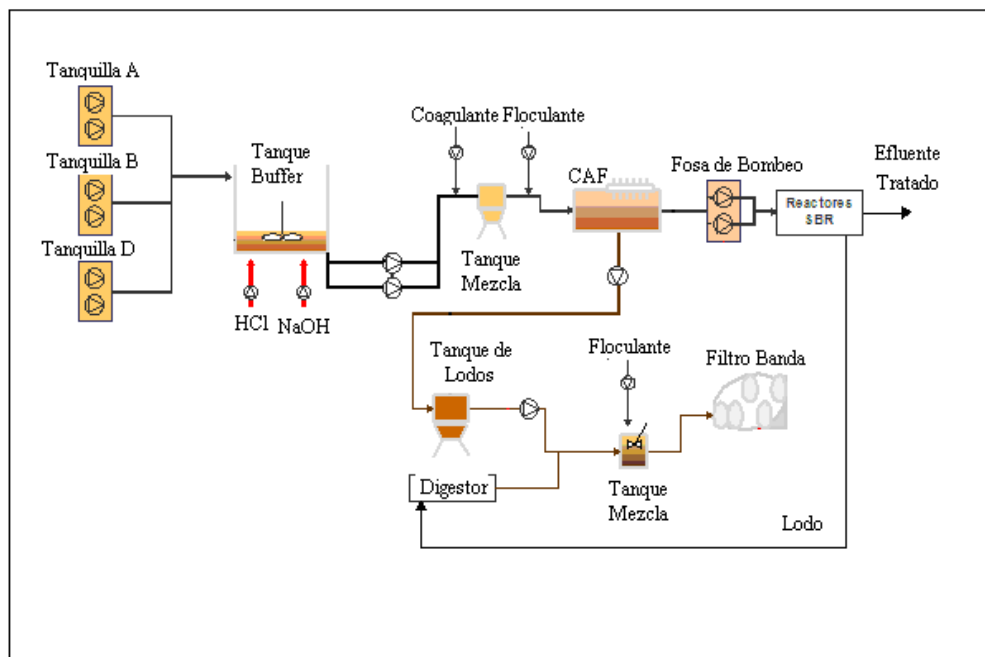


Figura N° 4. Diagrama de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que Opera en Productos EFE, S.A. (Productos EFE, S.A., Alimentos Polar).

2.5.1. Tratamiento Fisicoquímico.

- Sistema de desbaste. El sistema de desbaste, es la primera operación unitaria de toda planta de tratamiento, ésta puede ser una rejilla, una reja, un tamiz, una placa perforada entre otras. Su principal función, es eliminar los sólidos de mayor tamaño que llegan con el agua residual, para proteger todos los elementos mecánicos que estén ubicados aguas abajo.
- Tanque de Igualación – Compensación (Figura A-1, Apéndice A). Esta unidad, tiene como objetivo amortiguar tanto las variaciones de caudal como homogenizar la calidad del agua, de tal manera que permita enviar al tratamiento un efluente constante y con una calidad estable, esto se logra mediante un agitador en el fondo del tanque y de esta manera también se evitan los malos olores debido a condiciones aeróbicas (Ing. Janssen, Dominic. 1999).
- Neutralización (Figura A-2). En general, los efluentes industriales contienen materiales ácidos y básicos, los cuales alteran el pH y deben ser neutralizados antes de su descarga a los cuerpos de agua, previo a los sistemas de tratamiento biológico y previo a los tratamientos fisico-químicos, susceptibles a pH extremos (Sánchez, R., 2008).

La neutralización o control de pH, consiste en la adición de ácido a las descargas básicas o base a las descargas ácidas, a fin de mantener un pH cercano a la neutralidad.

En Productos EFE, S.A., el pH es controlado a través de la incorporación de soda cáustica (base), o ácido clorhídrico (ácido al 30%) según se requiera, con el fin de mantener el pH entre 6,5 y 8,5.

- Flotación (Figura A-3). Es un método de clarificación, donde el efecto del asentamiento por gravedad es anulado por las fuerzas de pequeñas burbujas de aire. Es usado para la separación de sólidos suspendidos, aceites, grasas, fibras y sólidos de baja densidad (Sánchez, R., 2008).

Para que las partículas floten hacia la superficie, es necesario que su gravedad específica sea menor que la del agua. Este proceso es promovido introduciendo burbujas de aire al

agua a tratar, ocurriendo la adhesión de las partículas, las cuales flotan hacia la superficie (Sánchez, R., 2008).

Para la buena eficiencia de un sistema de flotación, debe previamente existir un acondicionamiento químico por coagulación - floculación del agua a tratar que produzcan la desestabilización de los coloides (partículas o emulsiones), produciendo flóculos pequeños y livianos, que puedan flotar. Pueden emplearse sales metálicas y/o polímeros. Las primeras denominadas coagulantes, se encargan de desestabilizar las partículas coloidales sólidas o líquidas y los segundos denominados floculantes, promueven la formación de sólidos mayores, que puedan ser arrastrados más fácilmente por las burbujas.

En Productos EFE, S.A., el sistema de flotación empleado es por aire inducido (CAF), donde las burbujas son inyectadas por un mecanismo dispersante. La parte móvil del mecanismo que está sumergido en el líquido, fuerza el líquido a través de aperturas dispersantes, que crean una presión negativa (vacío). Esto impulsa el aire dentro del líquido causando el contacto líquido-gas deseado (Sánchez, R., 2008).

La unidad CAF, es un tanque rectangular dividido en cuatro secciones: la sección de aireación, donde se encuentra el aireador que funciona por cavitación; la sección de flotación (clarificación); el canal de descarga de sólidos con un tornillo sin fin, y el canal de descarga del agua clarificada con vertedero ajustable (Sánchez, R., 2008).

El agua residual entra en la sección del aireador, donde se inyectan las microburbujas. El aireador succiona aire del medio ambiente, lo conduce a través de una tubería hueca y lo expulsa por un propulsor que crea las burbujas. Estas microburbujas atrapan los sólidos en el agua y los conducen a la superficie. Una vez a flote, los sólidos son transportados a la sección de flotación.

De la sección de flotación, los sólidos, o sea las grasas, aceites y sólidos suspendidos y coloidales, son arrastrados por un sistema de paletas mecánicas y llevados al canal de descarga. En esta sección, el tornillo sin fin acumula los sólidos y los transporta a un

tanque de almacenamiento de lodo. Las paletas y el tornillo sin fin son activados por un motor reductor.

Los tubos de recirculación de la cámara de aireación, continuamente recirculan el agua de la sección de flotación a la sección de aireación. Este ciclo, evita la acumulación de sedimentos en el fondo del tanque y asegura una circulación continua.

El agua clarificada, fluye hacia un vertedero ajustable el cual controla el nivel de agua clarificada del tanque principal.

2.5.2. Tratamiento Biológico (Figura A-4).

Este tipo de tratamiento, somete a los líquidos residuales a la acción de organismos vivientes, que transforman la materia orgánica biodegradable (en especial materia orgánica disuelta) en compuestos estables, inofensivos a los receptores (Rivas Mijares, G. 1978).

Estos tratamientos son, esencialmente, procesos biológicos de oxidación en donde la materia orgánica putrescible es descompuesta –con la ayuda de biomasa en un medio controlado aerobio- en compuestos estables de composición más sencilla, al límite de transformar muchos de los complejos orgánicos (en especial proteínas y glúcidos) normalmente presentes en estas aguas residuales, en dióxido de carbono, agua y compuestos simples nitrogenados (NH_3 , NO_2 y NO_3) (Rivas Mijares, G. 1978).

Por tratarse de procesos biológicos, básicamente de oxidación, estos sistemas deben ser capaces de suministrar a la masa microbiana responsable de las transformaciones, el oxígeno molecular requerido para garantizar un ambiente aerobio (Rivas Mijares, G. 1978).

Dependiendo del tipo de tratamiento, se acostumbra a suministrar este oxígeno en formas diversas, las cuales serán expuestas al tratar los distintos procesos que se llevan a cabo en el tratamiento biológico de Productos EFE, S.A.

En Productos EFE, este tipo de tratamiento se lleva a cabo en reactores secuenciales por carga (SBR) donde la homogenización de caudales, aireación y sedimentación se logran

en un único reactor, el cual no es más que un sistema de lodos activados que opera con ciclos de llenado, reacción, sedimentación y descarga.

El proceso de lodos activados, consiste en una masa floculenta de microorganismos (biomasa) con una alta capacidad para la absorción de materiales coloidales y suspendidos, que luego son sintetizados y convertidos en compuestos inorgánicos (Sánchez, R., 2008).

El sistema de lodos activados, puede considerarse un medio acuático, colonizado por microorganismos muy variados, como bacterias, hongos, protozoos y metazoos pequeños. La agitación constante y la recirculación de los lodos hacen el medio inhóspito para la macrofauna acuática (Sánchez, R., 2008).

Las bacterias, junto con los protozoarios, constituyen los organismos más abundantes e importantes de este sistema.

La aireación en los reactores de lodos activados, tiene como propósito: suministrar oxígeno a las células, mantener las células en suspensión y mantener en contacto efectivo el sustrato con la biomasa (Sánchez, R., 2008).

Con la finalidad de hacer más fácil, la comprensión de los procesos que se llevan a cabo en cada fase de los reactores secuenciales por carga, se detallan a continuación cada uno estos.

Proceso aeróbico: tiene el propósito de obtener la energía necesaria para la síntesis de nuevo tejido celular, a partir de la utilización de la materia orgánica (compuesta por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufres y fósforo). Las bacterias son los organismos más importantes en este proceso, porque son excelentes oxidantes de la materia orgánica y crecen fácilmente en las aguas residuales, siendo capaces de formar una capa floculenta gelatinosa con buenas condiciones para la sedimentación (Sánchez, R., 2008).

Nitrificación: es un proceso en estado aeróbico de dos pasos que involucra dos grupos individuales de microorganismos, a saber las Nitrosomonas y Nitrobacterias. Este proceso, no remueve el nitrógeno de las aguas residuales. Este solamente lo convierte de una forma

de nitrógeno, a su estado de mayor oxidación. En presencia de oxígeno, el nitrógeno amoniacal (NH_3) se convierte a nitrito (NO_2) a través de las Nitrosomonas. El nitrito se convierte entonces a nitrato (NO_3) a través de las Nitrobacterias (Janssen, D. 1999).

Proceso anóxico: está definido como el conjunto de reacciones de reducción del nitrato a nitrógeno gas, y que se conoce como la desnitrificación en condiciones de ausencia de oxígeno libre. Entonces, el nitrógeno es removido de las aguas residuales por el proceso de desnitrificación, y es realizada por un amplio rango de microorganismos, colectivamente conocidos como heterótrofos, los cuales están presentes en la mayoría de los sistemas de tratamiento de aguas residuales. En ausencia de oxígeno estos heterótrofos convierten el nitrógeno de nitrato a nitrógeno gas (N_2). El nitrógeno gas, es como consecuencia liberado del reactor a la atmósfera (Janssen, D. 1999)..

Proceso anaeróbico: no hay presencia de oxígeno libre, y los microorganismos toman este de las moléculas de fosfato y carbonato, produciendo cargas gaseosas compuestas principalmente por sulfuros y metanos, este proceso es el causante número uno de los malos olores en las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Fases de los reactores secuenciales por carga.

- **Fase de Llenado/Mezclado.**

Antes del inicio de esta fase, el reactor se encuentra en condición estratificada. Donde se puede observar un sobrenadante clarificado y la porción del fondo del reactor que no se puede apreciar a simple vista, consiste en lodos sedimentados en el cual se encuentra la mayoría de la vida microbiana.

En la medida que la fase operativa de llenado/mezcla comienza, se inicia la adición de aguas residuales (sustratos) al reactor, donde el mezclador es activado y el sistema de suministro de aire permanece fuera de operación. Mientras continúen fluyendo aguas residuales al reactor, la condición de mezcla completa provoca la dispersión de la vida microbiana, ya existente en el reactor y de las aguas residuales entrantes a través de todo el reactor.

En esta fase la cantidad de material orgánico y la concentración de nitrógeno y fósforo presente en el reactor aumentan progresivamente, ya que todavía no se ha comenzado una fase aerobia en este ciclo y la degradación biológica del material orgánico en las aguas residuales es limitada.

En esta etapa se llevan a cabo los procesos anóxicos y anaeróbios. También sucede la liberación de fósforo, debido a la ausencia de oxígeno por tan largos períodos.

- **Fase de Llenado/Reacción.**

Durante la fase operativa de llenado/reacción, las aguas residuales continúan entrando en el reactor y el sistema de suministro de aire empieza a entregar oxígeno al sistema. El mezclador, continúa operativo manteniéndose un ambiente completamente mezclado. La introducción de oxígeno, convierte al reactor de un ambiente anóxico a un ambiente aeróbio.

En esta fase se lleva a cabo la oxidación (degradación) de la materia carbonacea (materia orgánica biodegradable), y el nitrógeno total pasa a su estado de mayor oxidación, o sea a nitratos.

En el inicio de las condiciones aerobias, los microorganismos captan el fósforo que previamente se liberó en la fase de llenado/mezclado, además del que viene en el agua residual cruda.

- **Fase de Reacción.**

En esta fase, se ha concluido el llenado pero se continúa la mezcla y la aireación, lo que proporcionan una oportunidad para la remoción de la mayor parte de los contaminantes presentes en el agua residual, produciendo concentraciones muy bajas en los efluentes de material orgánico ($DBO_{5,20}$), de nitrógeno total. Ya que la mayoría de la remoción del fósforo biológico, normalmente ya habrá tenido lugar durante la fase de llenado/reacción, la fase de reacción no tiene un efecto mayor en la concentración del fósforo total en los efluentes.

- **Fase de Sedimentación.**

El mezclador y la aireación son apagados en esta fase, por lo cual se produce un ambiente inmóvil en el reactor, el cual es ideal para la separación de sólidos y líquidos. En este momento, en las fases precedentes se ha logrado las reacciones bioquímicas para la remoción de los compuestos orgánicos, nitrógeno y fósforo. El reactor actúa como un clarificador estático, ya que no hay flujo. La sedimentación de los sólidos, no es afectada por la hidráulica del sistema.

- **Fase de Decantación.**

Después de haber logrado la separación de sólidos y líquidos, es necesario remover aproximadamente el mismo volumen de líquido que entró en el reactor en las fases de llenado/mezclado y llenado/reacción.

El retiro del sobrenadante, se realiza con un decantador flotante que permite subir y bajar con el nivel del agua. Esta unidad presenta un vertedero de salida y un sistema de descarga. La configuración del vertedero, suspendido bajo una estructura flotante, proporciona un punto de extracción de líquido clarificado justo debajo de la superficie del reactor. Dicho punto de extracción proporciona efluentes de la región más alta del reactor estratificado sin permitir que cualquier escoria o espuma de la superficie sea expulsado en los efluentes. La fase operativa de decantación, termina en un nivel de agua mínimo predeterminado que es controlado por un sistema de control de nivel.

- **Fase de Reposo.**

Esta fase se cumple en un período de tiempo no constante. La duración exacta, depende de aspectos hidráulicos específicos del sistema de tratamiento. El volumen recibido en un ciclo, será descargado por consiguiente en un período de tiempo establecido, después de la fase de sedimentación y el cual es constante para toda fase de decantación, que se cumpla en los reactores, debido a que no todas las fases de llenado/mezcla y llenado/reacción cargan el mismo volumen de agua residual, es decir, a veces el volumen de líquido cargado será mayor que otras, ocasionando que el tiempo real consumido para la decantación será a veces mayor que otras, por lo cual se presentan tiempos de reposo

mayores unos que otros. Todo esto, es para evitar el desfase de los reactores y que estos operen de forma secuencial, es decir, que los dos nunca se encuentren en la misma fase.

En resumen, es una fase operativa necesaria cuando un sistema de tratamiento requiere tratar una carga hidráulica variable en una base de tiempos de ciclo predefinida.

- **Fase de Desecho de Lodos.**

Estos sistemas, son dependientes del desarrollo de bacterias y otras formas de vida microbiana para lograr los objetivos de tratamiento. Como resultado de la degradación biológica de la materia orgánica, y la acumulación de material inerte presente en la mayoría de las aguas residuales, es necesario descargar ciertas cantidades de sólidos de los reactores para mantener una concentración apropiada de sólidos suspendidos en el licor mezclado del reactor, y para controlar la edad del lodo (tiempo de retención celular).

El lodo, tal como aparece después de la sedimentación y decantación, es altamente ofensivo por cuanto está constituido, mayormente por sólidos orgánicos muy inestables (putrefascibles). Además, aparece asociado con un alto contenido de humedad. El agua allí presente, se encuentra en un estado tal que su drenabilidad es muy limitada, al punto de requerirse tiempos muy apreciables para lograr una reducción de su humedad (Rivas Mijares, G. 1978).

Por ello, un proceso universalmente adoptado en las plantas de tratamiento de aguas residuales, para reducir el potencial ofensivo de los lodos y en parte su alto grado de humedad, es someterlos a un proceso denominado digestión, el cual tiene como objetivo fundamental el estabilizar parcialmente los complejos orgánicos presentes en los lodos que son de muy alta inestabilidad (Rivas Mijares, G. 1978).

En Productos EFE, S.A., estos lodos extraídos de los reactores son enviados a una especie de tanque, dotado con un sistema de aireación, denominado digestor biológico (Figura A-5), este opera de manera anaerobia y aerobia, es decir, no siempre está operativo el sistema de aireación. En esta unidad ocurre como primer paso la descomposición de los complejos más fácilmente biodegradables, apareciendo por ellos otros compuestos más simples tales como los ácidos orgánicos, carbonatos-ácidos, y si

existen en forma significativa ciertos compuestos sulfurosos. En una segunda etapa, aparecen el nitrógeno amoniacal, el dióxido de carbono, el metano, el nitrógeno y los sulfuros; de lo explicado anteriormente, se puede notar que en la primera etapa el proceso se lleva a cabo en ausencia de oxígeno (proceso anóxico) y la segunda etapa se divide en un proceso aeróbico (aparición de nitrógeno amoniacal, dióxido de carbono), anóxico (aparición de nitrógeno gas) y anaerobio (aparición de metano y sulfuros), en donde este último proceso no es deseado y se trata de controlar manipulando la inyección de aire a intervalos en los cuales se evite su aparición (Rivas Mijares, G. 1978).

Estas transformaciones traen como consecuencia (Rivas Mijares, G. 1978):

- Una reducción apreciable del contenido de la materia volátil originalmente presente en el lodo.
- Un aumento, consecuencial, de los sólidos fijos.
- Una reducción en el contenido de humedad de los lodos.
- Una mayor drenabilidad del agua aún contenida en los lodos ya digeridos.

2.5.3. Manejo de Lodos.

Los lodos, son el material removido en las diferentes operaciones y procesos que conforman la planta de tratamiento de aguas residuales, como son los aceites y grasas y partículas coloidales del sistema de flotación y la materia orgánica (tejido celular) del tratamiento biológico.

Estos lodos representan un problema, debido a que en ellos se concentran los constituyentes responsables del carácter agresivo del líquido residual sin tratar y el material orgánico, sólo que éste se encuentra en otro estado (microorganismos).

En productos EFE, C.A., los lodos que se originan en el sistema de flotación (CAF), junto a los lodos digeridos van a un tanque, donde se acumulan para luego ser prensados y obtener un lodo seco que se pueda disponer en bolsas como desechos sólidos. A estos lodos antes de ser prensados se les adiciona un polímero que permita la floculación de los mismos, para así facilitar y hacer más eficiente el trabajo en el filtro prensa.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

Con el fin de lograr los objetivos planteados en este proyecto, se siguió la metodología que a continuación se presenta.

3.1. Realizar los diagramas de flujo e instrumentación y tuberías de todos los procesos de producción de helados de la planta de Productos EFE.

Con la ayuda de supervisores y mecánicos, se realizaron inspecciones de todas las líneas de la planta de producción con la finalidad de conocer toda la instrumentación que las conforman, para luego poder efectuar la elaboración de los diagramas, mediante el uso del Microsoft Visio, los cuales se rigieron por las normas de la Asociación Americana de Instrumentación (ANSI).

Estos diagramas no presentan dimensiones, debido a motivos de seguridad de la empresa, la cual prohibió mostrar cualquier tipo de dato en los diagramas.

Las normas empleadas para la construcción de los diagramas, fueron:

- ANSI/ISA-S5.1-1984 (R1992), la cual regula la simbología para la realización de los diagramas de tuberías e instrumentación y diagramas de flujo del proceso, así como la asignación de una identificación (TAG) para cada dispositivo en el plano.
- ANSI/ISA-S5.5-1985, que regula de los símbolos para los planos DTI y DFP.

Además se realizaron revisiones de manuales, diagramas anteriores, bibliografía e internet.

3.2. Evaluar la materia prima para la elaboración de Productos EFE, S.A.

Para la materia prima más utilizada en Productos EFE, S.A., se reportó en una tabla las características de las mismas, para luego poder evaluar los cambios que se deberían realizar para disminuir la carga orgánica que estas aportan a las aguas residuales.

3.3. Realizar los balances de masa de cada proceso de producción de helados.

Para todas las secciones de la planta, se elaboró un formato (Tabla N° A-1, Apéndice A) en donde se recopiló toda la información necesaria, para luego a través de una hoja de cálculo, efectuar las operaciones requeridas para los balances de masa.

En los turnos donde no se pudieron recoger personalmente los datos, se les hizo entrega a los operadores de cada sección para que registraran los valores requeridos, de acuerdo con los diferentes productos a elaborar en dicho turno.

Para determinar el balance de masa general de cada sección, se construyó una hoja de cálculo. Para las secciones que presentaron mayores desperdicios se elaboraron en hojas de cálculo, los balances de masa de cada producto que se elabora en dichas secciones, para luego representar en gráficas y especificar cual línea y cual helado genera mayores cantidades de desechos.

3.4. Determinar la Demanda Química de Oxígeno (DQO) de los helados producidos así como del re-proceso generado en la planta Productos EFE para establecer la carga orgánica que va a la planta de tratamiento de aguas residuales (P.T.A.R.).

En diferentes días de producción se recolectaron tres muestras de cada tipo de helado, para ser analizados en el laboratorio, a través del método de Winkler o método colorimétrico a reflujo cerrado y determinar la carga orgánica de cada uno de ellos, estos fueron reportados en tablas (Tablas A-7, A-8 y A-9), con la finalidad de tener un valor aproximado de la carga orgánica (Tabla A-10).

Método de Winkler (Standard Methods).

- Preparación de los reactivos empleados.
 - Solución digestora: En un beaker de 1 L se colocaron 500 ml de agua destilada, 10,216 g de dicromato de potasio, estándar de primer grado, previamente secado a 103°C por 2 horas, 167 ml de ácido sulfúrico concentrado, y 33,300 g de sulfato de mercurio y se disolvió a temperatura ambiente para luego diluirlo a 1 L.

- Ácido Sulfúrico: En un beaker de 500 ml se agregó Sulfato de Plata, grado reactivo, cristales o polvo, a ácido sulfúrico concentrado en una proporción de 5,5 g de sulfato de plata por kilogramo de ácido sulfúrico.
- Equipos empleados: Vasos digestores (tubos de borosilicato), reactor, para operar a 150°C (Figura A-6), espectrómetro, para operar a una longitud de onda de 600 nm (Figura A-7).
- Procedimiento experimental
 1. Se obtuvo la curva de calibración (Tablas A-2 y A-3, Figuras A-8 y A-9), a partir de 6 muestras patrones formadas con ftalatato ácido de potasio con concentraciones equivalentes de carga orgánica entre 20 y 900 µg de O₂/L.
 2. Las muestras a analizar se homogenizaron durante 2 minutos en un mezclador (licuadora)
 3. Se hicieron dilución 10:100 de las muestras en agua destilada.
 4. Se agregó en un vial de vidrio colocado en posición inclinada (45°): 2,5 ml de la muestra diluida (2,5 ml de agua destilada para el blanco), 1,5 ml de la solución para digestión de dicromato de potasio, 3,5 ml de la solución de ácido sulfúrico – sulfato de plata (vertida cuidadosamente, de tal manera que se forme una capa de ácido debajo de la capa muestra/solución digestora).
 5. Se taparon y limpiaron los viales, asegurándose de que estuvieran bien cerrados, luego se homogenizaron cuidadosamente.
 6. Posteriormente se colocaron los viales en el reactor, previamente calentado a 150°C y se sometieron a reflujo cerrado durante 2 horas.
 7. Al finalizar el tiempo de reflujo se apagó el reactor y se colocaron los viales en la gradilla hasta que alcanzaran la temperatura ambiente.
 8. luego, se procedió a realizar la lectura en el espectrómetro a 600 nm.

Una vez obtenidos los valores obtenidos de DQO, fueron recopilados en tablas y posteriormente graficados.

Con la data de DQO, se elaboraron hojas de cálculo donde se determinó con la ayuda del balance de masa de producción, la carga orgánica que debería procesar la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, con la finalidad de mejorar la eficiencia de la misma.

3.5. Proponer y evaluar alternativas para reducir el re-proceso (re-work) y las pérdidas en la elaboración de helados en la planta Productos EFE.

Con las inspecciones que se realizaron de las diferentes secciones de la planta, se elaboró un formato en el cual se reportaron, las evaluaciones del funcionamiento de la maquinaria presente, así como las fallas en dichos equipos que producían pérdidas o generaban reproceso.

3.6. Establecer los procedimientos necesarios para el manejo adecuado de los desechos y del re-proceso (re-work) que se descartan a la P.T.A.R.

El producto intermedio que es descartado en la planta de producción como desecho líquido o reproceso (re-work), fue evaluado en cuanto a cantidad (balance de masa) y propiedades en la sección de calidad, encargada de evaluar las cremas empleadas para la producción de helados. En base a esto se propusieron los posibles usos que podría darse a dicho producto. Luego, estas opciones fueron validadas nuevamente con la sección de calidad de la empresa, para poder seleccionar cuales eran factibles económicamente y no disminuyera la calidad y reconocimiento de los productos elaborados en Productos EFE, S.A.

3.7. Estudio económico de costos-beneficios del proceso de producción de los diferentes helados, incluyendo los desechos y el re-proceso.

En la Tabla A-4, se reporta el costo de comercialización de cada uno de los helados en estudio, la cual va a ser empleada junto con los balances de masa, para efectuar en una hoja de cálculo, el procesamiento de todos estos datos y de esta manera obtener las pérdidas económicas generadas en producción, para posteriormente representar a través de figuras las pérdidas y ganancias ocasionadas.

3.8. Proponer y evaluar alternativas que garanticen la eficiencia tanto del Sistema de Flotación de Aire por Cavitación (CAF) y de los reactores biológicos de la planta de tratamiento de aguas residuales, para la nueva carga orgánica que deberán procesar.

Para conocer los parámetros de diseño con los cuales debería operar la planta de tratamiento de aguas residuales, y cumplir con los límites de descarga expuestos en el Decreto 883 a red cloacal, se revisó la memoria descriptiva de la misma.

A través de un muestreo de 24 horas, en las tres tanquillas que alimentan a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, se pudo observar como varían los parámetros en cada una de ellas, y formar una muestra compuesta de cada punto, a los cuales se les determinó sus características como sólidos totales, sólidos suspendidos, aceites y grasas y carga orgánica (DQO).

Dicho muestreo, se efectuó tomando alícuotas proporcionales al caudal, con intervalos de tiempo constantes, en donde se realizaron las mediciones de temperatura, oxígeno disuelto, conductividad y pH.

Los métodos de análisis que se emplearon para determinar las características de las muestras compuestas fueron:

Determinación de sólidos totales.

- Material empleado: Cápsula de porcelana, Estufa (Figura A-10), Desecador (Figura A-11), Balanza analítica (Figura A-12), Cilindro graduado, Estufa Baño Térmico (Figura A-13).
- Procedimiento experimental.

Preparación de la cápsula de evaporación.

1. Se calentó la cápsula de porcelana limpia en la estufa a 103 – 105°C durante 1 hora.
2. Posteriormente se dejó enfriar en el desecador para equilibrar la temperatura (20 min.).
3. Y por último se pesó la cápsula en la balanza analítica.

Determinación.

1. Se midieron 25 ml de muestra bien mezclada en un cilindro graduado y se transfirió este volumen medido en la cápsula de evaporación que se preparo con anterioridad.
2. Se evaporó la muestra en un baño de vapor hasta que se secó y se dejó enfriar la cápsula en el desecador.
3. Por último se peso la cápsula.

Después de obtener el peso de la cápsula vacía y con muestra se procedió a realizar el siguiente cálculo.

$$ST = \frac{(A - B) \times 1000 \times 1000}{VM} \quad (1)$$

donde:

ST: Sólidos Totales (mg/l).

A: Peso cápsula más residuo seco (g).

B: Peso cápsula vacía (g).

VM: Volumen empleado de la muestra (ml).

1000: Factor 1000mg/g.

1000: Factor 1000ml/l.

Determinación de Grasas y Aceites.

- Reactivos empleados: Hexano, Alcohol Isopropílico, Agua destilada.
- Material empleado: Balón de 500 ml, Cilindro graduado, Embudo de decantación, Embudo de filtración, Papel de filtro, Rota evaporador (Figura A-14), Estufa, Desecador.
- Procedimiento experimental:
 1. Se pesó un balón limpio y seco.
 2. Se colocaron 250 ml de la muestra a analizar en un embudo de decantación o separación y se le agregó 100 ml de hexano, se tapó y agito por 5 minutos, desalojando cuidadosamente los gases acumulados.

3. Posteriormente, se dejó reposar para que se formaran las dos fases, la superior es una emulsión donde se encuentra la grasa extraída por el reactivo y la inferior es la fase acuosa que se elimina.
4. Una vez eliminada la fase acuosa se agregó 30 ml de alcohol isopropílico y se agitó para romper la emulsión, luego se adicionó 100 ml de agua destilada y se dejó reposar hasta que se formaron nuevamente dos capas y se drenó.
5. Finalmente se filtró en el balón previamente pesado la capa cristalina de disolvente y se colocó en el rotaevaporador a 90°C hasta que se evaporó toda la muestra.
6. Seguidamente se llevó el balón a la estufa durante 1 hora a 103 -105°C y se dejó enfriar en el desecador durante 30 minutos y por último se volvió a pesar el balón.

Una vez obtenidos los pesos del balón con y sin muestra se procede a emplear la siguiente ecuación para obtener la cantidad de aceites y grasas presentes en la muestra.

$$Grasas = (P_{final} - P_{inicial}) \times \left(\frac{1000 \times 1000}{Vm} \right) \quad (3)$$

Donde

Grasas: Aceites y grasas (mg/l).

P_{final} : Peso final del balón (g).

$P_{inicial}$: Peso inicial del balón (g).

1000: Factor 1000mg/g.

1000: Factor 1000ml/l.

Se midió el caudal horario de entrada al buffer durante 24 horas y en cada medición se tomó una muestra, para determinar la DQO horaria y de esta manera poder determinar el valor de concentración media integrada de carga orgánica que presenta el efluente del tanque buffer, con el fin de obtener los parámetros actuales con los cuales debe operar la planta de tratamiento de aguas residuales que se encuentra en Productos EFE, S.A.

De los datos obtenidos de los análisis de los afluentes a las tanquillas A, B y D y de los efluentes del tanque Buffer, del CAF, y de los reactores biológicos, se elaboraron tablas, que posteriormente fueron graficadas para establecer el comportamiento de la planta.

3.9. Evaluar como afectan los cambios realizados en el CAF y los reactores biológicos sobre el digestor biológico de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Se elaboró una tabla, donde se reportaron los parámetros con los que opera actualmente el digestor biológico y se compararon con los parámetros de diseño, que aparecen en la memoria descriptiva, para ello se tomó en cuenta las normas registradas por el Ministerio del Poder Popular del Ambiente (MinAmb.).

CAPITULO IV.

RESULTADOS Y ANÁLISIS.

En la presente sección se muestran los resultados y sus análisis respectivos, obtenidos mediante la evaluación de todas las secciones de la planta de producción de Productos EFE, S.A. y de la caracterización de la planta de tratamiento de aguas residuales, todo esto realizado bajo la metodología expuesta con anterioridad.

4.1. Balances de masa de los procesos de producción de helados

El balance de masa general, de cada sección y línea de la planta de producción de Productos EFE, fue obtenido a partir del diagrama de bloque mostrado en la Figura N° 5, en el cual la crema que se alimenta al congelador de la respectiva línea o sección es la corriente de entrada, la corriente de salida es la producción generada, la corriente de re-proceso es toda aquella crema que no se empleo para la elaboración de helados pero no es descartada al drenaje, si no que es enviada a la sección de cremas para ser reprocesada, y por último la corriente de desecho, que representa la pérdida de crema que se produjo en dicha producción.

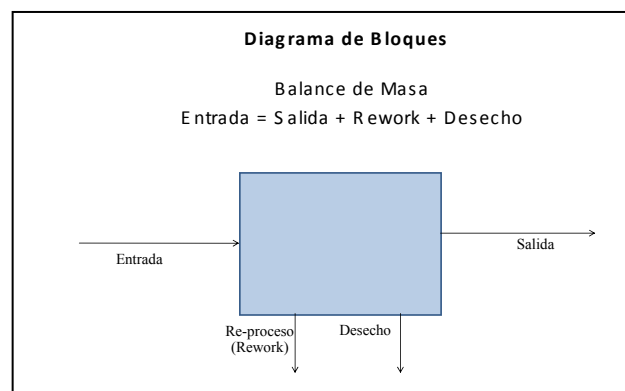


Figura N° 5. Diagrama de Bloque general de la producción de helados.

Los desechos (pérdidas, desperdicios) que se descartan a las tanquillas y que alimentan a la planta de tratamiento, por su alto contenido de carga orgánica, son los que representan un grave problema ya que a medida que pasa el tiempo se incrementan, por ello en estos balances de masa únicamente se indican los desechos originados y las respectivas producciones, para detallar que sección (línea) y tipo de helado ocasiona más desperdicios.

En la Figura N° 6 y Tabla N° 1, las secciones que presentan la mayor y menor producción son la de *familiares* y la de *helados especiales*, respectivamente, así como las que generan mayor y menor cantidad de pérdidas son las de *familiares* y *viking*, respectivamente. Aunque, la sección de *familiares* muestre la mayor cantidad de pérdidas en comparación con las otras de la planta, no significa que sea la línea con mayor cantidad de fallas en sus equipos, si no que debido a la alta demanda de los helados su producción es elevada y por ello es la gran generación de desechos. En cambio la línea que origina la mayor cantidad de desperdicios por presentar fallas es la de *helados especiales*, siendo ésta casi equivalente a la producción.

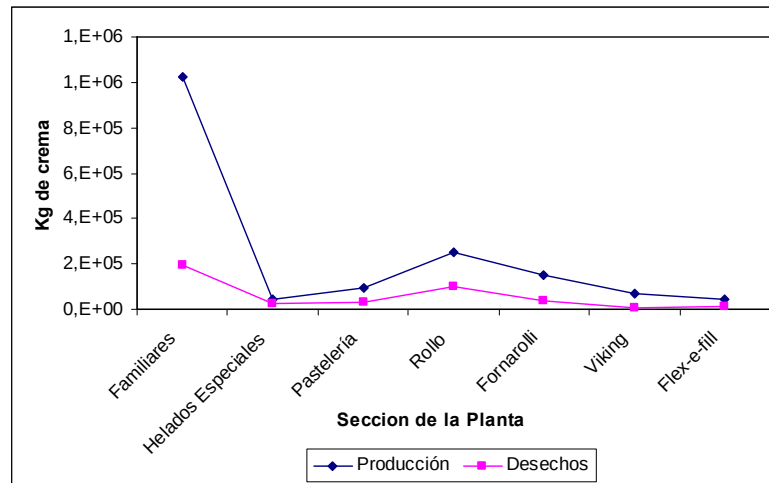


Figura N° 6. Balance de masa general de cada sección de la planta de Productos EFE, S.A.

Tabla N° 1. Balance de Masa general de cada sección de la planta de Productos EFE, S.A.

Sección de la Planta	Producción (Kg de crema)	Desechos (Kg de crema)
Familiares	1.023.523	196.918
Helados Especiales	45.408	25.856
Pastelería	94.668	31.348
Rollo	250.488	101.656
Fornarolli	153.877	40.042
Viking	68.787	3.624
Flex-e-fill	41.873	13.013

En la Figura N° 7 (Tabla A-5) se muestra el índice de merma (IM, producción/desechos) de las diferentes líneas de la planta de producción. Se puede observar que los mayores IM corresponden a las secciones de *helados especiales*, *rollo's* y *pastelería* con 57, 41 y 33% respectivamente, mientras que los desechos generados en el resto de las líneas son menores (<30%). Con el fin de analizar más detalladamente las cantidades de desperdicios generados por estas secciones, se evaluaron los resultados obtenidos en los balances de masa, producción-desechos e índice de merma de cada helado.

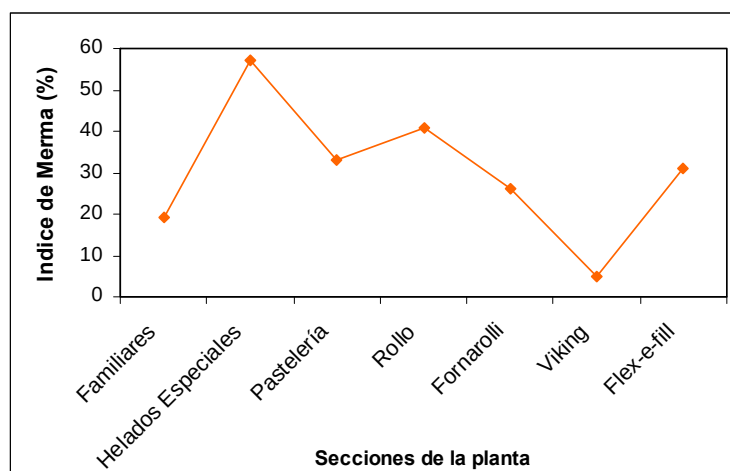


Figura N° 7. Índice de Merma para cada sección de la planta Productos EFE, S.A.

En la Tabla N° 2 (Figura N° A-15), correspondiente a la sección *helados especiales*, se observa que el helado que origina mayor cantidad de desperdicios es el Symphony

Cookies'n Cream, con un equivalente al 64% de su producción, ya que no se recupera ningún producto intermedio a causa de los agentes de relleno que éste contiene. Mientras que en el helado EFE life, se produce la misma cantidad de desperdicios, y como se recupera una parte de éstos en forma de re-proceso, se generan 48% de desechos.

Tabla N° 2. Balance de Masa de los helados que se elaboran en la Sección de helados especiales.

Tipo de Helado	Producción (Kg de crema)	Desechos (Kg de crema)	Índice de Merma (%)
EFE Life	15.932	7.286	46
Simphony Cookies'n Cream	45.408	25.856	57

De la Tabla N° 3 (Figura N° A-16), se puede notar que en la elaboración del helado EFE Sandwich, se genera una cantidad de desechos equivalentes al 43% de la producción, siendo entonces, la elaboración de los EFE Sandwich, el causante de la mayor cantidad de desperdicios en la sección de *pastelería*, debido a que el resto de los helados, como se puede apreciar en la figura presentan un índice de merma menor. Es importante destacar que en esta sección se encuentran dos equipos, uno con el propósito de elaborar los helados EFE Sandwich y otro para la producción de todas las tortas.

Tabla N° 3. Balance de Masa de los helados que se elaboran en la Sección de Pastelería.

Tipo de Helado	Producción (Kg de crema)	Desechos (Kg de crema)	Índice de Merma (%)
EFE Sandwich	30.014	12.774	43
Torta EFE	24.203	7.636	32
Mantecado/Chocolate	22.519	5.936	26
Torta EFE Mantecado/Fresa	17.932	5.007	28
Torta Simphony de Chocolate, Galleta y Almendras.			

Como se puede observar de la Tabla N° 4 (Figura N° A-17), correspondiente a la sección de *rollo's*, los helados que presentan mayor generación de desechos son: los pastelados con un índice de merma de 73% y los Fruta EFE Fresa/Mora con Yogurt con 66%, y los que producen pérdidas menores al 30% de su producción son los fruta fresa, kongu uva,

palito vainilla y chocolate, el resto presentan pérdidas intermedias, es decir, su índice de merma se encuentra entre 30 y 50%.

Tabla N° 4. Balance de Masa de los helados que se elaboran en la sección de Rollos.

Tipo de Helado	Producción (Kg de crema)	Pérdidas (Kg de crema)	Índice de Merma (%)
Fruta EFE Fresa/Mora con Yogurt	7.697	5.061	66
Fruta EFE Fresa	14.425	2.831	20
Fruta EFE Naranja/Vainilla	27.443	13.297	48
Konga Frutas	25.508	9.768	38
Konga Naranja	5.048	1.798	36
Konga Uva	24.502	3.453	14
Palito Vainilla	39.938	9.576	24
Palito Chocolate	33.087	5.600	17
Pastelado	72.840	53.102	73

4.2. Demanda Química de Oxígeno (DQO), de los diferentes helados que se producen en la planta de producción.

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) ó carga orgánica, que se genera en cada sección de la planta de producción, se puede observar en la Figura N° 8 (Tabla A-6).

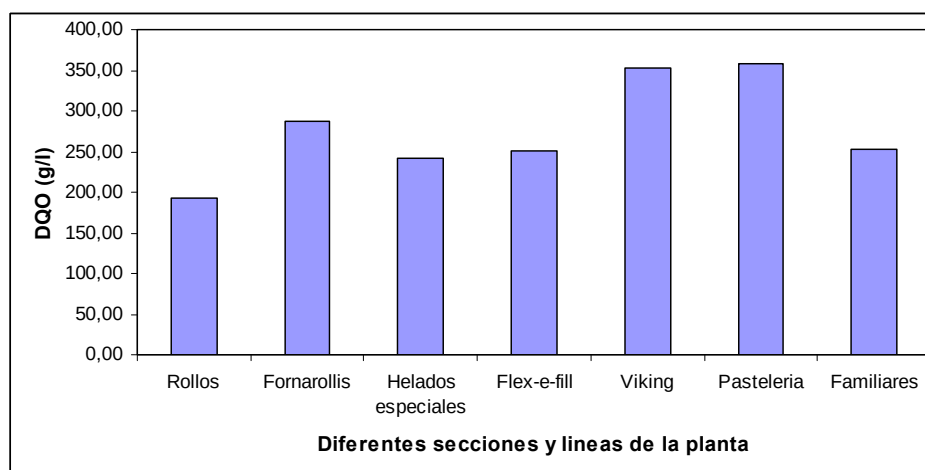


Figura N° 8. DQO de cada sección de la planta de Productos EFE, S.A.

Las secciones que producen los helados con la mayor Demanda Química de Oxígeno son la de *pastelería* y la *Viking*; que como se indicó en los balances de masa, la sección de *pastelería* es una de las que presenta mayor índice de merma (Figura N° 7), pero no es la que genera mayor cantidad de desperdicios, (Figura N° 6).

Mientras que las secciones que originan grandes cantidades de desperdicios y menor carga orgánica son: la de *familiares* y las *rollo's* (Figuras N° 6 y 8). Además las descargas que se generan en ambas líneas son enviadas a la tanquilla A. Lo cual nos indica que a pesar de que la sección de *pastelería*, presenta la mayor carga orgánica, ésta es compensada por las descargas producidas por la líneas *rollo's* y *pastelería*, debido a que éstas genera mayores descargas con menor carga orgánica que la sección de *pastelería*.

Otra sección que presenta alta carga orgánica y grandes generaciones de desechos es la de *fornarolli*, la cual también alimenta a la tanquilla A, e induce a que dicha tanquilla debe presentar elevadas concentraciones de DQO (carga orgánica).

En la Figura N° 9 y Tabla N° 5, se puede visualizar la carga orgánica que aportan las diferentes secciones a la planta de tratamiento de aguas residuales.

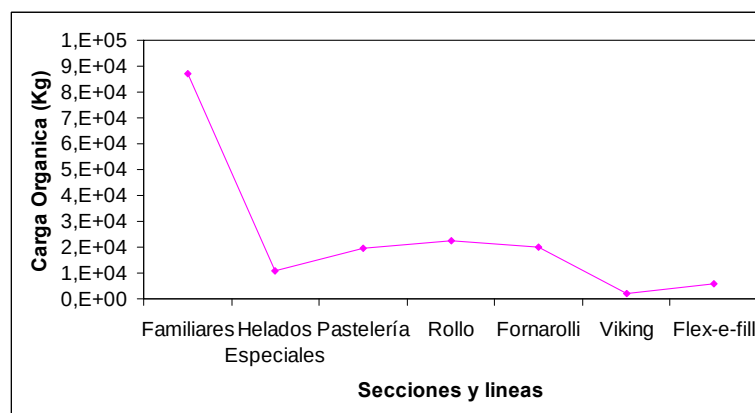


Figura N° 9. Carga Orgánica aportada a la planta de tratamiento por cada sección de la planta de producción

Tabla N° 5. Carga Orgánica aportada a la planta de tratamiento por cada sección de la planta de producción

	Índice de Merma	Masa de crema perdida (Kg)	DQO (g/l)	Carga Orgánica generada (Kg)
TANQUILLA B y D				
Helados Especiales	0,57	25.825	242	10.968
TANQUILLA A				
Rollos	0,41	101.656	192	22.434
Pastelería	0,33	31.348	359	19.726
Flex-e-fill	0,31	13.013	251	5.725
Fornarollis	0,26	40.042	287	20.144
Familiares	0,19	196.918	252	86.982
Viking	0,05	3.624	353	2.242

Como se puede apreciar, a pesar de que la sección de *familiares* presenta uno de los índices de merma más pequeños, es la que contribuye con la mayor carga orgánica a la tanquilla A, seguido por la sección de *rollo's* la cual si posee uno de los índices de merma más elevados. En cambio la línea *Viking* teniendo el índice de merma más pequeño, contribuye con la menor carga orgánica a la tanquilla A.

La DQO, que cada helado aporta a las tanquillas recolectoras, que alimentan a la planta de tratamiento de aguas residuales se presentan en las Figuras N° 10 -16.

En la Figura N° 10, se observa que los helados que aportan mayor DQO a las aguas residuales generadas en la sección de *Rollo's* son los pastelados y los palitos vainilla y chocolate. Esto se debe a que los helados de crema tienen ciertas moléculas que son más difícil de remover, como son: los lípidos, las proteínas, las glucosas entre otros, mientras que los helados de agua (Konga Naranja, Konga Frutas, Konga Uva y Fruta EFE Fresa) solo están compuestos por agua y frutas. Por otra parte, los helados Fruta EFE Fresa/Mora con Yogurt aportan una DQO menor que los helados de crema pero mayor a la de los helados Konga y Frutas, debido a que contiene Yogurt, cuyas moléculas son similares a las presentes en los helados de crema.

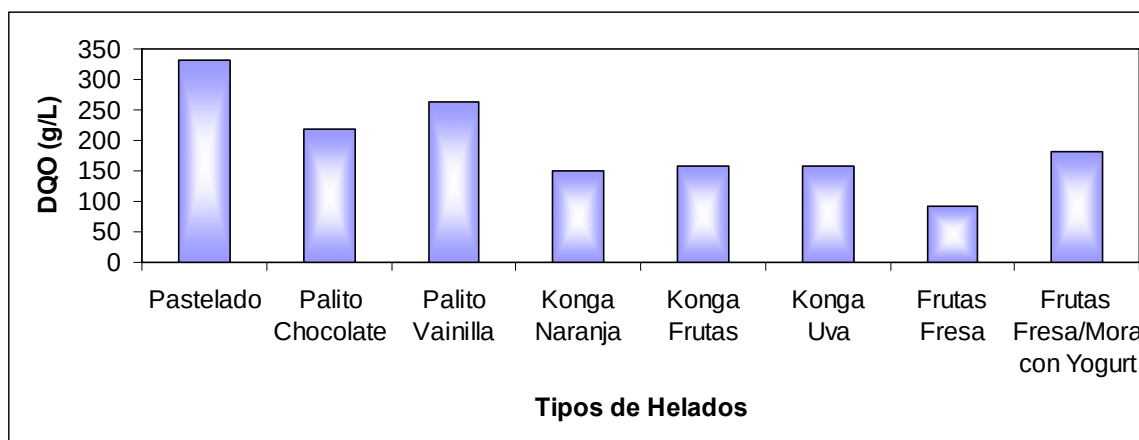


Figura N° 10. Demanda Química de Oxígeno (DQO) de los helados producidos en la sección de Rollo's.

La Figura N° 11 corresponde a la Demanda Química de Oxígeno de la sección de *Fornarolli's*. Se puede observar que los helados que presentan una mayor DQO, son aquellos que contienen algún tipo de agente de relleno, los cuales son el golazo, el batazo y el cachorro, entre los cuales el que posee la más alta DQO es el batazo, debido a que la crema que se emplea para este helado, es una crema de chocolate, la cual se obtiene del re-proceso de los pastelados (Figura N° 10), mientras que los otros helados emplean una crema a base de mantecado y mermelada de chocolate. Por otra parte, la piñata presenta menor DQO ya que es un sorbete y está compuesto principalmente de frutas naturales (uva) y pocas cantidades de grasa y proteína, por último el que presenta menor DQO es la merengada, que está conformada por la crema french mantecado, pero con una menor concentración.

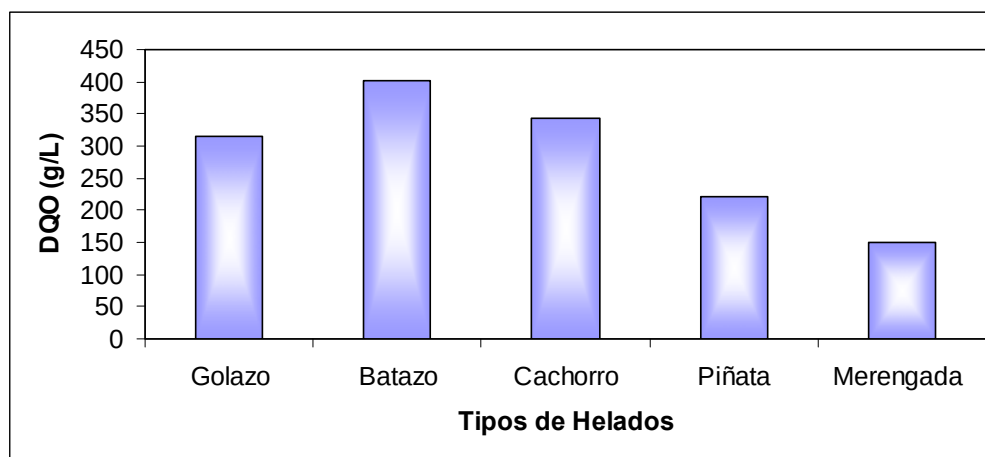


Figura N° 11. Demanda Química de Oxígeno (DQO) de los helados producidos en la sección de Fornarolli's.

En la Figura N° 12, se puede observar que los helados que se elaboran en la línea flex-e-fill presentan una DQO aproximada a 250 g/l, la cual se puede considerar relativamente alta al compararla con las secciones ya mencionadas.

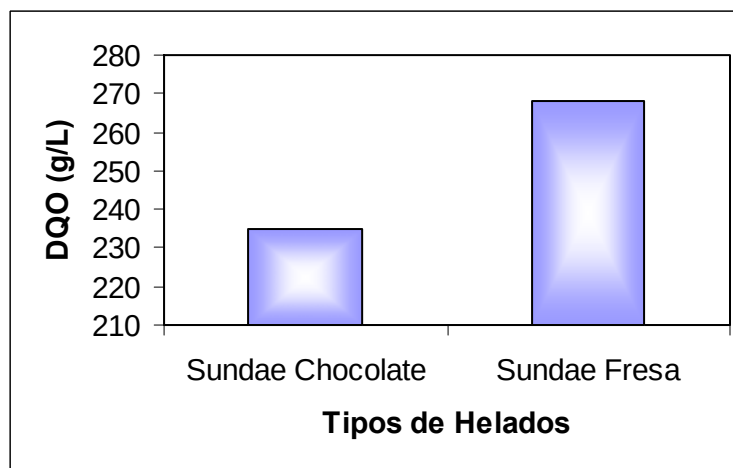


Figura N° 12. Demanda Química de Oxígeno (DQO) de los helados producidos en la línea Flex-e-Fill.

En la sección *familiares*, los helados que muestran mayor DQO (Figura N° 13) son aquellos que presentan en su cuerpo agentes de relleno, como son coberturas, mermeladas, galletas, frutos secos, entre otros. Mientras que los que aportan menor DQO son los

sorbetes, los cuales a pesar de estar preparados con proteínas y lípidos, su contenido principal son frutas naturales, el resto de los helados de esta línea (los clásicos) presentan una DQO intermedia, por no contener ningún agente de relleno y son helados de crema.

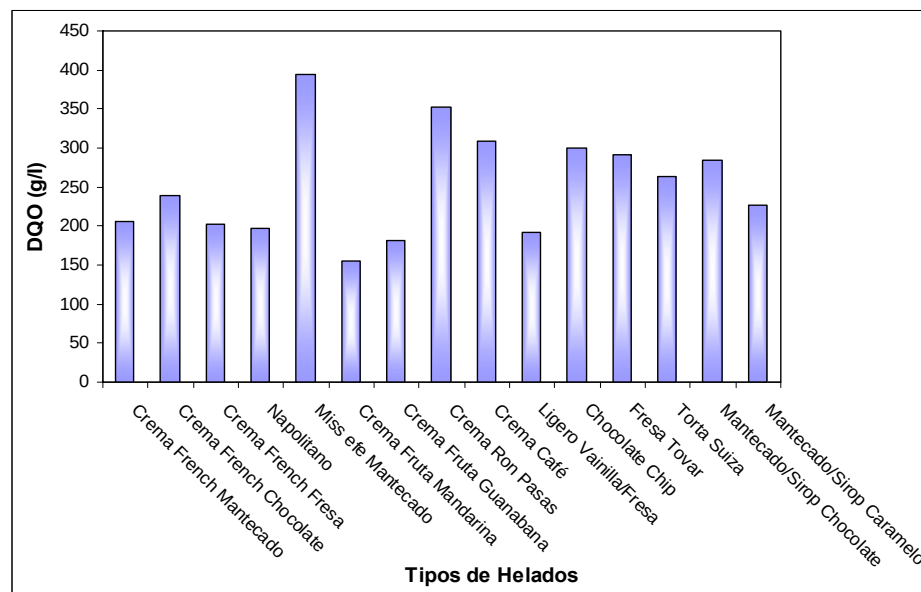


Figura N° 13. Demanda Química de Oxígeno (DQO) de los helados producidos en la sección de Familiares.

Los helados de la sección de *pastelería* presentan aproximadamente el mismo aporte de DQO (Figura N° 14), debido a que su principal componente es la crema y no contienen grandes cantidades de agentes de relleno. El valor que se obtuvo en la determinación de la DQO del helado EFE Sandwich, incluye tanto la crema como la galleta, debido a que estás al estar mucho tiempo en contacto con la crema se suavizan y cuando los operarios limpian con agua, debido a la alta presión de ésta, las galletas se trocean en diminutas porciones cayendo así al drenaje que alimenta a la tanquilla A, de no tomarse en cuenta a la galleta el valor de DQO de la crema fuera similar al valor que se obtuvo en la crema french mantecado (Figura N° 13).

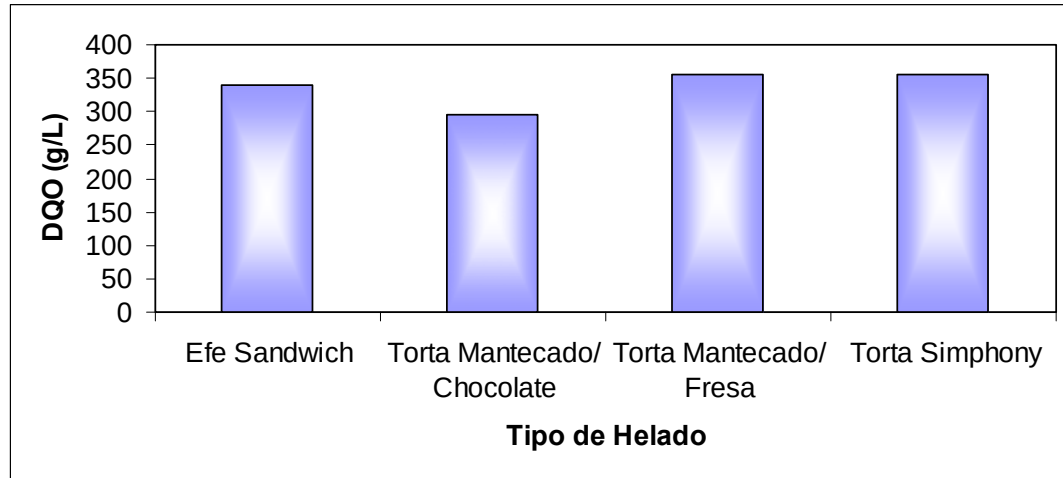


Figura N° 14. Demanda Química de Oxígeno (DQO) de los helados producidos en la sección de pastelería.

En la Figura N° 15, se puede observar la diferencia de DQO entre los dos helados que se elaboran en la sección de *helados especiales*. Ésta se debe a la gran cantidad de agentes de relleno que contienen los helados Symphony Cookies'n Cream y también al uso de ingredientes bajos en grasas y glucosa en los helados EFE Life. Por esta razón, el mayor aporte de carga orgánica es producido por los Symphony Cookies'n Cream. Es importante resaltar, que esta carga orgánica va a las tanquillas B y D, dividiéndose en dos partes: los residuos de crema que caen en el suelo alimentan a la tanquilla B y el resto que son productos semielaborados son enviados en bolsas al cuarto de basura y drenados a la tanquilla D.

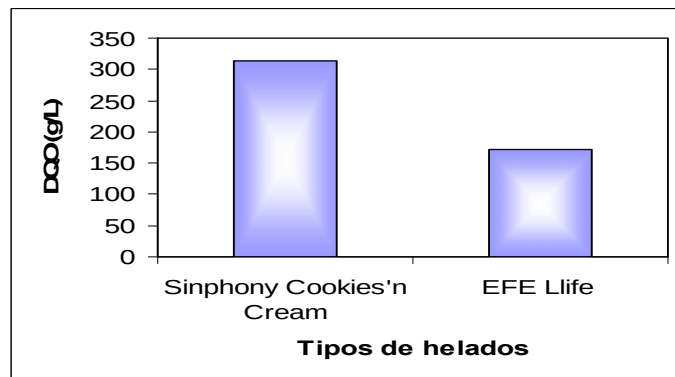


Figura N° 15. Demanda Química de Oxígeno (DQO) de los helados producidos en la sección de Helados Especiales.

Los helados que se elaboran en la línea *Viking* son los super tornados y super tornados choco funge, ambos contienen los mismos agentes de relleno y en iguales cantidades. Como puede observarse en la Figura N° 16, el que aporta mayor DQO a los desechos líquidos son los super tornados Choco fudge, debido a que la crema base que se emplea en este helado es la crema french chocolate, en cambio, en el super tornado se utiliza la crema french mantecado. En la Figura N° 13 se puede observar la diferencia entre ambas cremas.

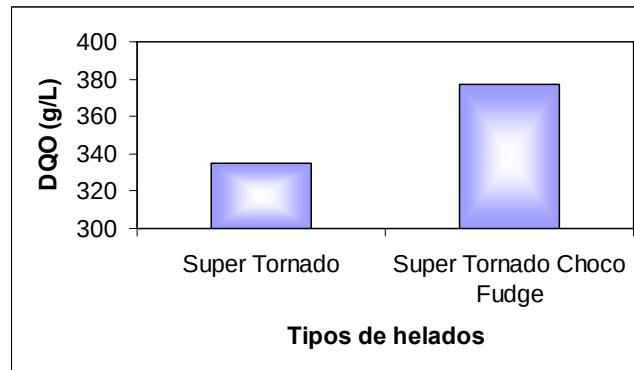


Figura N° 16. Demanda Química de Oxígeno (DQO) de los helados producidos en la línea Viking.

Como se pudo observar la concentración de DQO de los diferentes helados se encuentran en el orden de 150 a 402 g/L, mientras que los límites establecidos por la norma de descarga a redes cloacales es de 900 mg/L (Decreto 883), lo que indica la elevada concentración de DQO que aportan los helados a las aguas residuales que van a la planta de tratamiento. Debido a que es propio de los helados presentar dicha DQO, es decir, ésta no podrá ser disminuida al menos que se sustituyan algunas de las materias primas empleadas, por una que contenga menor cantidad de grasas y glucosa.

Por lo tanto, es importante realizar una evaluación a la materia prima más utilizada en Productos EFE, S.A., para determinar si es posible modificar la DQO que los helados aportan a las aguas residuales que se originan en la planta de producción.

En la Tabla N° 6, se presenta la materia prima fundamental para la elaboración de los helados, así como, las características de calidad que éstas deben cumplir para poder ser empleadas en la producción, las cuales fueron impuestas por el laboratorio de la sección

Tabla N° 6. Características de la materia prima elemental empleada para la elaboración de los helados.

Materia Prima	Características de calidad
Azúcar	- Humedad máx. 0,2%. - Ceniza total máx. 0,04%. - Azúcares reductores máx. 0,05%.
Leche Descremada	- Grasa (%P/P) máx. 1. - Humedad (%P/P) máx. 4 - Acidez (%) máx. 0,2. - pH: 6 -6,9 - Proteínas (%P/P) mín. 35 - Lactosa (%P/P) mín. 48,5 Microbiología: - Aerobios mesófilos (ufc/g): < 5000. - Coliformes (nmp/g): <3. - Salmonella en 25 g: ausente. - Listeria monocytogenes en 25 g : ausente. - Mohos (ufc/g): < 100. - Staphylococcus aureos (ufc/g): <10.
Suero de leche	- Grasa (% p/p): máx. 3,0. - Humedad(% p/p): máx. 4,0. - Acidez (%): máx. 0,20. - pH : 6 - 6,9 (solución 10%). - Proteínas: mín. 10%. Microbiología - Aerobios mesófilos (ufc/g): < 1000. - Coliformes(nmp/g): <3. - Salmonella en 25 g: ausente - Listeria monocytogenes en 25 g : ausente - Mohos(ufc/g): < 50 - Staphylococcus aureos (ufc/g): <10
Grasa	- 100% grasa saturada.
Cacao en polvo	- Grasa: 10 - 16 %. - Humedad: máx. 6 %. - pH : 6,0 - 7,0 - Coliformes: max 10 ufc/g. - Aerobios mesofilos: max 1000 ufc/g. - Mohos y levaduras: máx. 100 ufc/g. - Estafilococos aureus: max 100 ufc/g. - Salmonella en 25 g: ausente.

de calidad que es el encargado de realizar análisis e investigar las propiedades que deben presentar las materias primas para que el producto final cumpla con los estándares de calidad, lo que indica que dicha materia prima no puede ser modificada. De lo cual se infiere que la DQO no puede ser modificada, ya que todas las materias primas deben cumplir con las características mencionadas.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, es necesario e indispensable disminuir las descargas que se originan en la producción. Por ello a continuación se presentan las fallas que pudieron ser detectadas en la planta, para poder tomar acción sobre ellas y disminuir los desechos producidos.

Para determinar las fallas que ocasionan los mayores desperdicio y poder solventarlas, es necesario realizar una evaluación detallada en las diferentes secciones de la planta, a través de los DFP's (diagramas de flujo de proceso) y DTI's (diagramas de instrumentación y tuberías).

4.3. Diagramas de Flujo de Proceso (DFP's) y de Instrumentación y Tubería (DTI's) de las diferentes secciones de la planta de Productos EFE, S.A. Problemas presentados y soluciones propuestas.

En esta sección se presentan los DTI's, en los cuales se indican las fallas que originan los desperdicios y los DFP's, se encuentran en el Apéndice B.

En el arranque de los congeladores y de los equipos llenadores y extrusores se producen desechos, debido a que en el proceso inicial de calibración se desecha la crema hasta que ésta no tenga la consistencia adecuada.

Los congeladores además de los desechos que ocasionan en el arranque, también producen desperdicios durante la producción, debido a que continuamente se descalibraban, por motivos de mal uso de los operarios o porque muchos de éstos congeladores son tan viejos, que los valores que reportan de viscosidad no son los reales y el operador tiene que (por ensayo y error) determinar si la consistencia de la crema, es la indicada para el helado

en elaboración. Toda la crema que sale de los congeladores y no es empleada para la producción, es enviada como re-proceso a la sección de cremas. Cabe destacar que no todos los congeladores presentan esta falla, debido a que muchos de ellos fueron remplazados por congeladores digitales, los cuales se ajustan rápidamente.

Otro motivo general que causa grandes cantidades de desperdicios en todas las secciones de helados es la cava, debido a que ésta colapsa por motivos de excesiva producción; ocasionando que las diferentes líneas se detengan y arranquen nuevamente después de que se reorganizan los helados, generando la misma cantidad de desechos que cuando se inicia la producción.

Sección de helados especiales.

Los diagramas de flujo de proceso y de instrumentación y tuberías de esta sección se presentan en las Figuras B-1 (Apéndice B) y N° 17, respectivamente.

Esta sección presenta varias causas propias por las cuales se originan los desperdicios, las cuales son:

- La falla que ocasiona más desperdicios es la cadena de pinzas (CP-1), debido a que muchas de éstas no se encontraban en buen estado o faltan. La cadena está formada por 202 pinzas y están ausentes 82 y en mal estado 16. Lo que implica que por cada 202 helados que esta máquina produce se botan 98 helados, si se están elaborando los symphony cookies'n cream. En cambio si la producción es de EFE Life, una parte de estos helados se recuperarían. Actualmente se han corrigieron ciertas pinzas quedando solamente 11 pinzas ausentes y 16 en mal estado.
- Otra falla que se presentó una vez que fueron corregidas las pinzas fue que éstas al cerrarse lo hacen con una elevada fuerza partiendo la paleta, por ende, el helado se convierte en desecho.
- A veces las paletas son introducidas muy profundamente en el helado y las pinzas de la cadena no logran agarrar estos helados. Esta falla es producida por mal ajuste del equipo y puede solventarse inmediatamente que el operador lo detecta.

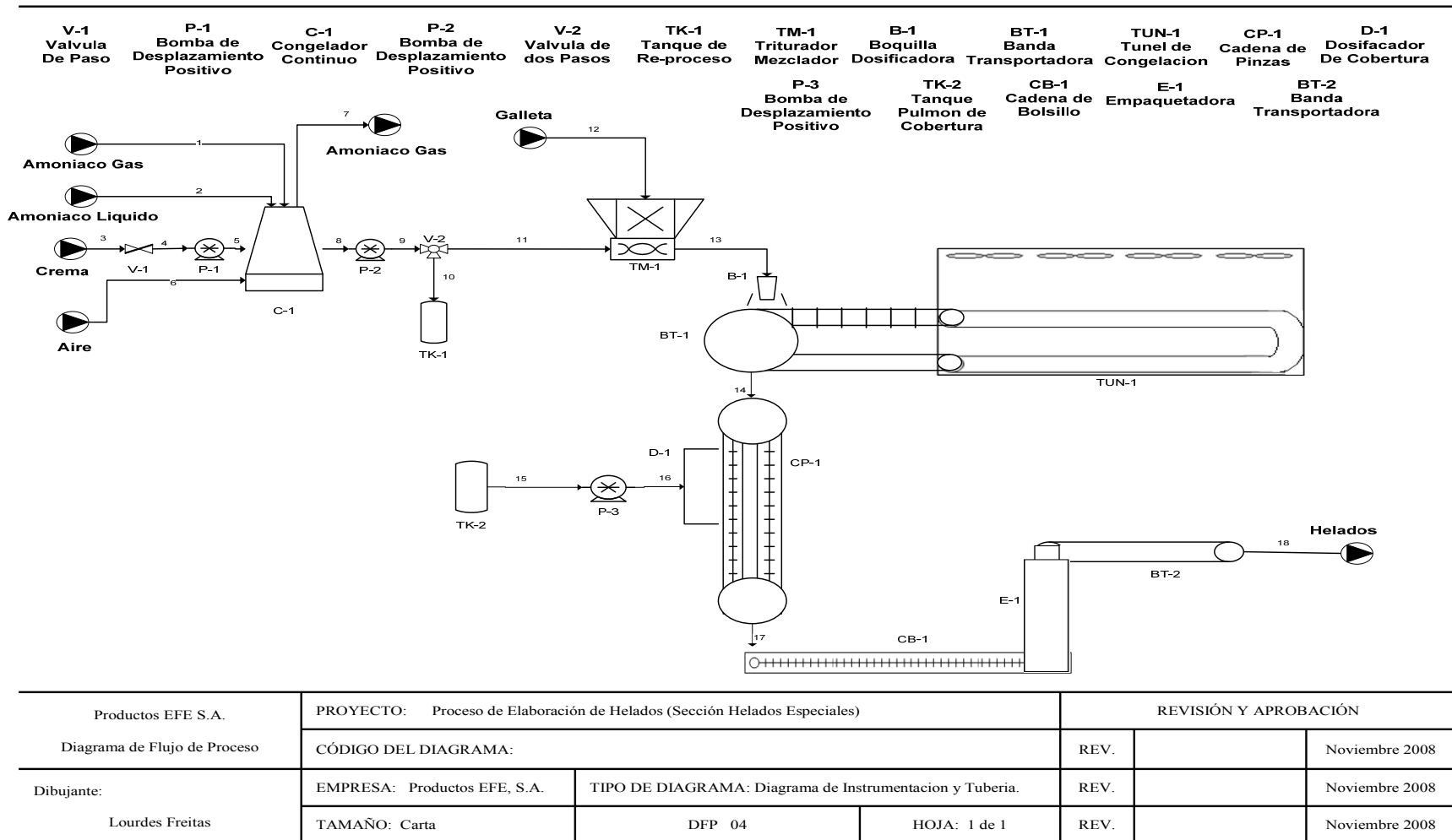


Figura N° 17. Diagrama de Instrumentación y Tubería de la sección de Helados Especiales.

- Otra causa de desperdicios, es la formación de hielo en las bandejas (BT-1) donde se colocan los helados extruidos. El hielo hace que el helado al pasar por el túnel de congelación (TUN-1) se quede pegado a la bandeja y no pueda ser agarrado por la cadena de pinzas (CP-1). Esto es posible evitarlo, si los operarios raspan las bandejas transportadoras (BT-1) al retirar los helados.
- Todos los helados que no pueden ser recogidos por las pinzas antes de que la bandeja llegue nuevamente a la boquilla dosificadora (B-1), son depositados en bolsas por la acción de una barredora que está ubicada al final del recorrido de la banda transportadora (BT-1). Ésta cumple su función cuando se elaboran los Symphony Cookies'n Cream, pero cuando se producen los EFE Life como esta se encuentra por encima de los mismos, no puede realizar la operación, ocasionando que los helados continúen su recorrido hasta alcanzar la boquilla dosificadora (B-1) y dañar los nuevos helados extruidos, para evitar esto los operarios insertaron una varilla de metal que mantiene dicha barredora a un nivel más bajo, pero a pesar de esto, ciertos helados se incrustan entre la bandeja y la barredora.

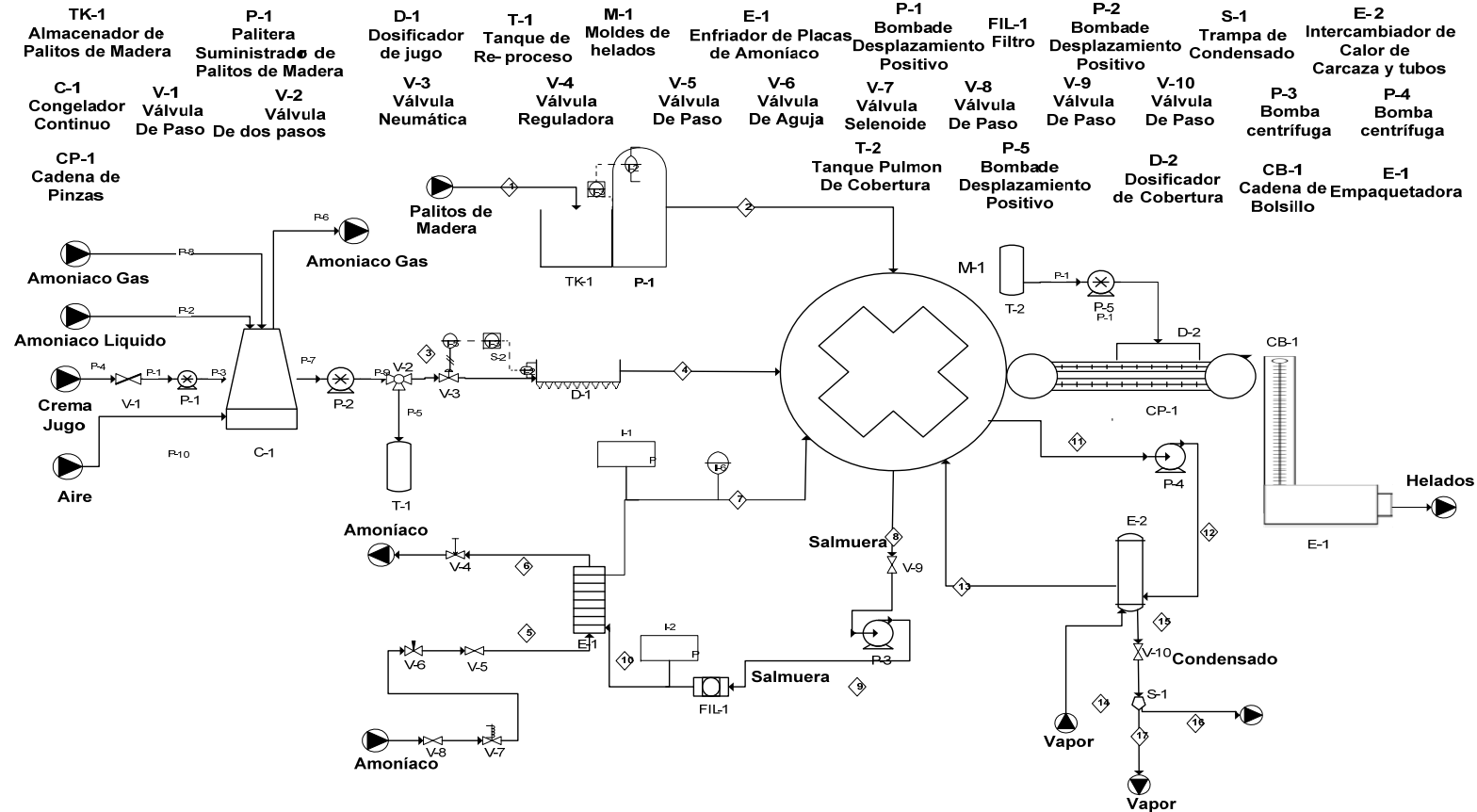
Una solución que se propone para solventar las dos últimas fallas, sería: bajar el nivel de la barredora hasta que ésta roce con las bandejas y de esta manera impida el paso de cualquier helado a la zona de extrusión, además que pueda raspar todo el hielo que pudo formarse en el túnel de congelación (TUN-1), evitando que algunos helados queden adheridos a las bandejas y generen desperdicios y pérdidas económicas.

Sección de Rollo's.

En las Figura B-2 y N° 18 se muestran el DFP y el DTI respectivamente de la sección de rollo's.

En esta sección se detectaron que las fallas se deben a que las maquinas no se han sustituido por unas más modernas, y por lo tanto presentan numerosas fallas, aunado a esto, determinados procedimientos de trabajo no son los más adecuados. Entre los más importantes se mencionan:

- Las uñas de la palitera (P-1) que son las encargadas de dosificar las paletas, a menudo presentan problemas, dando como resultado la ruptura o estancamiento de las paletas, ocasionando desperdicios, debido a que los helados que no poseen paleta no son retirados por la cadena de pinzas (CP-1) y deben ser desechados, antes de que estos alcancen la dosificadora (D-1) de llenado. Esto es acomodado por el operario, acción que acarrea muchos riesgos debido a que debe arreglar la palitera cuando la misma está en movimiento.
- La falta de frío en algunas ocasiones, no permite que los helados lleguen con la consistencia necesaria a la palitera (P-1), dando origen a que los palitos al ser introducidos no se queden verticales sino que estos se inclinen produciendo una pérdida, debido a que cuando este helado llega a la estación de extracción de helados, la pinza correspondiente no puede agarrar el helado.
- La cadena de pinzas (CP-1) no está en ocasiones sincronizada con la cadena de bolsillo (CB-1), dando origen a muchas pérdidas, debido a que los helados al no caer en la posición adecuada en la cadena de bolsillo (CB-1) se rompen con la misma y deben ser desechados.
- Algunas pinzas faltan (CP-1) y otras presentan problemas menores y como al cerrarse lo hacen con mucha fuerza partiendo el palito del helado, esto origina que el helado sea desechado.
- Los tanques que se emplean para almacenar las coberturas (T-2), requieren cierta temperatura para evitar su endurecimiento, los cuales presentan dos tamaños (grande y pequeño). Cuando se elaboran los helados pastelados y el tanque que se emplea para almacenar la cobertura es el grande, ocurre que a medida que se consume la cobertura, ésta se va enfriando ocasionando grandes cantidades de desperdicios, a causa de que se sedimenta parte de ésta por falta de calor y queda aglomerada en la parte inferior del tanque obstruyendo la tubería de salida del mismo, por lo que el operador debe retirar el aglomerado con agua caliente y desecharlo al drenaje.



Productos EFE S.A.	PROYECTO: Proceso de Llenado de Helados (Sección Rollo's)			REVISIÓN Y APROBACIÓN		
Diagrama de Flujo de Proceso	CÓDIGO DEL DIAGRAMA:			REV.		Noviembre 2008
Dibujante: Lourdes Freitas	EMPRESA: Productos EFE, S.A.	TIPO DE DIAGRAMA: Diagrama de Instrumentación y Tubería		REV.		Noviembre 2008
	TAMAÑO: Carta	DFP 06	HOJA: 1 de 1	REV.		Noviembre 2008

Figura N° 18. Diagrama de Instrumentación y Tubería de la sección de Rollo's.

- La empaquetadora (E-1) de esta sección presenta problemas, debido a que a veces caen dos helados en un bolsillo de la cadena (CB-1) y si el operador no se da cuenta, éstos pasan a la embolsadora (E-1), donde la barredora de helados empuja ambos helados contenidos en dicho bolsillo. El helado que se encuentra arriba choca con los rodillos selladores creando una aglomeración y atascamiento del papel debido a que el helado sobrante cae y arruga el envoltorio originando perdidas de helados, tanto en esa sección como en la caída de los helados en los bolsillos de la cadena (CB-1). Por lo tanto, si se para la embolsadora de los helados, estos no pueden seguir cayendo en dicha cadena y caen en las bolsas destinadas para el re-proceso, donde luego algunos son recuperados como helados terminados y otros son desechados.
- Evitar el uso de tanques grandes para almacenar la cobertura de chocolate en la elaboración de los pastelados, debido a que a medida que se usa la cobertura contenida en él, la temperatura de la misma va disminuyendo, endureciéndose y obstruyendo la tubería y la bomba (P-05), ocasionando que el resto de cobertura contenida en el tanque sea desechada.

Sección de Familiares

Los diagramas de flujo e instrumentación y tubería de esta sección se pueden observar en las Figuras B-3 y N° 19, respectivamente.

Los desechos originados en esta sección, son debido a la negligencia de los operarios, ya sea por falta de conocimiento del funcionamiento de los equipos, como desidia, poco interés en evitar estos desperdicios, para ello se sugiere:

- Dar charlas, acerca de la importancia que tiene el evitar dichos desperdicios.
- Reeducar a los operarios, en cuanto a la manipulación y procedimiento de todos los equipos presentes en la planta de producción.
- Dar charlas a los supervisores de cómo tratar a los operarios y establecer normas que estos hagan cumplir.

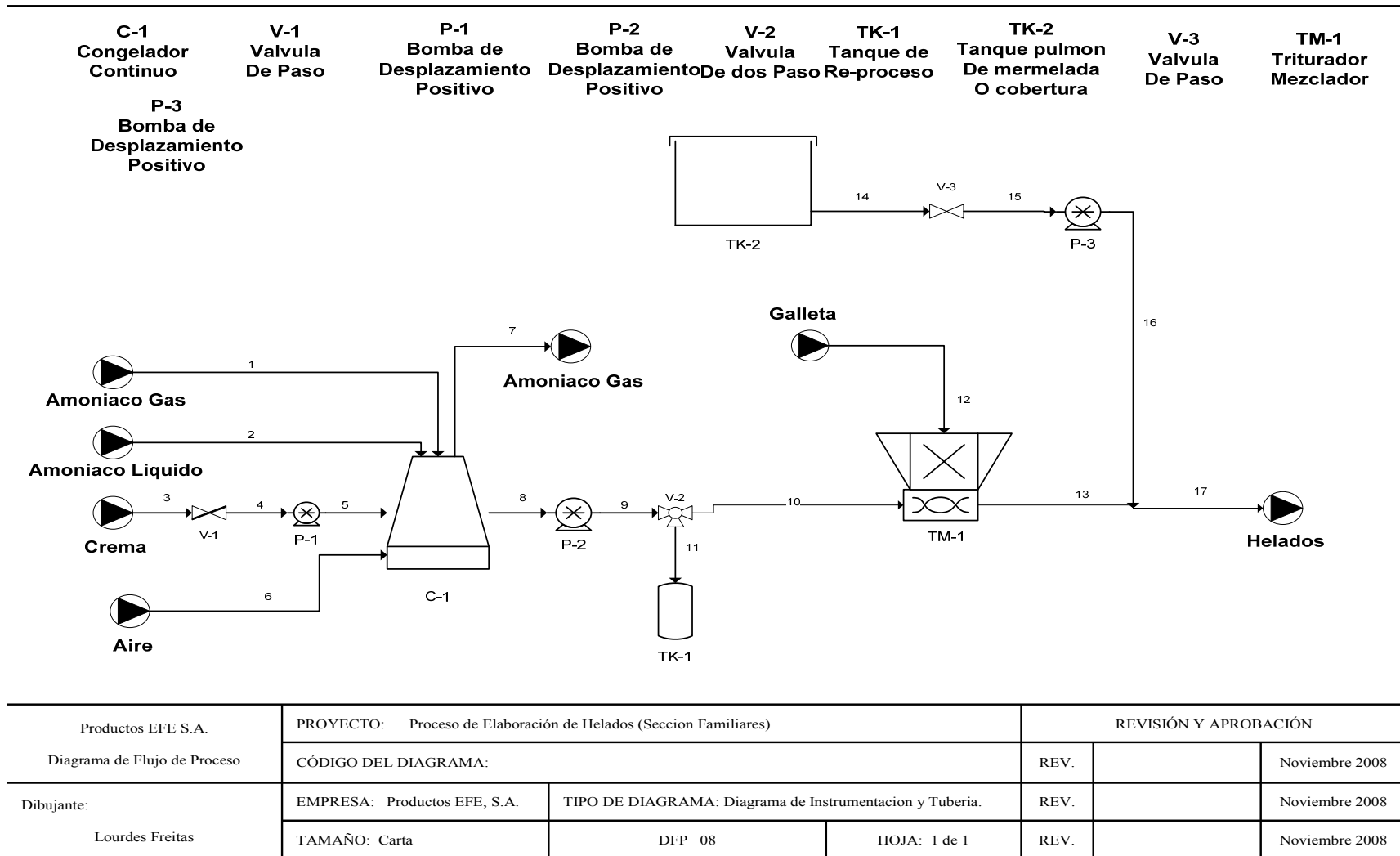


Figura N° 19. Diagrama de Instrumentación y Tubería de la sección de Familiares.

Sección de Pastelería

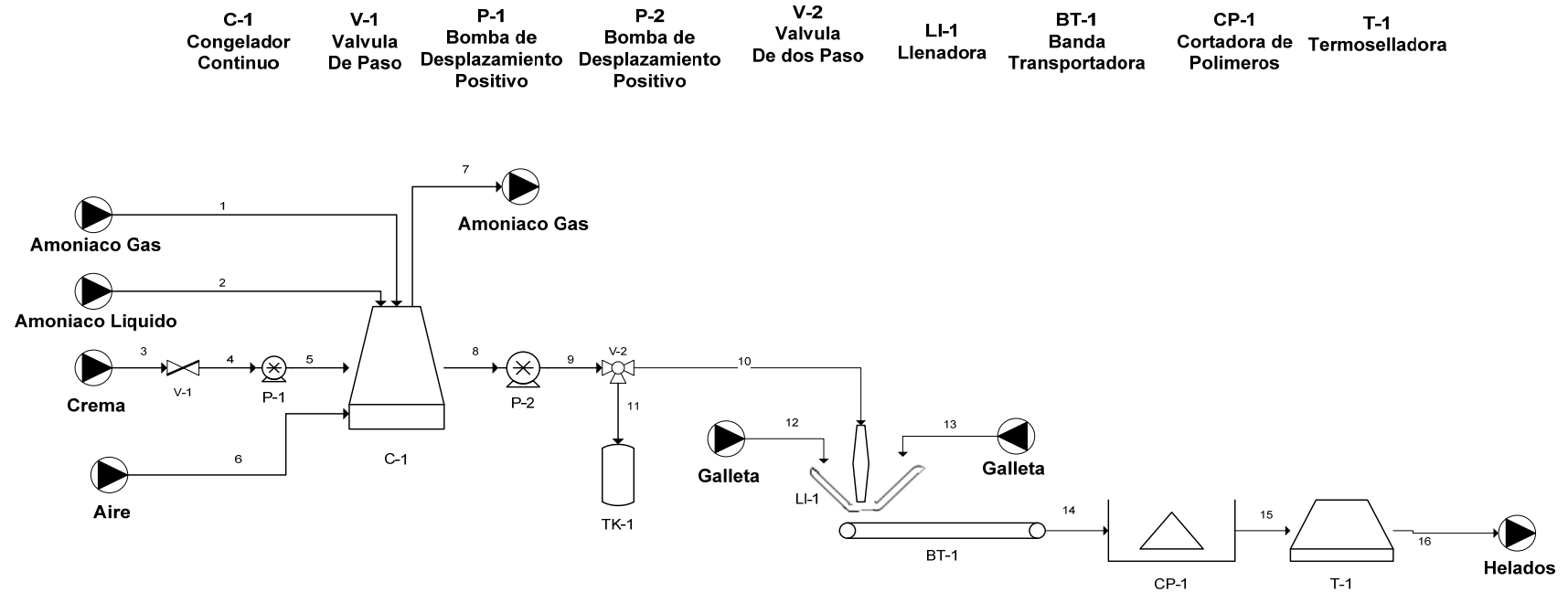
En esta sección se encuentran dos equipos llenadores, uno destinado para la elaboración de los EFE Sandwich y otro para las tortas, los DFP's y DTI's de cada uno de ellos se muestran en las Figuras B-4, B-5 y N° 20 -21, respectivamente.

Las fallas presentes en esta sección se encuentran en el equipo que elabora los EFE Sandwich (Figura N° 20), debido a que esta incurre en la continua parada y arranque tanto del congelador como del equipo.

Las partes de este equipo que producen dichas paradas son:

- La cortadora de polímetros (CP-1), ya que al no presentar, en la mayoría de las veces, la temperatura adecuada para poder cortar y sellar el envoltorio plástico de las cajas de dichos helados, produce paradas de la línea. Lo cual se debe a que el control de su temperatura es manual, para solventar este problema podría instalarse un controlador encargado de manipular la temperatura sin necesidad de dicho ajuste manual.
- La empaquetadora, que es la responsable de envolver cada helado, presenta continuamente problemas, debido a dos razones: la temperatura necesaria para sellar el envoltorio, no siempre es la adecuada, y la velocidad con la que se dobla el envoltorio alrededor del helado, es en varias oportunidades mayor a la requerida.

La única falla que presenta el equipo destinado a la elaboración de las tortas, es que el cortador eléctrico (CE-1, Figura 21) pierde calor, impidiendo el corte perfecto de las tortas y produciendo el bote de las mismas, para evitar esto el mecánico aumenta constantemente la temperatura del mismo, para ello se sugiere cambiar la resistencia de dicho cortador.



Productos EFE S.A. Diagrama de Flujo de Proceso	PROYECTO: Proceso de Elaboración de Helados (Sección de Pastelería)			REVISIÓN Y APROBACIÓN		
	CÓDIGO DEL DIAGRAMA:			REV.		Noviembre 2008
Dibujante: Lourdes Freitas	EMPRESA: Productos EFE, S.A.	TIPO DE DIAGRAMA: Diagrama Instrumentación y Tubería		REV.		Noviembre 2008
	TAMAÑO: Carta	DFP 12	HOJA: 1 de 1	REV.		Noviembre 2008

Figura N° 20. Diagrama de Instrumentación y Tubería de la sección de Pastelería (Llenadora de EFE Sandwich).

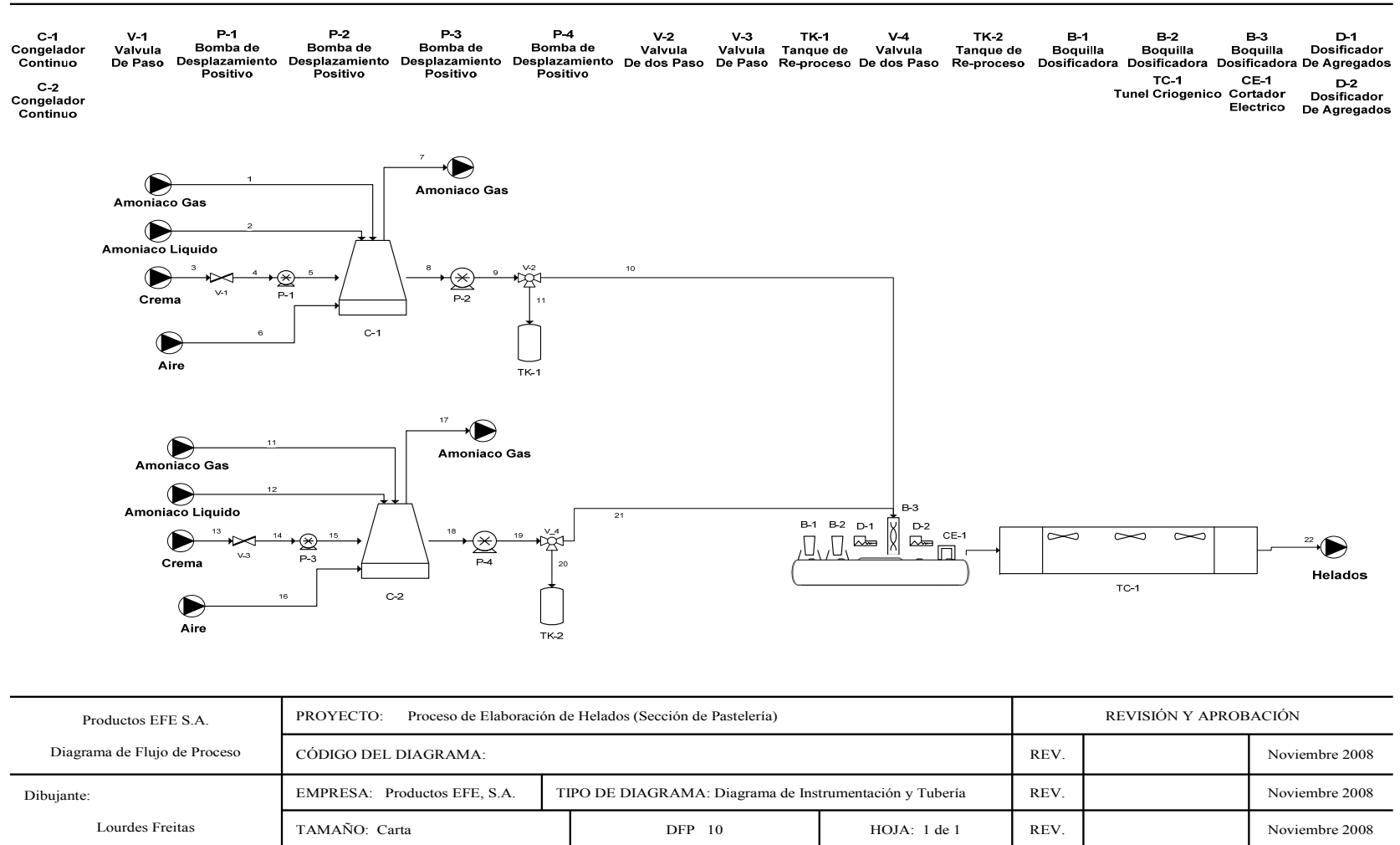


Figura N° 21. Diagrama de Instrumentación y Tubería de la sección de Pastelería (Llenadora de Tortas).

Sección de Fornarolli's

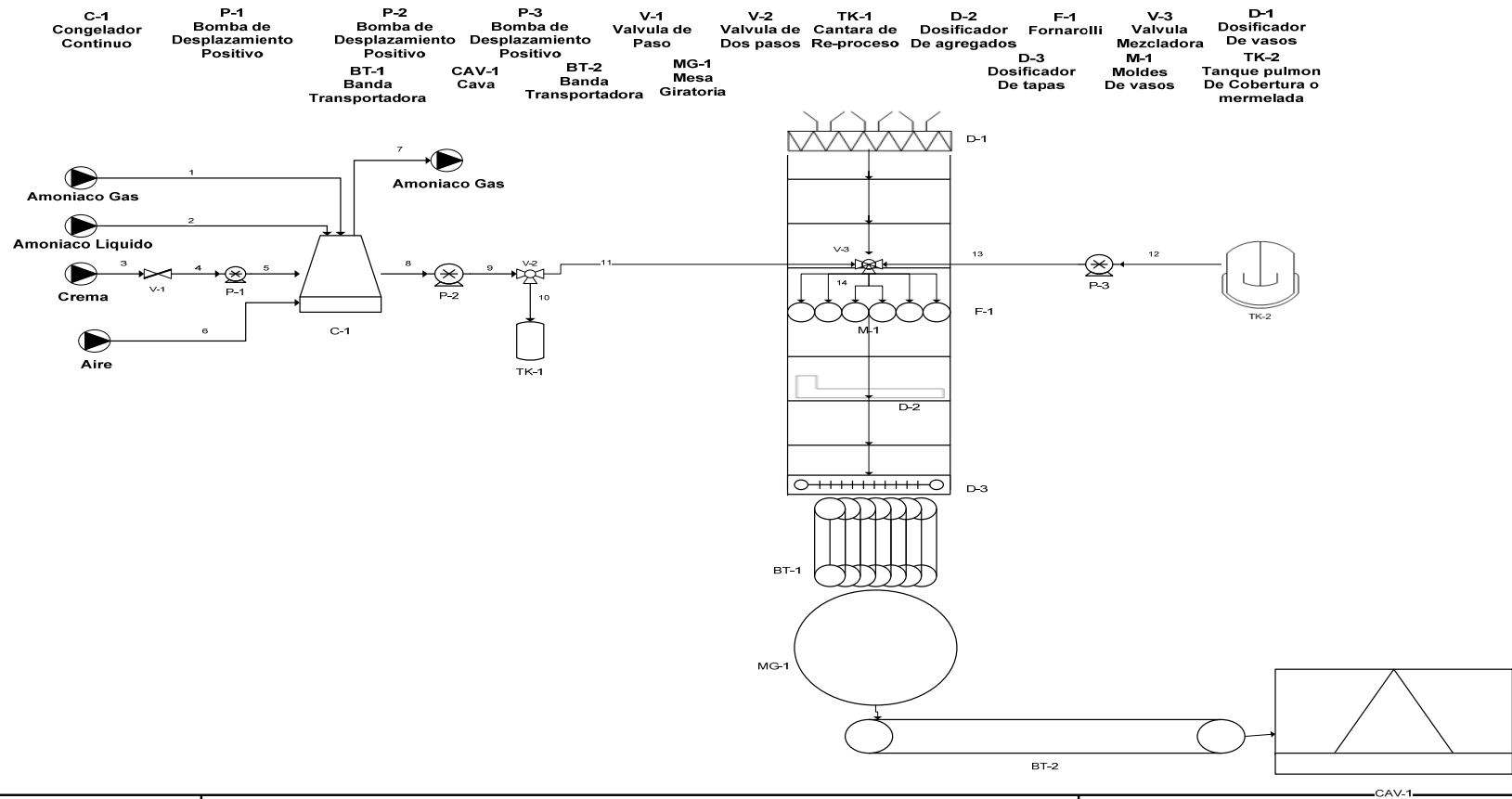
Los diagramas de flujo de proceso y de instrumentación y tubería de la sección de Fornarolli's se muestran en las Figuras B-6 y N° 22, respectivamente.

Esta sección presenta varias fallas que ocasionan pérdidas, entre las cuales están:

- La dosificadora de vasos (D-1), muchas veces se queda atorada, es decir, no dispensa vasos por uno o varios canales. Esto es debido a que los vasos se quedan pegados y las pinzas no pueden empujarlos al molde, por lo que un operador tiene que estar atento para evitar que el molde pase por la sección de llenado sin vaso y ocurra la pérdida de crema.
- La bomba (P-3) que se emplea para la dosificación de la mermelada (en los casos que se requiera), no tiene la potencia requerida para impulsar la cantidad necesaria de mermelada, quedando los helados fuera de especificación, es decir, con menos de la cantidad estipulada de mermelada, esto conlleva a la pérdida de dichos helados. Para solventar esta situación, sugiere colocar una bomba con mayor capacidad.
- Todas las mangueras por donde se dosifica tanto la crema como la mermelada, presentan una especie de válvula con la cual se manipula el flujo que sale por la misma, muchas de éstas presentan problemas al cerrarlas o abrirlas y en otros casos están ausentes, creando dificultad para manipular el flujo de llenado. Esto ocasiona pérdidas debido a que quedan muy llenos los vasos en algunos casos como en otros con menos de la cantidad necesaria.

Línea Viking

El DFP y DTI de esta línea se presentan en las Figuras B-7 y N° 23, respectivamente. Las fallas que generan las pocas pérdidas en esta línea no son por causa de desperfectos en ella, si no por la mala manipulación por parte del operario y por las causas generales que se expusieron con anterioridad.



Productos EFE S.A. Diagrama de Flujo de Proceso	PROYECTO: Proceso de Elaboración de Helados (Sección de Fornarolli's)			REVISIÓN Y APROBACIÓN		
	CÓDIGO DEL DIAGRAMA:			REV.		Noviembre 2008
Dibujante: Lourdes Freitas	EMPRESA: Productos EFE, S.A.	TIPO DE DIAGRAMA: Diagrama de Instrumentación y Tubería		REV.		Noviembre 2008
	TAMAÑO: Carta	DFP 14	HOJA: 1 de 1	REV.		Noviembre 2008

Figura N° 22. Diagrama de Instrumentación y Tubería de la sección de Fornarolli's.

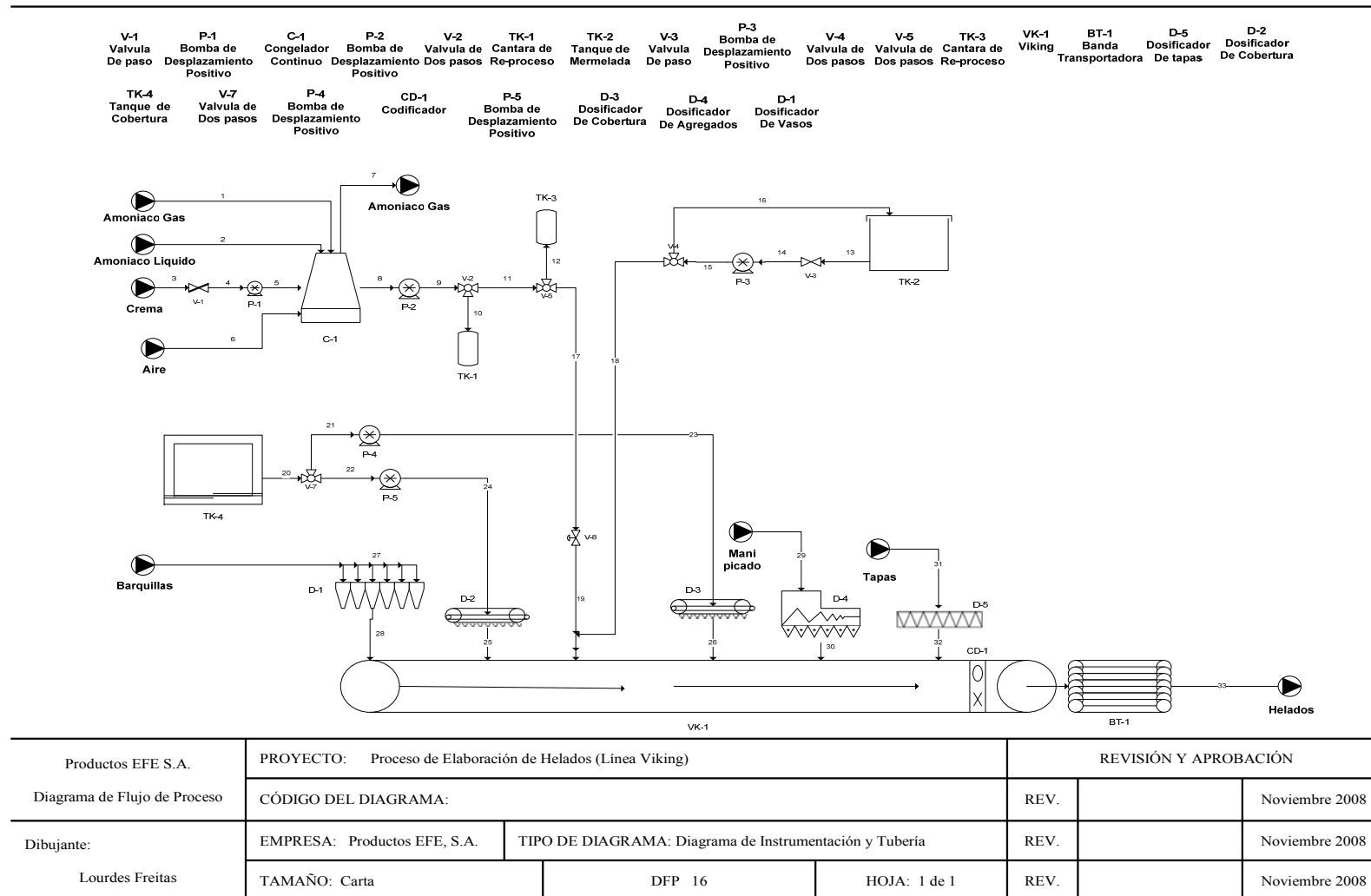


Figura N° 23. Diagrama de Instrumentación y Tubería de la línea Viking.

Línea Flex-e-fill

Los Diagramas de flujo y de instrumentación y tubería de la línea Flex-e-fill se muestran en las Figuras B-8 y N° 24, respectivamente.

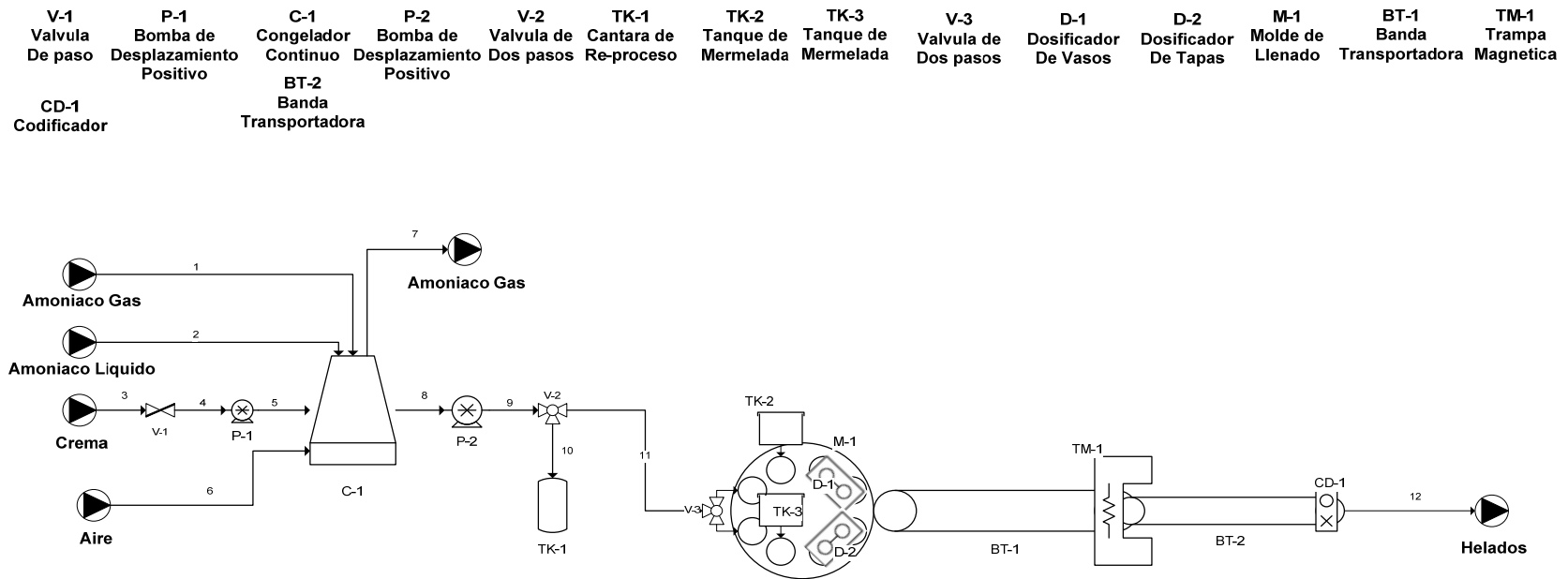
Las pérdidas que se generan en esta línea son por mal ajuste del equipo antes de su uso, ocasionando que no estén sincronizados los dosificadores con la rotación del molde de llenado (M-1), es decir, la dosificadora de crema comienza el llenado sin esperar a que los moldes lleguen a dicha estación y se detengan, creando tanto bote de crema como la acumulación de crema y mermelada en el molde de llenado.

4.4. Evaluación de las variaciones que presentan las características físico-químicas de las tanquillas y el tanque Buffer.

Basados en los resultados de los desperdicios obtenidos en los balances de masa y en la determinación de la DQO, se infiere que la tanquilla A es la que presenta mayores cargas tanto orgánicas como hidráulicas, para ello se realizaron a los afluentes, determinaciones de campo y análisis de laboratorio para poder determinar las variaciones de los parámetros fisicoquímicos.

Tanquilla A. Características Físico-Químicas en campo (tabla A-11).

La temperatura óptima para el desarrollo de la actividad bacteriana está en el rango de 25 a 35 °C. y los procesos de digestión aerobia y nitrificación se detienen cuando la temperatura alcanza valores del orden de 55°C. En la Figura N° 25 se observa que la temperatura de las aguas residuales afluentes a la tanquilla A varían en un rango de 21 a 29 °C, encontrándose en ciertas oportunidades por debajo de la temperatura óptima, lo cual implicaría una disminución en la actividad bacteriana en caso de que esta agua entre a estas temperaturas al tratamiento biológico.



Productos EFE S.A.	PROYECTO: Proceso de Elaboración de Helados (Línea Flex-e-fill)			REVISIÓN Y APROBACIÓN		
Diagrama de Flujo de Proceso	CÓDIGO DEL DIAGRAMA:			REV.		Noviembre 2008
Dibujante:	EMPRESA: Productos EFE, S.A.	TIPO DE DIAGRAMA: Diagrama de Instrumentación y Tubería		REV.		Noviembre 2008
Lourdes Freitas	TAMAÑO: Carta	DFP 18	HOJA: 1 de 1	REV.		Noviembre 2008

Figura N° 24. Diagrama de Instrumentación y Tubería de la línea Flex-e-fill.

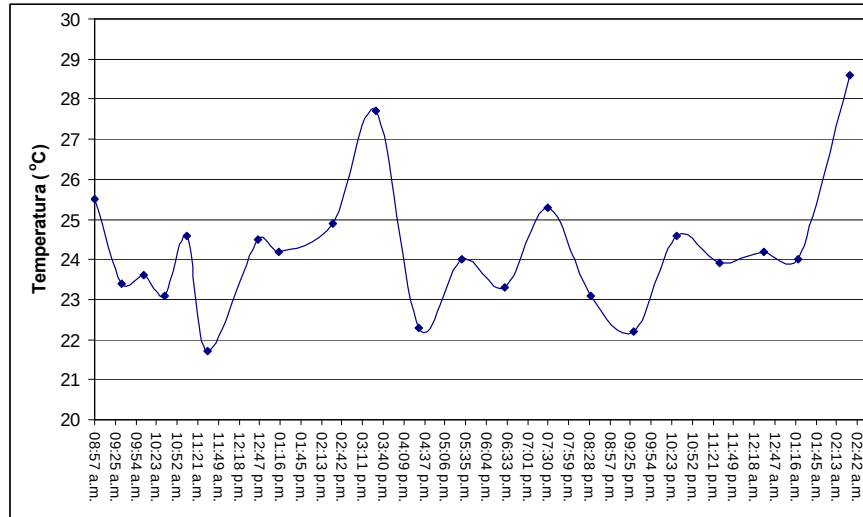


Figura N° 25. Comportamiento de la temperatura en la tanquilla A para el día 3-4 de julio de 2008

Los dos puntos de mayor temperatura se presentan en el cambio de turno, alrededor de las 3:40 pm momento en el cual se lleva a cabo la recuperación de los helados no aptos, deritiéndolos con agua caliente para su posterior almacenamiento; y alrededor de las 2:30 am cuando se realiza la limpieza de los equipos en planta, empleando agua caliente.

El intervalo adecuado de pH, para la existencia de la mayor parte de la vida biológica se encuentra entre 6,5 y 8,5. Las aguas residuales con valores de pH fuera de dicho rango son de difícil tratamiento mediante procesos biológicos.

La variación de pH de la tanquilla A (Figura N° 26), se presenta entre 5,5 y 12,5, manteniéndose una buena parte del tiempo, con un pH por encima de 8, por lo tanto es requerido un sistema de neutralización para que el pH se mantenga en el intervalo adecuado y de esta manera poder garantizar la buena ejecución de los procesos a través de los sistemas físico-químicos y biológicos existentes en la planta de tratamiento.

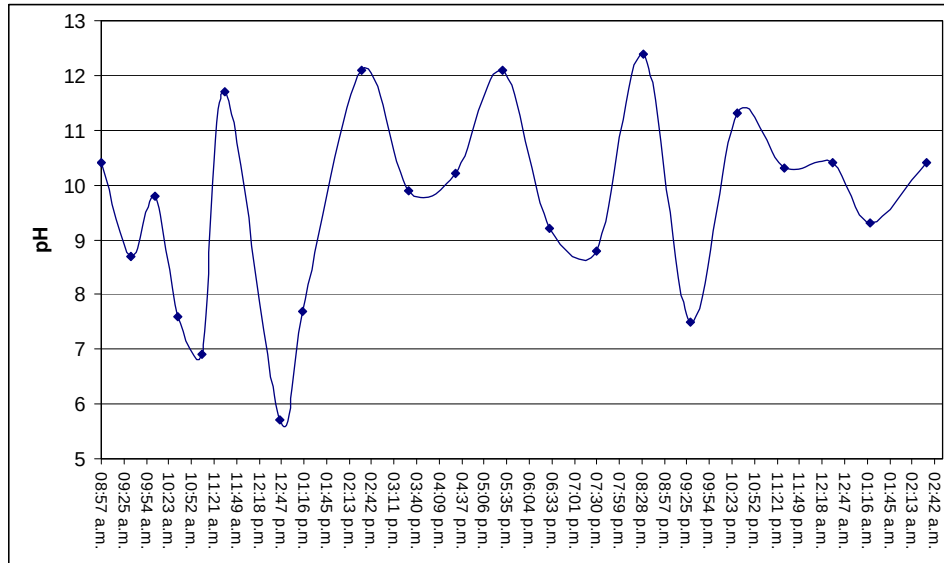


Figura N° 26. Comportamiento del pH en la tanquilla A para el día 3-4 de julio de 2008

El agua natural que no presenta contaminación, tiene la capacidad de mantener oxígeno disuelto, debido a no poseer sustancias que la demanden. A medida que el agua se contamina, se empieza a crear la vida microbiana en la misma y estos microorganismos consumen el oxígeno disuelto para poder purificar dicha masa de agua, disminuyendo así la concentración de oxígeno. Estos microorganismo se reproducen por muchos motivos, uno de ellos es la presencia de nutrientes los cuales son aportados al agua mediante la adición de ciertos contaminantes y el oxígeno disuelto les permite degradar los nutrientes y de esta manera crecer y reproducirse.

Se puede notar de la Figura N° 27, que el agua afluente a la tanquilla A, presenta bruscas oscilaciones en la concentración de oxígeno disuelto, esto daría un indicio de que pudiera estar ocurriendo un proceso aeróbico en el agua presente en esta tanquilla, lo cual sería muy conveniente debido a que de acuerdo al estudio realizado a la DQO de los helados, se estima la presencia de una elevada carga orgánica en esta agua, pero por la pronunciada variación en el pH (Figura N° 26) esto no es lo que sucede, ya que en esas condiciones no hay formación de microorganismos capaces de degradar la materia orgánica.

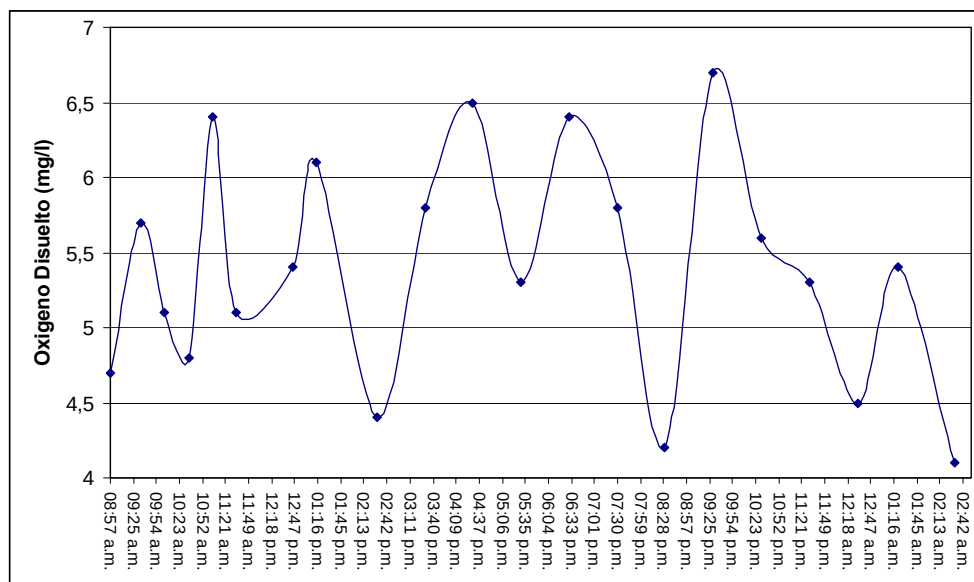


Figura N° 27. Comportamiento de la presencia de oxígeno disuelto en la tanquilla A para el día 3-4 de julio de 2008

La alta concentración de oxígeno disuelto indica también, las altas pérdidas de agua potabilizada que se producen en planta y que son drenadas a la tanquilla A, así como los desniveles por los cuales fluyen estos efluentes antes de llegar a la tanquilla A causando la formación de burbujas, favoreciendo la dilución del oxígeno del aire en el agua.

Por otra parte, la conductividad de la tanquilla A (Figura N° 28) se presenta en un rango comprendido entre 1.000 y 1.500 $\mu\text{s}/\text{cm}$ presentando tres picos significativos. Se considera que ello es debido a que una buena parte de la producción de helado finaliza, llevándose a cabo la limpieza de los equipos con productos químicos disueltos en agua.

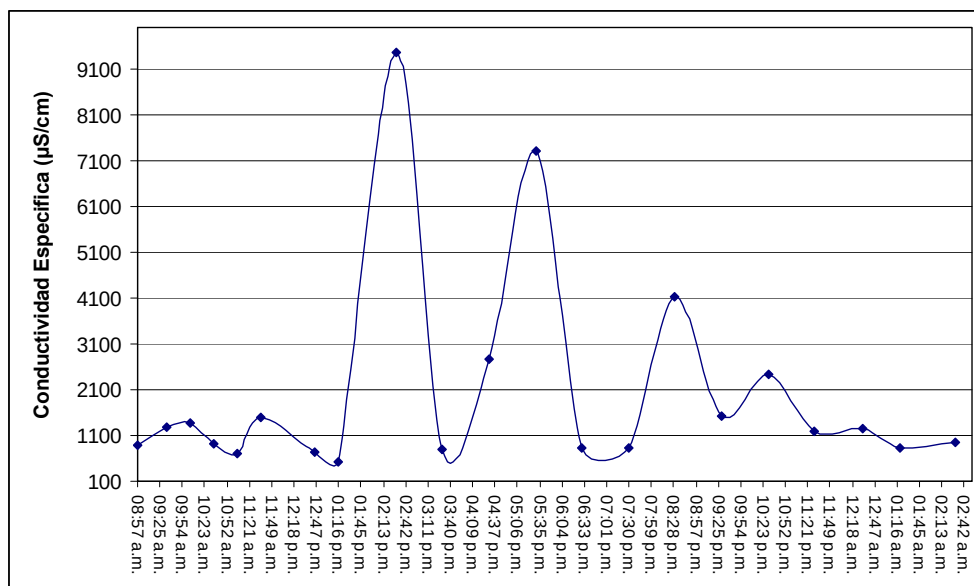


Figura N° 28. Comportamiento de la conductividad específica en la tanquilla A para el día 3-4 de julio de 2008

La conductividad representa de forma indirecta los sólidos disueltos que contienen esta agua y que no pueden ser removidos por los tratamientos existentes en la planta de tratamiento de aguas residuales.

Tanquilla B. Características Físico-Químicas en campo (tabla A-12).

La tanquilla B no presenta casi variaciones en su temperatura, manteniéndose ésta cercana al valor del medio ambiente (Figura N° 29), esto se debe a que la mayor parte del agua que alimenta esta tanquilla proviene del lavado de cestas, las cuales son enjuagadas únicamente con agua.

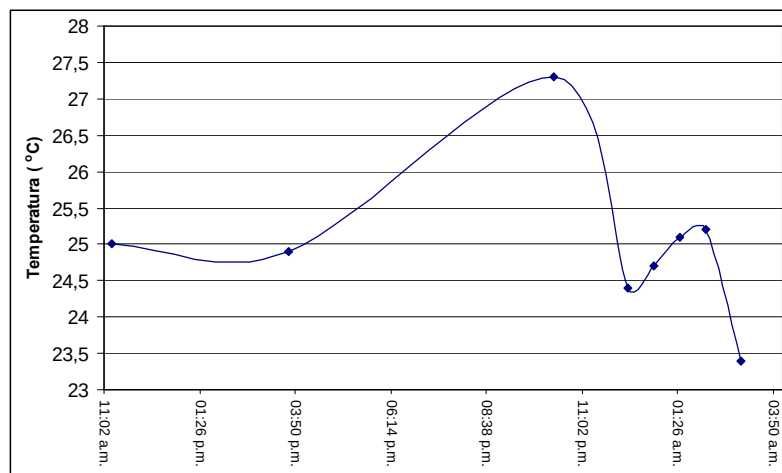


Figura N° 29. Comportamiento de la temperatura en la tanquilla B para el día 3-4 de julio de 2008

En la Figura N° 30, se puede observar que la tanquilla B presenta un pH cercano a la neutralidad, aumentando su basicidad en horas picos, donde se realiza el lavado de los equipos en producción, lo cual es causado por los productos químicos que se emplean en dicha operación.

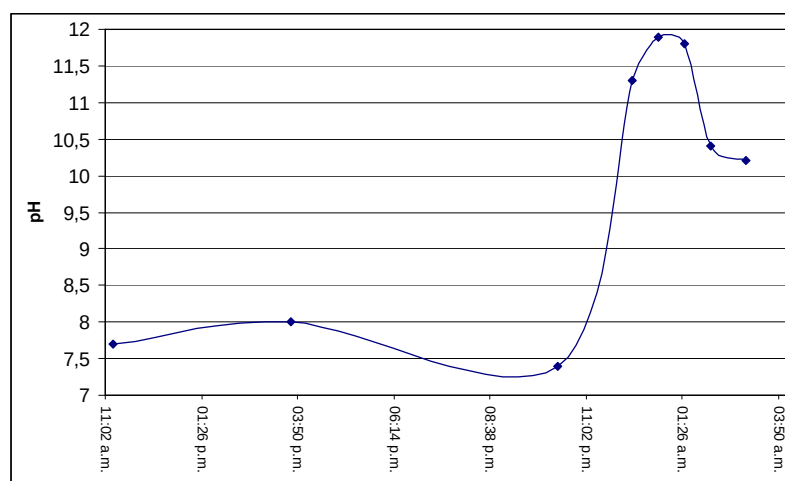


Figura N° 30. Comportamiento del pH en la tanquilla B para el día 3-4 de julio de 2008

El agua contenida en la tanquilla B, debe recibir tratamiento de ajuste de pH para que las etapas siguientes puedan operar adecuadamente.

En la Figura N° 31, se puede apreciar que el agua afluyente a la tanquilla B posee elevadas concentraciones de oxígeno disuelto (mayores a 4,5 mg/l), esto hace presumir que debido al proceso de lavado de las cestas, hay captura de oxígeno disuelto, incrementándose la concentración del mismo.

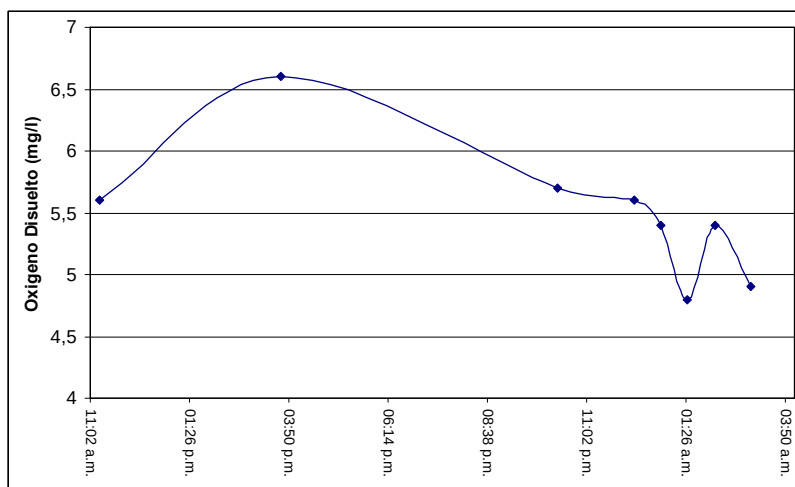


Figura N° 31. Comportamiento de la presencia de oxígeno disuelto en la tanquilla B para el día 3-4 de julio de 2008

La tendencia de la conductividad en la tanquilla B es muy similar a la del pH en la misma, (Figuras N° 30 y 32), dicho comportamiento es debido a la incorporación de sustancias de limpieza al agua.

Una diferencia que se puede observar en la conductividad del agua afluyente a la tanquilla A y B, es que la tanquilla B presenta una conductividad inferior a la de la tanquilla A (Figuras N° 28 y 32), esto es debido a que el agua de la tanquilla B solo fue empleada para el lavado de las cestas, sin adición de químicos, mientras que el agua afluyente a la tanquilla A se le adicionan químicos, como también, afluyen los desechos producidos en la elaboración de los helados, como son restos de crema, jugos, agentes de relleno, entre otros.

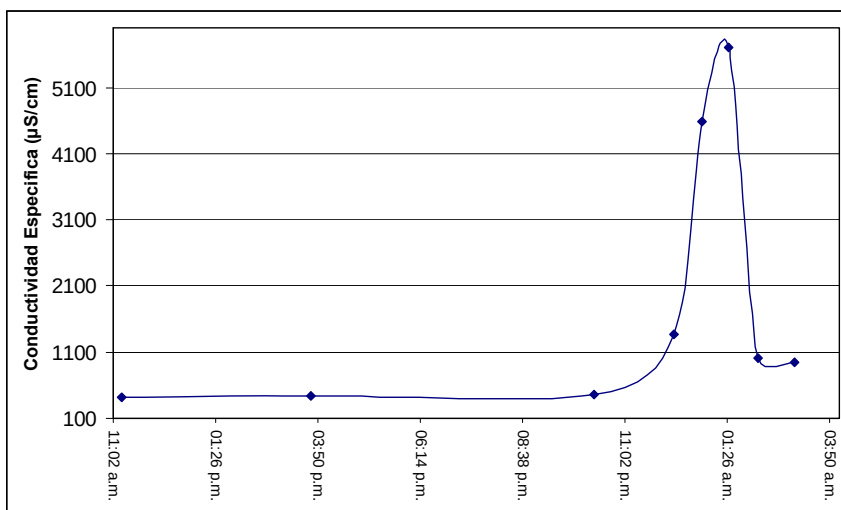


Figura N° 32. Comportamiento de la conductividad específica en la tanquilla B para el día 3-4 de julio de 2008

Tanque Buffer. Características Físico-Químicas en campo (tabla A-13).

La temperatura de la Tanquilla A, al momento de realizar el estudio oscilaba entre (21 y 29°C) y la de la B entre (23 y 27,5°C) mientras que en el tanque Buffer como se observa en la Figura N° 33 variaba entre 23,6 y 25,6°C. Esto indica que la variación de la temperatura se ha reducido a un rango más estrecho, favoreciendo los procesos en el CAF y en los reactores biológicos.

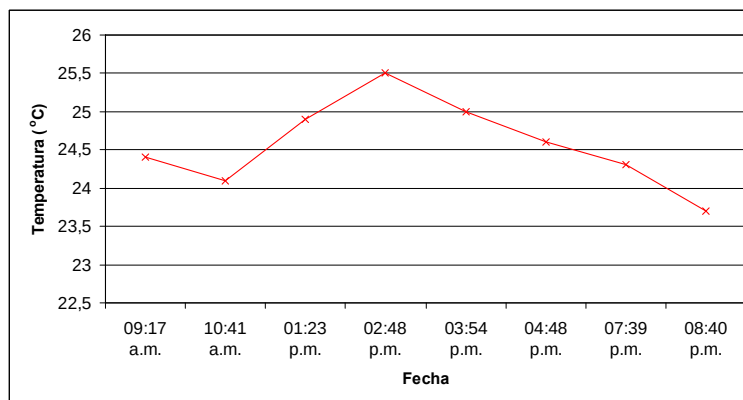


Figura N° 33. Comportamiento de la temperatura en el tanque Buffer para el día 3-4 de julio de 2008.

La función del tanque buffer, es amortiguar e igualar todos los parámetros físicos y químicos de las diferentes tanquillas, y entregar a los procesos siguientes, un líquido con pequeñas variaciones en sus características. De los valores de pH mostrados en las Figuras N° 26, 30 y 34, se puede deducir que dicho tanque no cumple su cometido, debido a que a pesar de que el valor de pH presenta pequeñas variaciones no se encuentra en el rango de los obtenidos en las tanquillas, ya que éstas presentan un pH mayormente básico mientras que el tanque buffer muestra un valor de pH ácido, debido a que las grasas al estar almacenadas por tiempos prolongados se acidifican (Ramírez D., 2008).

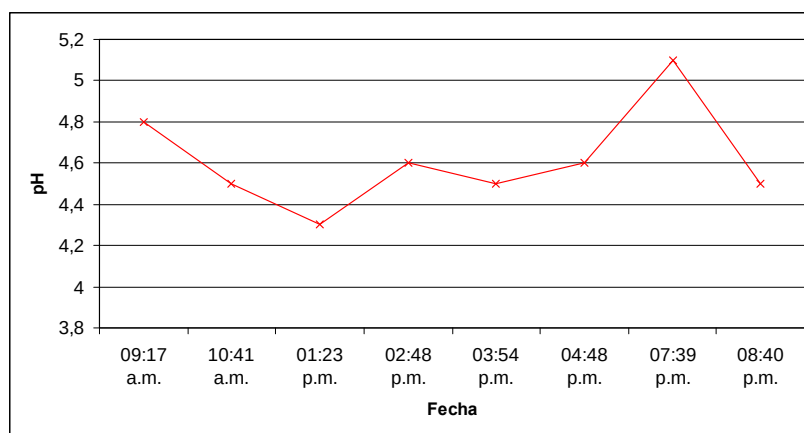


Figura N° 34. Comportamiento del pH en el tanque Buffer para el día 3-4 de julio de 2008

En la Figura N° 35, se muestra la concentración de oxígeno disuelto presente en el agua contenida en el tanque Buffer. Se puede apreciar una disminución de oxígeno en relación a las tanquillas, esto es debido al tiempo de residencia que permanecen almacenadas en las tanquillas y el tanque buffer, ocasionando en oportunidades la generación de malos olores, por la ausencia de oxígeno disuelto.

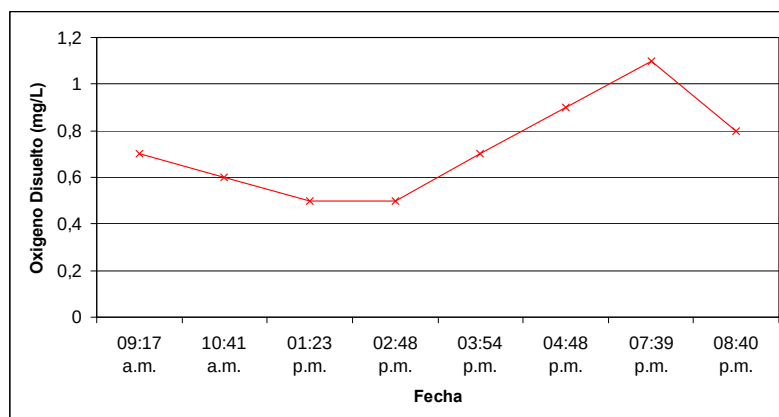


Figura N° 35. Comportamiento de la presencia de oxígeno disuelto en el tanque Buffer para el día 3-4 de julio de 2008.

La conductividad del tanque Buffer como se puede observar de la Figura N° 36 es mayor a la de las tanquillas, esto es debido a la deficiencia de mezclado que presenta dicho tanque, permitiendo la estratificación del agua, lo cual ocasiona que a medida que pasa el tiempo, mayor cantidad de sólidos y grasas se acumulan, en el cual se refleja en el aumento de la conductividad.

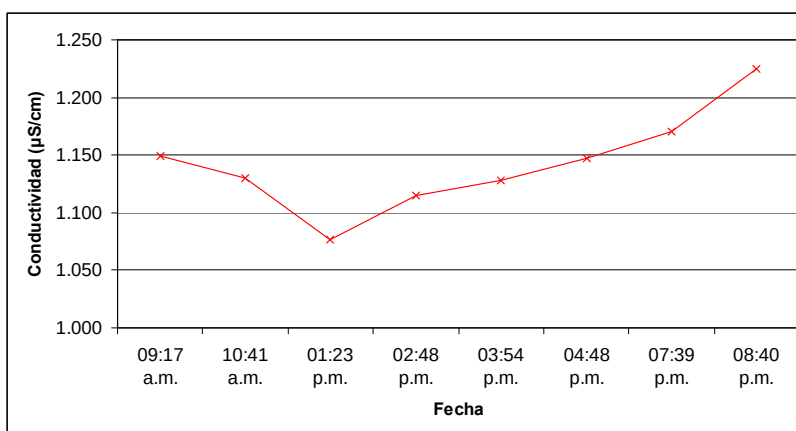


Figura N° 36. Comportamiento de la conductividad específica en el tanque Buffer para el día 3-4 de julio de 2008

Algo que se pudo observar en el muestreo, es la falta de capacidad del tanque Buffer para amortiguar las características físicas y químicas del agua residual que lo alimentan, debido

a que carece de un mezclado que permita la homogenización de los valores de los parámetros en el agua presente en el tanque.

La acción de mezclado en el tanque Buffer se lleva a cabo con un aireador flotante, el cual no permite la mezcla de toda el agua presente en el mismo, debido a que dicho aireador es muy pequeño en comparación a la capacidad del tanque. Entonces a medida que se llena el tanque, el aireador pierde contacto con el agua más profunda, quedando esta inmóvil y propensa a que se estratifiquen las grasas y sedimenten los sólidos, lo cual conlleva a que las grasas por diferencia de densidad suban a la superficie, haciendo que las aguas superficiales de dicho tanque presente mayor concentración de grasa, provocando que el pH disminuya como consecuencia de la acidificación de los ácidos grasos.

En la Tabla N° 7, se puede observar el efecto que realiza el tanque buffer sobre las aguas residuales que lo alimentan, el cuál solo presenta un efecto amortiguador sobre la Demanda Química de Oxígeno. Respecto a los otros tres parámetros (caudal, sólidos totales y aceites y grasas), al realizar un balance de masa a este tanque (Figura N° 37) se infiere que las aguas residuales, se acumulan en el mismo ocurriendo el rebose de las mismas, siendo este uno de los problemas más importantes de la P.T.A.R.

Tabla N° 7. Parámetros analizados de las muestras compuestas formadas durante 24 horas el día 3-4 de julio de 2008

Parámetro	Tanquilla A	Tanquilla B	Buffer
Caudal Promedio (L/s)	5,96	2,10	2
DQO (mg/l)	6.280	3.282	4.508
Sólidos Totales (mg/l)	14.500	19.160	5.352
Aceites y Grasas (mg/l)	426,40	534,00	376,40

Para evitar lo indicado con respecto a las condiciones de operación y tomar las decisiones correctas para su mejor funcionamiento se procedió a realizar una evaluación más detallada del tanque Buffer (tanque de igualación).

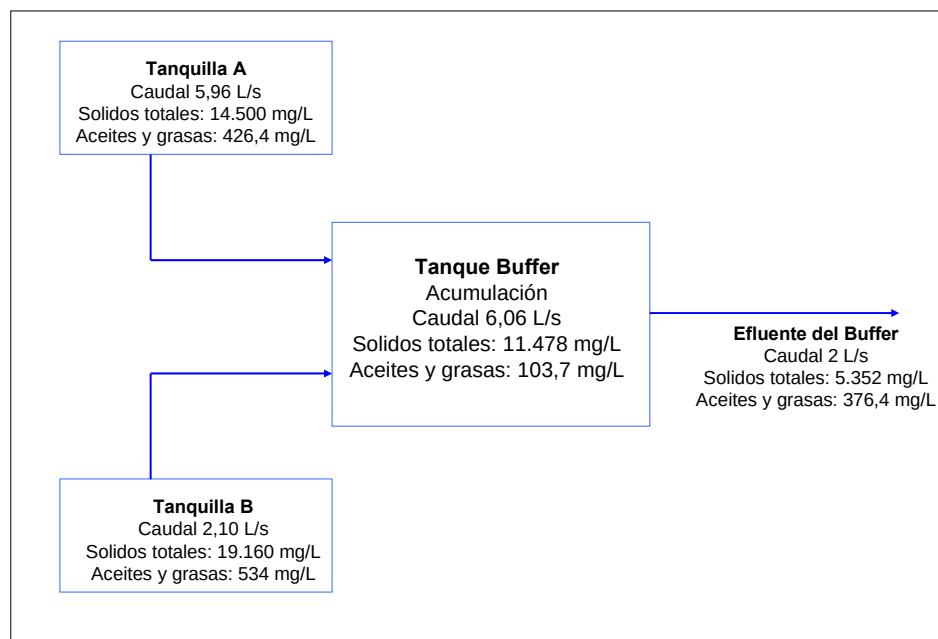


Figura N° 37. Balance de masa de la concentración de sólidos totales y aceites y grasas en el tanque Buffer.

4.5. Evaluación de la capacidad y parámetros de operación del tanque Buffer existente en la planta de tratamiento de aguas residuales de Productos EFE, S.A.

La capacidad de una planta de tratamiento de aguas residuales biológicas, se estima en base al caudal diario promedio y a la concentración de carga orgánica, correspondiente al año en el que se realiza el diseño. Los valores considerados en el diseño de la planta que se encuentra en Productos EFE, S.A., se presentan en la Tabla N° 8.

Tabla N° 8. Datos de diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales de Productos EFE, S.A.

Parámetro	Valor de diseño
Caudal medio (l/s)	7
Caudal máximo (l/s)	13
DBO _{5,20} (mg/l)	680
DQO (mg/l)	2000
SST (mg/l)	130
Carga orgánica media (Kg/día)	411
Carga orgánica máxima (Kg/día)	764

Debido al aumento de la producción, se tiene un incremento en la generación de efluentes líquidos residuales, sobrecargando la carga hidráulica y orgánica de la P.T.A.R., lo cual conlleva a que su eficiencia se vea reducida significativamente.

La DBO_{5,20}, afluente al tanque buffer, se determinó mediante una correlación con la DQO (Tabla N° A-14 y Figura N° A-18), obtenida de los análisis realizados a estos líquidos residuales.

Para operar eficientemente y cumplir con la norma de descarga a red cloacal (Decreto 883), se debe procesar de 1,4 a 2,6 L/s con una DBO_{5,20} de 3.424 mg/L (Tabla N° 9).

Tabla N° 9. Condiciones de operación, para la buena eficiencia, del tanque de igualación.

Parámetro	Valores
Caudal efluente (l/s)	8,06
Tiempo de retención (h)	9
DBO (mg/l)	3.424
DQO (mg/l)	5.707

De la evaluación de caudales realizada al tanque de igualación (Figura N° 38 y Tablas A-15 y A-16), se puede inferir que el caudal efluente promedio diario de dicho tanque es de 8,06 L/s (29 m³/h), el cual es muy superior al caudal que se viene procesando

en las etapas posteriores, lo cual conlleva a un aumento del tiempo de retención, que para los 2 L/s es de 37,7 horas.

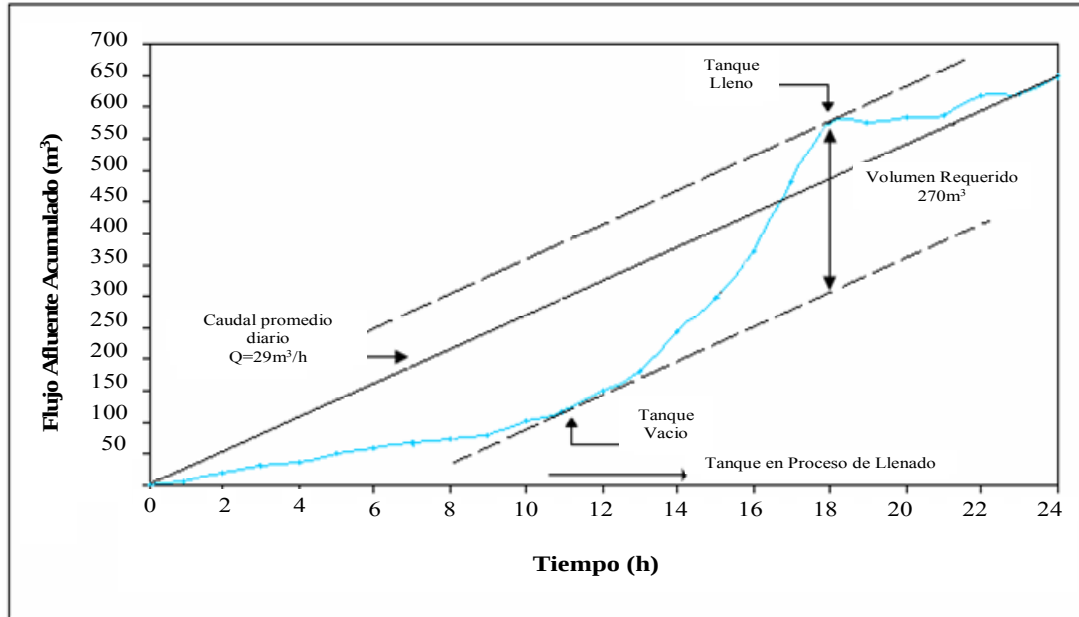


Figura N° 38. Diagrama de masa para la determinación del volumen de igualamiento.

Por ello, una solución que podría ponerse en práctica, es crear un ambiente adecuado para la proliferación de microorganismos, capaces de degradar la materia orgánica presente en el tanque buffer, y de esta manera al disminuir dicha carga orgánica se podrá aumentar el caudal a procesar por la planta, evitando la derivación actual de las enormes cantidades de agua sin tratar.

Para crear dicho ambiente es necesario, controlar el pH entre 6,5 y 8,5 en el tanque buffer, además de crear una mezcla perfecta y proporcionar el oxígeno disuelto requerido por los microorganismos para poder llevar a cabo las reacciones biológicas necesarias para la oxidación de la materia orgánica, todo esto se lograría con la inyección de aire a través de unos sopladores con capacidad suficiente para un volumen de 270 m³ de agua.

Otra alternativa que pudiera implementarse sería la construcción de un sistema de recolección de toda la crema que se desecha en la planta de producción, enviándola a un

tanque refrigerado para posteriormente ser vendido como producto intermedio a las cochineras, industrias de elaboración de alimento animal, entre otras.

4.6. Evaluación de los diferentes parámetros de campo en los afluentes de las tanquillas y efluentes de los equipos de la planta de tratamiento de aguas residuales existente en Productos EFE, S.A. (tabla A-17).

Variación del pH en todo el sistema de aguas residuales

En la Figura N° 39 se muestra la variación de pH del agua residual, en 7 puntos, desde las tanquillas hasta la descarga de las aguas a la red cloacal pasando por las etapas intermedias presentes en la planta de tratamiento.

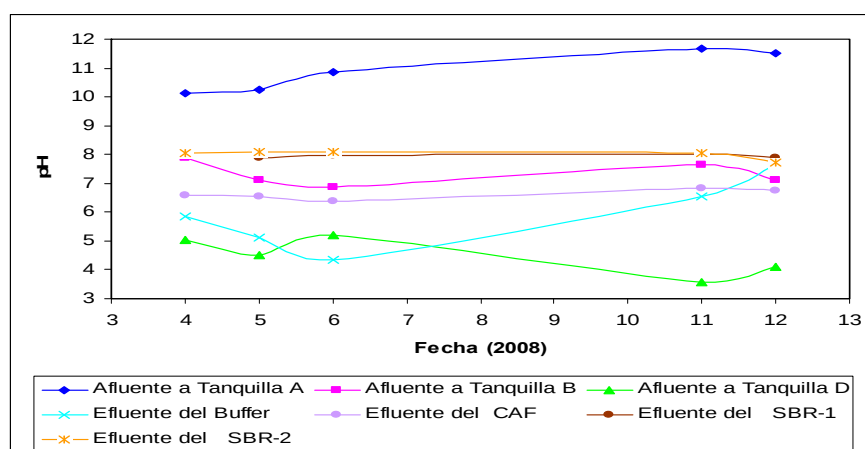


Figura N° 39. Variación del pH en diversos puntos del proceso de tratamiento de las aguas residuales de Productos EFE, S.A.

En la Figura N° 39, se puede observar que la loa afluentes a tanquilla A presenta un pH básico, y los de la tanquilla D un pH ácido, mientras que los correspondientes a la tanquilla B se encuentran próximos a un pH 7. Las aguas de las tanquillas, son enviadas al tanque Buffer (tanque de igualación); siendo el mayor caudal el de la tanquilla A (5,96 L/s), mientras que la descarga de la tanquilla D es por carga y la tanquilla B solo a ciertas horas presenta descarga, siendo el caudal promedio de 2,10 L/s. Lo que debería

esperarse que en el tanque Buffer, el pH sea básico. Esto no se cumple, debido a la acidificación de los ácidos grasos volátiles presentes en el agua residual, debido al prolongado tiempo de residencia del agua en el tanque, por lo que se incrementa la dosificación de base al tanque de neutralización para poder garantizar que el pH del agua no afecte el sistema biológico.

Para la buena operación de los reactores biológicos (SBR), es necesario que el pH se encuentre entre 6,5 y 8,5, lo cual se logra en este caso con la adición tanto de base como de ácido según sea necesario.

Los valores de pH que presenta el efluente del CAF, se encuentran en el rango especificado anteriormente, que son los que alimentan a los reactores biológicos.

Como se sabe, en los reactores biológicos ocurre la degradación de la materia orgánica, debido a la presencia de microorganismos que llevan a cabo reacciones biológicas, en donde los compuestos presentes en el agua son oxidados hasta convertirlos en compuestos estables, siendo estos los causantes del pequeño aumento del pH en el efluente de los reactores (SBR-1 y SBR-2), dicho aumento se puede observar en la Figura N° 39.

Variación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) en todo el sistema de aguas residuales.

Como se observa en la Figura N° 40, para el caudal de 2 L/s, que procesa el tratamiento biológico actualmente, la planta cumple con su función, ya que el CAF remueve entre 30 y 35% de la carga orgánica, mientras que los reactores SBR-1 y SBR-2 completan la operación removiendo entre el 70 y 80% de la carga orgánica remanente. La cual se observa en los valores de la DQO presente en los efluentes de los reactores (SBR-1 y SBR-2) que es menor al límite exigido por la norma de descarga a red cloacal (Decreto 883).

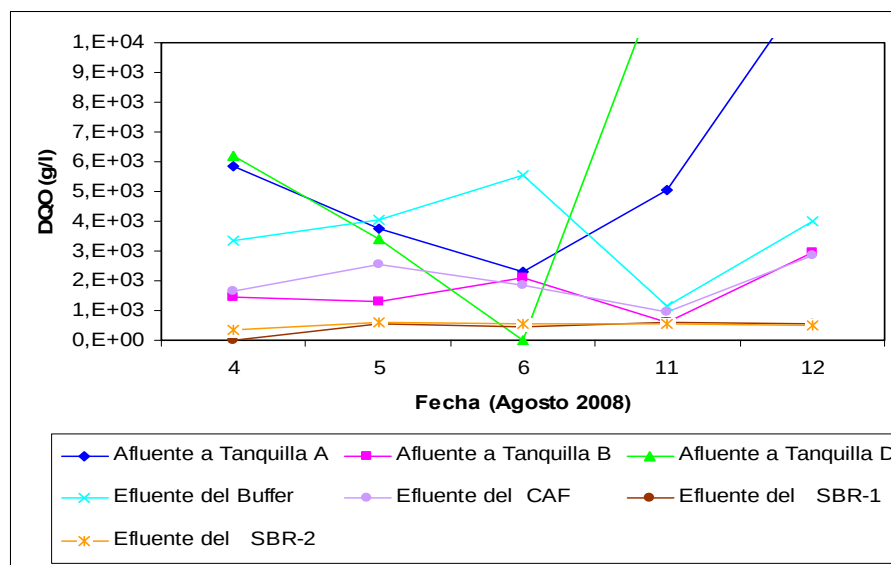


Figura N° 40. Variación de la Demanda Química de Oxígeno en diversos puntos del proceso de tratamiento de las aguas residuales de Productos EFE, S.A.

Variación del Oxígeno Disuelto (OD) en todo el sistema de aguas residuales

Para evaluar el oxígeno disuelto en el agua residual se tomaron muestras de agua en 7 puntos diferente ubicados desde las tanquillas hasta la descarga de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Debido a que la industria es de alimentos y se ubica en una zona urbana, es necesario que en todas las unidades donde el agua residual presente un tiempo de residencia, contenga una buena concentración de oxígeno, para evitar la aparición de sustancias mal olientes. Según se muestra en la Figura N° 41, esta condición se cumple en la mayoría de las unidades de la planta de tratamiento, siendo las tanquillas A y B los puntos que presentan la mayor concentración.

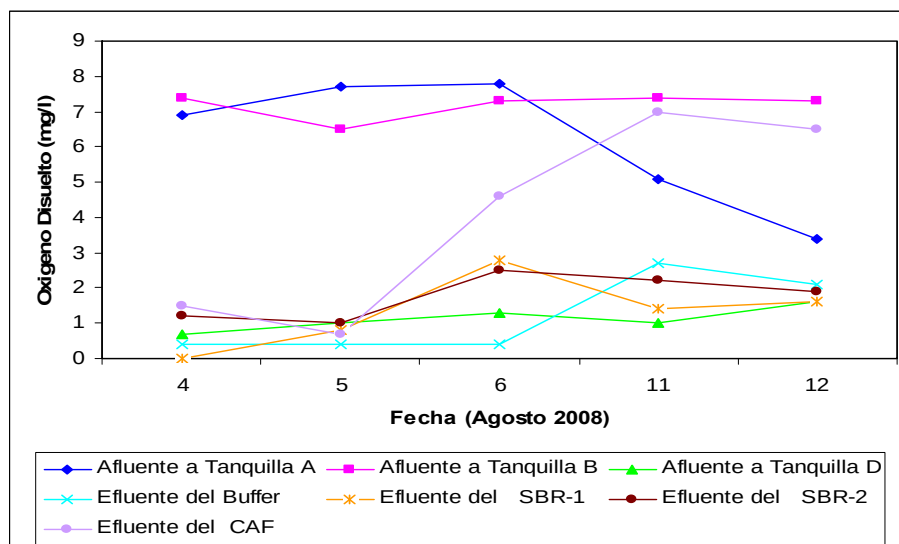


Figura N° 41. Variación del Oxígeno Disuelto en diversos puntos del proceso de tratamiento de las aguas residuales de Productos EFE, S.A.

El agua residual afluente a la tanquilla D, proviene de la compactadora de basura donde se disponen los desechos del comedor, productos intermedios, desechos de producción, entre otros. Esto indica que la cantidad de agua utilizada en el lavado es poca.

De acuerdo con las concentraciones de oxígeno que tienen las tanquillas A y B que aportan mayor caudal al tanque buffer, se esperaría que se mantuviera la condición del agua hasta salir del mismo. Esto no se cumple ya que el tiempo de retención en el tanque Buffer es muy alto, y el oxígeno es consumido rápidamente por las bacterias presentes.

A objeto de prevenir la presencia de malos olores es imprescindible que la concentración de oxígeno disuelto no sea menor a 2 mg/l, ya que adicionalmente favorece el proceso aerobio.

Variación de la conductividad en todo el sistema de aguas residuales

La variación de la conductividad presenta indirectamente, el comportamiento de los sólidos disueltos presentes en el agua residual, de Productos EFE, S.A.

Los Sólidos Totales son la suma de los sólidos disueltos, suspendidos y sedimentables, por lo que un sistema de tratamiento de aguas residuales debería producir la disminución de la cantidad de sólidos totales, exceptuando la parte disuelta, debido a que ésta no puede ser removida por los sistemas de tratamiento tradicionales.

En el caso de Productos EFE, S.A., esto no ocurre debido al alto contenido de sólidos disueltos (Figura N° 42) lo cual se atribuye a los químicos que son añadidos al agua en el tratamiento físico-químico, como son la neutralización y la adición de polímeros para la remoción de grasas en la unidad CAF, entre otros, que incrementan los sólidos disueltos en el agua.

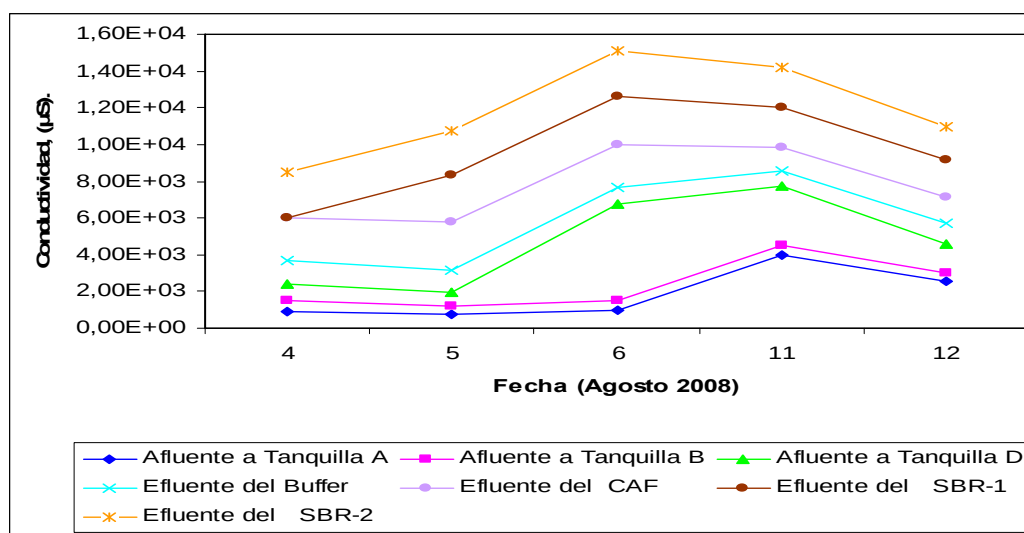


Figura N° 42. Variación de la Conductividad en diversos puntos del proceso de tratamiento de las aguas residuales de Productos EFE, S.A.

La planta de aguas residuales de Productos EFE, S.A. no está diseñada para remover sólidos disueltos, es por ello que se debe tener en cuenta estos sólidos cuando se empleen productos con estos elementos, lo cual, por solventar una situación genera un problema a veces más complicado de resolver.

Variación de la temperatura en el sistema completo de aguas residuales.

La temperatura óptima para el desarrollo de la actividad bacteriana está en el rango de 25 a 35 °C (Crites, 2000), y como puede notarse de la Figura N° 43 esto se cumple en todos los puntos analizados de la planta de tratamiento.

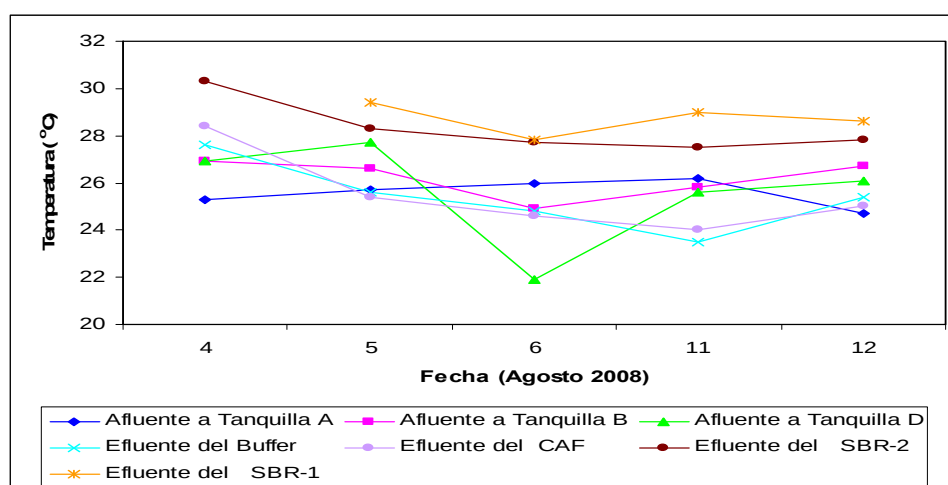


Figura N° 43. Variación de la Temperatura en diversos puntos del proceso de tratamiento de las aguas residuales de Productos EFE, S.A.

También, se observa que las temperaturas más elevadas corresponden a los efluentes de los reactores biológicos, esto se podría deber a dos razones: la primera correspondería al hecho de que el aire suministrado por los sopladores al reactor es caliente, debido a la ubicación de los mismos y, la segunda con menos influencia sería que a causa de que el sistema es por carga, el agua permanece en el reactor biológico durante un largo período y se calienta debido a los rayos solares.

Variación de las grasas en todo el sistema de aguas residuales.

En la Figura N° 44 se puede observar diferencias en el contenido de grasas y aceites en las diferentes tanquillas (A, B y D). La tanquilla D es la que presenta mayor concentración de grasas ya que es la receptora de los residuos líquidos que descarga la compactadora de basura, aquí es donde se depositan la mayor parte de los desperdicios de la industria tanto

los originados en el comedor, como en las secciones de la planta. Le sigue la tanquilla A, que recibe la mayor cantidad del agua de la planta de producción de helados y del sistema CIP, donde se preparan y dosifican los productos químicos para la limpieza de los equipos de la planta y por último, viene la tanquilla B que recoge el agua procedente del lavado de las cestas y de la sección de helados especiales de la planta de producción.

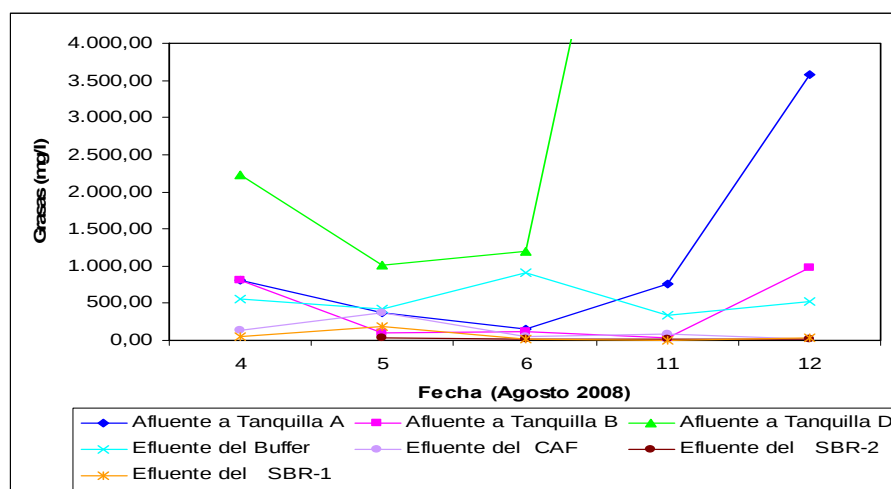


Figura N° 44. Variación de la concentración de Grasas y aceites en diversos puntos del proceso de tratamiento de las aguas residuales de Productos EFE, S.A.

También se puede apreciar lo eficiente que es el CAF y los reactores biológicos, dando como resultados concentraciones por debajo de las exigidas por la norma. Se debe tener en cuenta que estas eficiencias se logran debido al poco caudal que es enviado a dichas unidades.

Variación de sólidos en todo el sistema de aguas residuales.

La Figura N° 45 muestra la variación de sólidos en el agua residual desde las tanquillas hasta la descarga de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Se puede apreciar el efecto que causa el tanque de igualación sobre las diferentes concentraciones de sólidos que aportan las tanquillas.

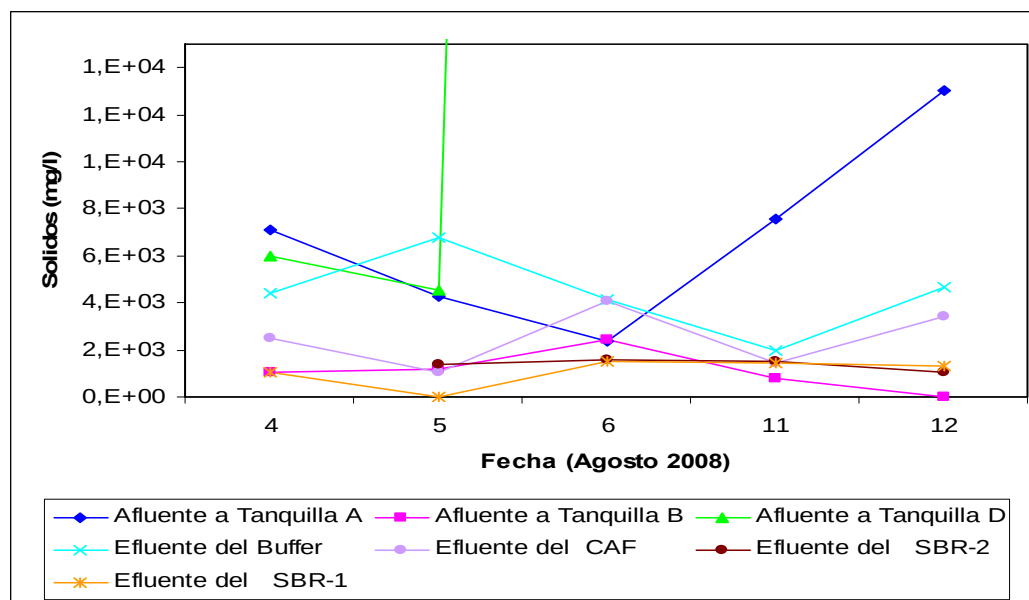


Figura N° 45. Variación de la concentración de Sólidos Totales en diversos puntos del proceso de tratamiento de las aguas residuales de Productos EFE, S.A.

El CAF tiene la función de remover los sólidos suspendidos, lo cual permite disminuir los sólidos totales, sin embargo la cantidad de químicos que recibe el agua para cumplir con los parámetros requeridos por las unidades de tratamiento aguas abajo, como son la adición de polímeros y ácidos y bases necesarios para la buena operación del CAF y de los reactores biológicos respectivamente, hace que se incrementen los sólidos totales, debido al aporte de los sólidos disueltos.

De la curva que representa los sólidos a la salida del CAF, en la Figura N° 45, se infiere que no es tan eficiente la remoción de estos de sólidos suspendidos, puesto que los sólidos totales se encuentran muy cerca del valor con el cual esta saliendo del Buffer.

4.7. Evaluación del Digestor Biológico.

El objetivo del digestor biológico, es balancear la tasa de sólidos que entra y sale de los reactores de tal forma que no se arrastren grandes cantidades de sólidos en el mismo. Se puede esperar que la cantidad de lodo que sale del digestor biológico sea mayor que la que

entra, esto es debido a que hay crecimiento de biomasa. (Memoria descriptiva de los reactores biológicos, 1999).

Como puede observarse en las Tablas N° 10 y 11, el volumen requerido del digestor biológico para poder soportar todos los lodos originados en los reactores biológicos, teniendo en cuenta que el caudal tratado actualmente por los reactores es de 2 L/s, es superior al volumen que tiene este tanque, lo que quiere decir que no hay capacidad para tratar la elevada generación de lodos. Si se aumenta el caudal de agua a tratar por la planta (que es lo que se quiere lograr con este trabajo) también se incrementaría la generación de lodos, lo que ocasionaría grandes problemas, debido a que en ellos se concentran los constituyentes responsables del carácter agresivo del líquido residual sin tratar.

Tabla N° 10. Datos de diseño del digestor biológico presente en la planta de tratamiento de aguas residuales de Productos EFE, S.A.

Parámetro	Valor de diseño
Volumen (m ³)	126
Caudal (L/s)	0,073

Tabla N° 11. Datos actuales del digestor biológico presente en la planta de tratamiento de aguas residuales de Productos EFE, S.A.

Parámetro	Valor de diseño
Volumen requerido(m ³)	147
Caudal (L/s)	0,085

Por ello, antes de tomar cualquier acción con respecto al aumento del caudal de agua a tratar por la planta, hay que evaluar las posibilidades de tratamiento de dichos lodos para evitar que sean descartados y causar más daños a la red cloacal, lo cual no es objetivo del presente trabajo.

Las soluciones que se han planteado para solventar los problemas de funcionamiento de la P.T.A.R., están sujetas a los cambios que deban realizarse al tratamiento de los lodos, para

poder tener una mayor capacidad de los mismos, cuando se aumente el caudal a tratar por la planta. Por ello, estas soluciones no se pudieron implementar en los actuales momentos.

4.8. Balances de Ganancia-pérdidas económicas que produce la planta de Productos EFE, S.A.

De acuerdo a las determinaciones y evaluaciones de los parámetros, realizados en los puntos anteriores, se infiere que la empresa, presenta pérdidas económicas debido a la alta generación de desechos. Por ello, es conveniente realizar un estudio de ganancias y pérdidas económicas en las diferentes secciones, en el lapso de 6 meses, correspondiente al período Marzo – Agosto 2008.

En la Figura N° 46 (Tabla A-18), se puede observar que los helados de las diferentes líneas que presentan un mayor aporte económico a la empresa, son los que se producen en la línea *Viking*, seguido por los de la sección de *helados especiales*, mientras que los que representan mayores perdidas son los que se producen en la en las secciones de *helados especiales* y *rollo's*.

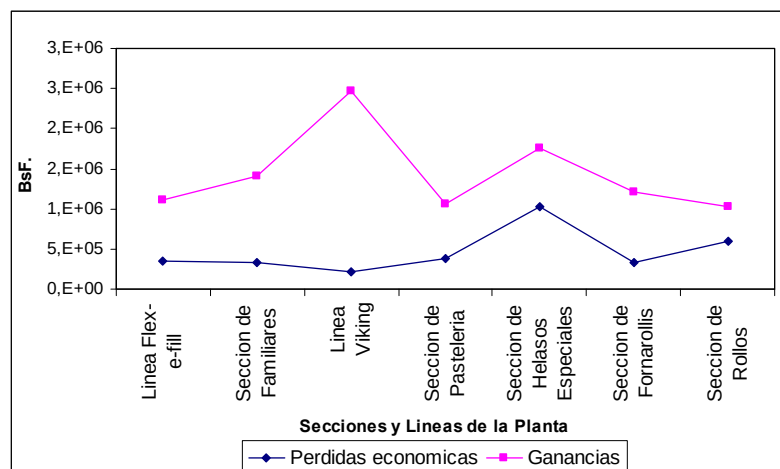


Figura N° 46. Balance general de ganancias – pérdidas económicas en cada sección de la planta de Productos EFE, S.A.

Como se puede apreciar en la Figura N° 46, los helados que se elaboran en la sección de *helados especiales* son los que generan una de las mayores ganancias, pero producen a su

vez las pérdidas económicas mas elevadas de toda la planta, estas pérdidas económicas están vinculadas directamente a la enorme cantidad de desechos de helados que esta sección produce, mientras que sus ganancias no se originan como consecuencia de su producción, si no que se debe a la alta demanda nacional de estos helados.

Como el objetivo es disminuir las pérdidas, se determinó la relación perdida/ganancia que genera cada sección de la planta para de esta manera poder resolver los problemas más influyentes. En la Figura N° 47 (Tabla A-19) se puede observar dicha relación expresada en porcentaje de pérdidas.

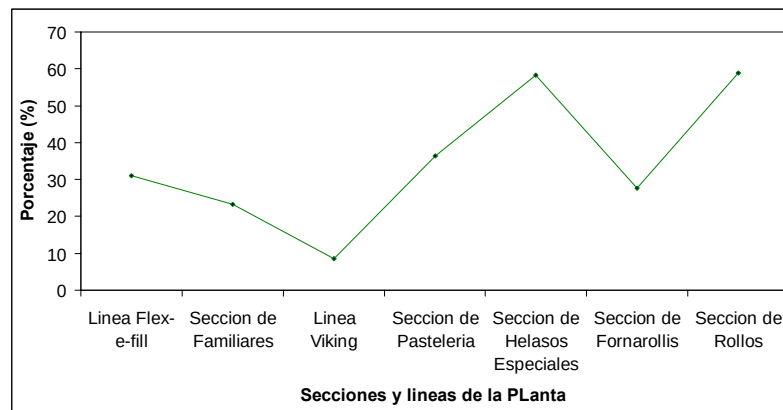


Figura N° 47. Porcentaje de la relación pérdidas/ganancias económicas que presenta cada sección de la planta de Productos EFE, S.A.

Se observa que las secciones que presentan mayores pérdidas económicas para la empresa son la de *helados especiales* y la *rollo's*, seguidas de la de *pastelería* y *fornarolli's*, mientras que el resto de las líneas muestran pérdidas menores al 30%.

Es importante analizar los resultados de las Figuras N° 46 y 47, en base a los balances de ganancias y pérdidas económicas de los diferentes helados, lo cual se muestra en las Figuras de la 48 a la 54.

De la Figura N° 48 (Tabla A-20) se puede inferir que la línea *Viking*, genera las mayores ganancias para la empresa y es la que le origina la menor cantidad de pérdidas económicas. Por lo que el objetivo primordial de la empresa y del presente trabajo es que

las diferentes secciones como tipos de helados de cada una puedan presentar un comportamiento similar. Una vez subsanado los problemas.

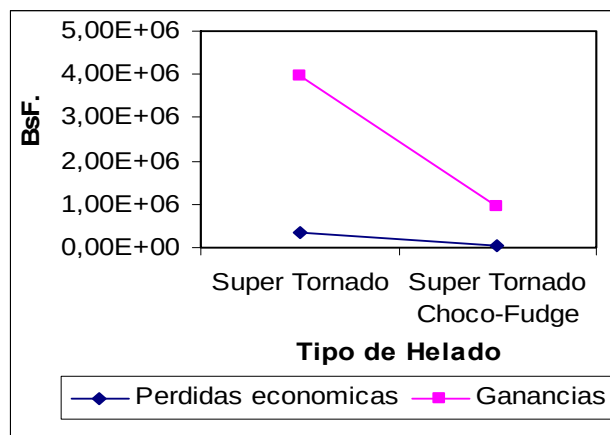


Figura N° 48. Balance de ganancias-pérdidas económicas de los helados que se elaboran en la línea Viking.

Por ejemplo en la Figura N° 49 (Tabla A-21, sección familiares), los helados que aportan las mayores ganancias son el EFE Napolitano y el EFE Mantecado 920 ml, con aproximadamente 6 y 4 millones de Bs.F respectivamente, también se puede observar que las ganancias del resto de los helados de esta sección es menor a 2 millones de Bs.F. Por otra parte, es importante enfatizar que las pérdidas económicas de esta sección son inferiores a 1 millón de Bs.F.

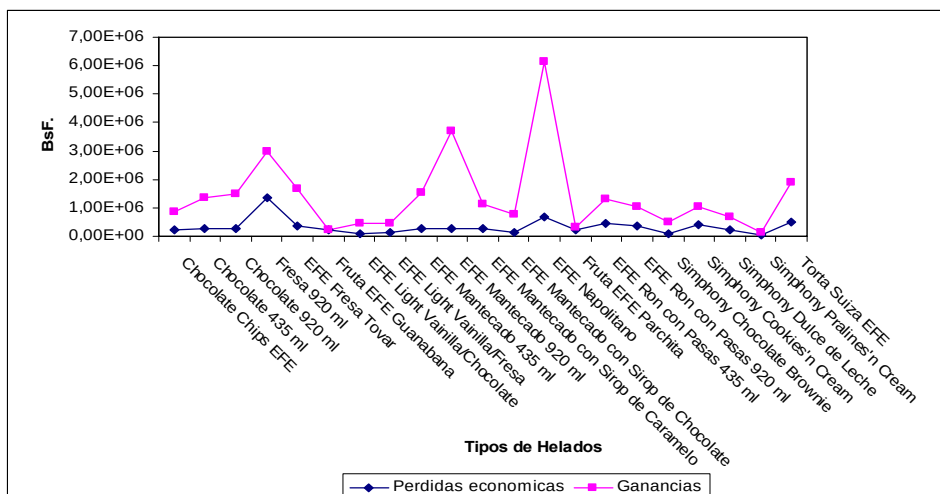


Figura N° 49. Balance de ganancias-pérdidas económicas de los helados que se elaboran en la sección de familiares.

En la producción de los helados, se tiene que en algunos casos las pérdidas económicas son bastante altas al compararla con las ganancias, tal es el caso de los helados de la línea Flex-e-fill (Figura N° 50, Tabla A-22) con los helados Sundae EFE Chocolate y Sundae EFE Fresa y el EFE Sandwich de la sección Pastelería (Figura N° 51, Tabla A-23).

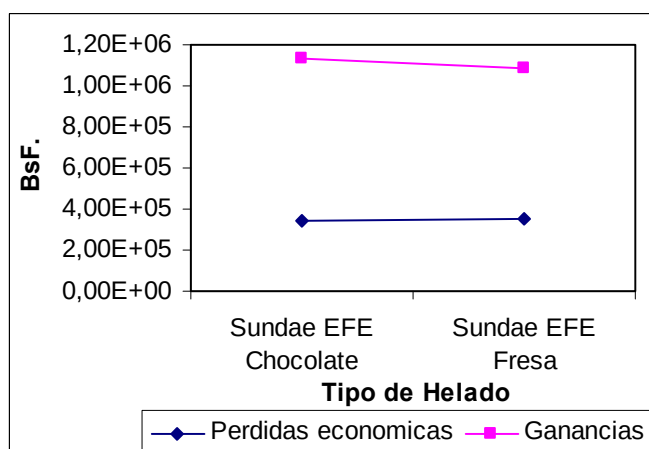


Figura N° 50. Balance de ganancias-pérdidas económicas de los helados que se elaboran en la línea Flex-e-fill.

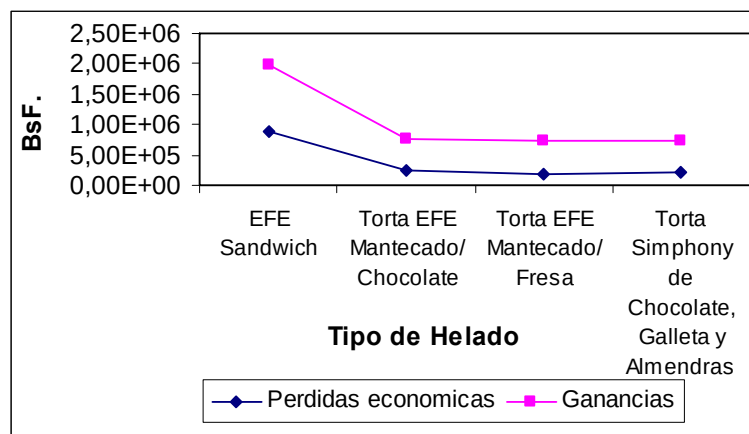


Figura N° 51. Balance de ganancias-pérdidas económicas de los helados que se elaboran en la sección de Pastelería.

Los helados Cachorro y Super Tornado de las líneas Fornarolli y Viking Figuras N° 52 (Tabla A-24) y 48 respectivamente, son los que generan un alto aporte económico a la empresa, pero inferiores al EFE Napolitano de la línea familiares. A estas ganancias está aunado, una relación de pérdida económica la cual es menor a 1 millón de Bs.F., esto se debe a que generan pequeñas cantidades de desperdicios. Por otra parte, en la sección de rollo's (Figura N° 53, Tabla A-25), es importante destacar que el helado pastelado, aunque genera un alto beneficio a la empresa, también es el que produce mayores pérdidas económicas, debido a las numerosas fallas antes mencionadas.

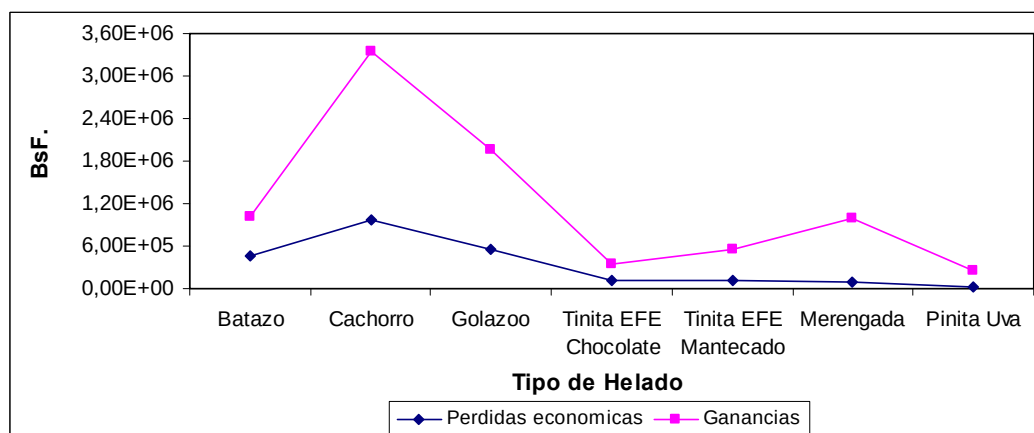


Figura N° 52. Balance de ganancias-pérdidas económicas de los helados que se elaboran en la sección de Fornarolli's.

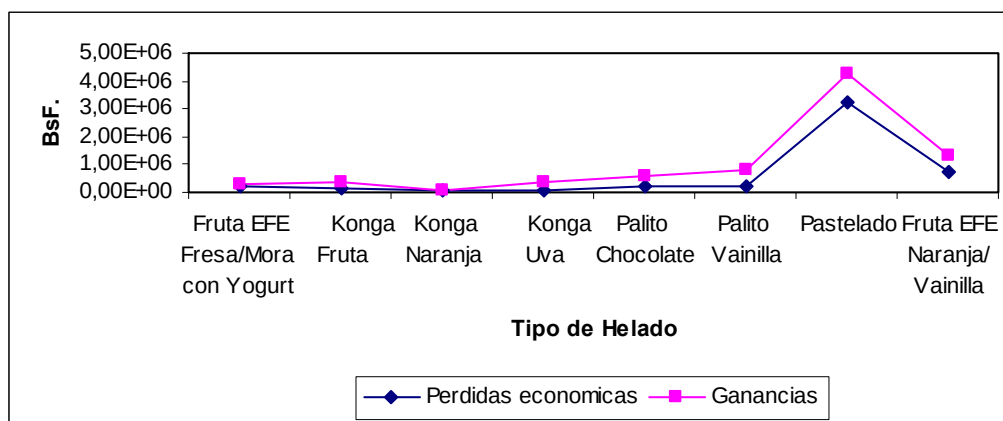


Figura N° 53. Balance de ganancias-pérdidas económicas de los helados que se elaboran en la sección deRollo's.

Por último, en la sección de helados especiales (Figura N° 54, Tabla A-26) el helado Symphony Cookies'n Cream aunque genera ganancias relativamente altas, las pérdidas económicas son elevadas, producto de los desperdicios que genera dicha sección.

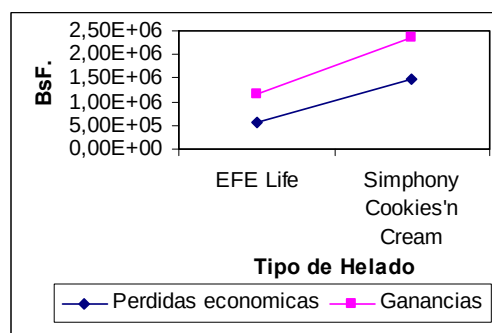


Figura N° 54. Balance de ganancias-pérdidas económicas de los helados que se elaboran en la sección de helados especiales.

En general los otros helados, no presentan ganancias significativas para la empresa, según se puede observar en las figuras mencionadas. Esto es debido a que dichos helados no poseen una alta demanda. Por lo que no se enfatizó sobre la relación ganancia pérdidas económicas de ellos.

Como se observa, el comportamiento depende del tipo de helado, características del mismo, desperdicios que ocasiona, así como su impacto en el mercado de venta.

CAPITULO V.

CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye:

- La sección que produce mayor cantidad de desechos en la planta de producción es la de *familiares*, a pesar de que las líneas con mayores fallas en sus equipos son la de *helados especiales y rollo's*.
- Aquellas líneas donde los congeladores analógicos fueron remplazados por los digitales, presentaron una alta disminución de la cantidad de re-proceso generados.
- Las diferentes secciones presentan numerosas fallas que deben ser subsanadas para evitar, el tan elevado aporte de carga orgánica que se genera en las aguas residuales de la planta de producción.
- El agua residual que se alimenta a la planta de tratamiento por la tanquilla A es la que presenta las características más agresivas de todas las tanquillas (A, B y D) debido a que es la que recoge la mayor cantidad de los desechos que se generan en la planta de producción.
- Actualmente la planta de tratamiento de aguas residuales, no tiene la capacidad para procesar el caudal afluyente (8,06 L/s), debido a la alta carga orgánica (3.424 mg/l). Por lo que la cantidad a procesar con esa DQO se encuentra entre 1,6 y 2,4 l/s, del caudal afluyente a la planta.
- Actualmente la materia orgánica presente en el agua (3.424 mg/l), es aproximadamente 5 veces mayor que su valor de diseño (680 mg/l) debido al incremento en los procesos productivos.
- El único parámetro, que no representa un problema para la planta de tratamiento, es la temperatura, encontrándose en un rango óptimo (25 - 35°C), de operación de un sistema de lodos activados.

- El tiempo de retención del tanque buffer se vio incrementado en un 342% , es decir, de 11 h a 37,7 h.
- El tanque buffer no presenta un comportamiento amortiguador, causando la acidificación de los ácidos grasos y la disminución del pH.
- La elevada cantidad de químicos que deben ser añadidos al agua residual una vez que éstas abandonan el tanque Buffer, es la principal razón del aumento tan abrupto de los sólidos disueltos en las aguas tratadas.
- Actualmente, el digestor biológico no tiene la capacidad para soportar todos los lodos que se generan en los sistemas biológicos, intensificando los problemas presentes en la P.T.A.R.
- Al incrementarse el caudal a procesar por la planta, generará un aumento en la producción de lodos biológicos, para lo cual deberán incrementarse los tiempos de operación del filtro prensa, para evitar el rebose del digestor.
- El caudal de agua procesado actualmente (2 L/s) por la planta cumple con las normas exigidas para las descargas a red cloacal (Decreto 883).
- La sección que presenta el mayor aporte económico para la empresa es la Viking con la producción de los helados super tornados, mientras la que presenta la más elevadas pérdidas económicas es la línea de helados especiales.

CAPITULO VI.

RECOMENDACIONES.

Entre las recomendaciones se pueden mencionar las siguientes:

- Evitar el uso de tanques grandes para almacenar coberturas, ya que éstas se van endureciendo a medida que se van enfriando, obstruyendo el sistema de bombeo de la misma y produciendo enormes cantidades de pérdidas.
- Se debe en lo posible solucionar las fallas en la planta de producción, así como la metodología de trabajo de los operarios para que se eviten las elevadas.
- Evaluar la posibilidad de construir un tratamiento previo, como la colocación de un separador de grasas para las aguas efluentes de las tanquillas A y B, y de esta manera se podría evitar que esta agua lleguen a la planta con altos aportes de carga orgánica y grasas.
- De no se factible llevar a cabo la recomendación anterior, entonces debería cambiarse la unidad CAF por otro sistema de flotación, con mayor capacidad y que no utilice excesivos químicos para su funcionamiento, ya que éstos incrementan los sólidos totales.
- Crear en el tanque Buffer un ambiente que presente las condiciones necesarias (pH, oxígeno disuelto, entre otros), para la proliferación de microorganismos capaces de degradar la materia prima.

- Regular el pH en el neutralizador con una solución buffer, debido a que de esta manera a parte de ahorrar enormes cantidades de químicos, también se vería disminuida la cantidad de sólidos disueltos en el agua tratada.

CAPITULO VII.

BIBLIOGRAFÍA

- Alimentos Polar. (2008, Julio). Política: Protección Ambiental [En línea]. Web Empresas Polar. Disponible: <http://Portal.netpolar.com/irj/Portal>. [2008, Julio 5].
- Ardila, D. y Salvo, A. (2006). Elaboración de Instructivos de Operación para Reducir las Pérdidas en una Frábrica de Helados. Trabajo Especial de Grado. Universidad Central de Venezuela.
- Clesceri, Greenberg y Trussell. (1989). Standard Methods.
- COVENIN 2392:1997. Norma Venezolana Helados y Mezclas para Helados.
- Ing. Janssen, Dominic. (1999). Manual de procesos de tratamiento AquaSBR Sequencing Batch Reactor. Rockford Illionois U.S.A: Aqua aerobic systems. INC.
- Isern, Augusto. (1999). Tratamiento de Aguas Residuales Empresas Polar. [En línea]. Web Empresas Polar. Disponible: <http://portal.netpolar.com/irj/portal>. [2007, 10 de Diciembre].
- Janssen, D. (1999). Manual de procesos de tratamiento AquaSBR Sequencing Batch Reactor. U.S.A - Rockford Illionois: Aqua aerobic systems. Inc.
- López Loyo, R. (2007). Tratamiento físico-químico de aguas residuales. Caracas-Venezuela.
- Marques, P (2005). Descripción del Proceso de Elaboración de Helados y Medición del Desperdicio. Informe de Pasantía. Universidad Simón Bolívar, Sartenejas.
- Metcalf & Eddy. (1991). Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse (3a. ed.). United States: Irwin / McGraw-Hill.
- Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos (Decreto No. 883). (1995, Diciembre 18). Gaceta Oficial de la Republica de Venezuela, 5.021 (Extraordinario), Diciembre 18, 1995.

- Parker, H. W. (1975). Wastewater Systems Engineering. U.S.A – New Jersey: Pretice – Hall, Inc.
- Ramalho, R. S. (1977). Introduction to Wastewater Treatment Processes. U.S.A – New York: Academic Press, Inc.
- Ramirez Parodí, D. (2008). Evaluación de la Capacidad de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (P.T.A.R) de Productos EFE S.A. ubicada en Caracas. Trabajo Final., Universidad Metropolitana, Caracas.
- Rivas Mijares, G. (1978). Tratamiento de Aguas Residuales. (2ª. Ed.). Caracas: Ediciones Vega.
- Sánchez, R., Najul, M. V., Alberdi, R., Henry, B., Mata, A., (Profesores). (2008). Acondicionamiento de Aguas para la Industria y Manejo de Efluentes Líquidos Industriales. Caso de Aplicación: Fabricación de Helados. Principios Fundamentales y Aspectos Operacionales. [Curso]. Caracas: Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ingeniería.
- Scheibler, U. Helados: Lo que hay que Saber. [En línea]. Disponible: <http://ibox.saporiti.com.ar/news/viewNote.aspx?Id=69>. [Consulta: 2008, Junio 15].

CAPITULO VIII.

APÉNDICE A.



Figura A-1. Tanque de Igualación – Compensación (Tanque Buffer), que opera en Productos EFE.



Figura A-2. Tanque de Neutralización, que opera en Productos EFE.



Figura A-3. Sistema de Flotación (CAF), que opera en Productos EFE, S.A.



Figura A-4. Tratamiento Biológico, que opera en Productos EFE, S.A.



Figura A-5. Digestor Biológico, que opera en Productos EFE, S.A.

Tabla A-1. Formato para recolectar los datos requeridos para el balance de masa.

[illegible]

* Este peso incluye las paletas y todo tipo de empaque que presenten los helados.



Figura A-6. Reactor empleado para la determinación de DQO.



Figura A-7. Espectrómetro empleado para realizar las lecturas de DQO.

Tabla A-2. Datos obtenidos (marzo de 2008) para la elaboración de la curva de calibración

DQO (mg/L)	Vm (mL)	mg de O ₂	Absorbancia (600 nm)
0	2,5	0,000	0
9	2,5	0,023	0,001
45	2,5	0,113	0,003
225	2,5	0,563	0,052
450	2,5	1,125	0,184
675	2,5	1,688	0,317
900	2,5	2,250	0,391

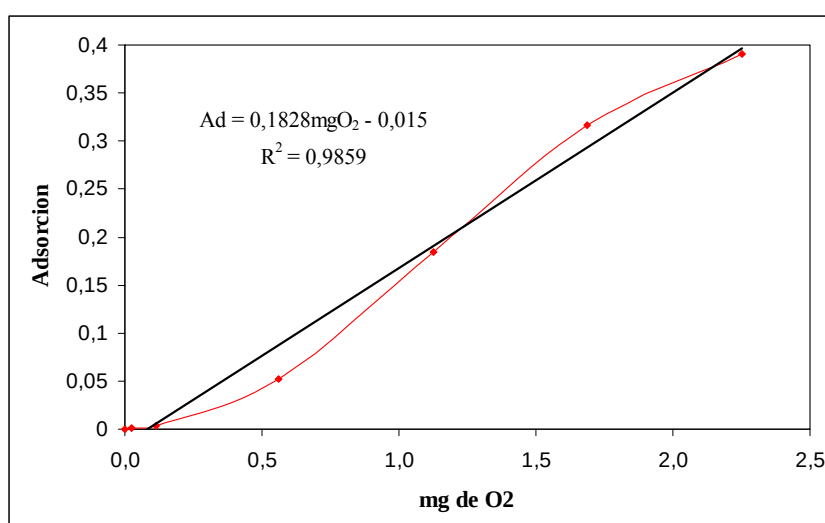


Figura A-8. Curva de calibración de DQO para marzo de 2008.

Tabla A-3. Datos obtenidos (junio de 2008) para la elaboración de la curva de calibración

DQO (mg/l)	Vm (mL)	mg de O ₂	Absorbancia (600 nm)
0	2,5	0,000	0
9	2,5	0,023	-0,009
45	2,5	0,113	0,001
225	2,5	0,563	0,037
450	2,5	1,125	0,177
675	2,5	1,688	0,266
900	2,5	2,250	0,366

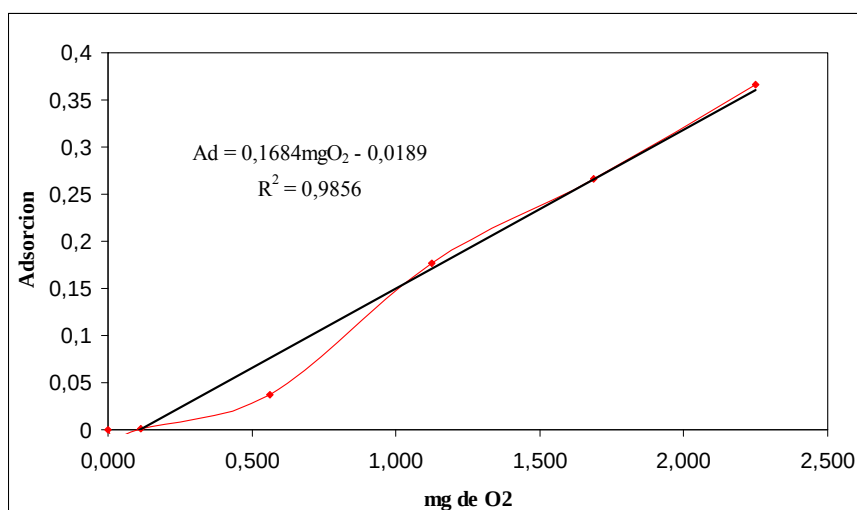


Figura A-9. Curva de calibración de DQO para junio de 2008.

Tabla A-4. Costo de comercialización de los helados que se elaboran en Productos EFE, S.A.

Tipo de Helado	Costo de Comercialización (Bs.F)
EFE Life	3
Simphony Cookies'n Cream	4,5
EFE Sandwich	2,5
Torta EFE Mantecado/Chocolate	16,5
Torta EFE Mantecado/Fresa	16,5
Torta Simphony de Chocolate, Galleta y Almendras.	19
Fruta EFE Fresa/Mora con Yogurt	1,9
Fruta EFE Fresa	1
Fruta EFE Naranja/Vainilla	1,9
Konga Frutas	1
Konga Naranja	1
Konga Uva	1
Palito Vainilla	0,8
Palito Chocolate	0,8
Pastelado	2,5

Tipo de Helado	Costo de Comercialización (Bs.F)
Sundae EFE Fresa	4,1
Sundae EFE Chocolate	4,1
Super Tornado	4,1
Super Tornado Choco-Fudge	4,1
Batazo EFE	3,7
Cachorro EFE	2
Golazoo	2,4
Merengada	2,5
Piñata	2,5
Tinita EFE Mantecado	1,3
Tinita EFE Chocolate	1,3
Torta Suiza EFE	11,1
Simphony Pralines'n Cream	10
Simphony Dulce de Leche	10
Simphony Cookies'n Cream	10
Simphony Chocolate Brownie	10
EFE Ron con Pasas 920 ml	15
EFE Ron con Pasas 435 ml	8,5
Fruta EFE Parchita	8,5
EFE Napolitano	25
EFE Mantecado/Sirop de Chocolate	11,1
EFE Mantecado/Sirop de Caramelo	11,1
EFE Mantecado 920 ml	12,7
EFE Mantecado 435 ml	7,1
EFE Light Vainilla/Fresa	8,5
EFE Light Vainilla/Chocolate	8,5
Fruta EFE Guanabana	8,5
Fresa Tovar EFE	11,1
EFE Fresa 920 ml	12,7

Tipo de Helado	Costo de Comercialización (Bs.F)
EFE Chocolate 920 ml	12,7
EFE Chocolate 435 ml	7,1
Chocolate Chips EFE	11,1



Figura A-10. Estufa empleada para la determinación de Sólidos Totales y Grasas.



Figura A-11. Desecador empleado para la determinación de Sólidos Totales y Grasas.



Figura A-12. Balanza analítica empleada para la determinación de Sólidos Totales y Grasas.



Figura A-13. Estufa Baño Térmico empleado para la determinación de Sólidos Totales



Figura A-14. Rota evaporador empleado para la determinación de aceites y grasas.

Tabla A-5. Índice de Merma para cada sección de la planta productos EFE, S.A.

Sección de la Planta	Índice de Merma (%)
Familiares	19
Helados Especiales	57
Pastelería	33
Rollo	41
Fornarolli	26
Viking	5
Flex-e-fill	31

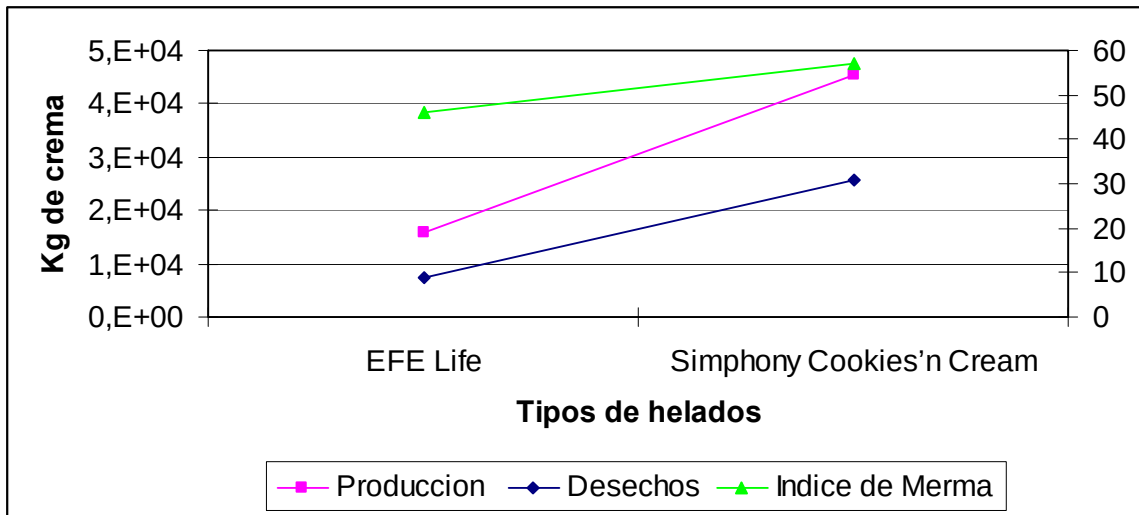


Figura A-15. Balance de masa e índice de merma de los helados que se elaboran en la sección de helados especiales.

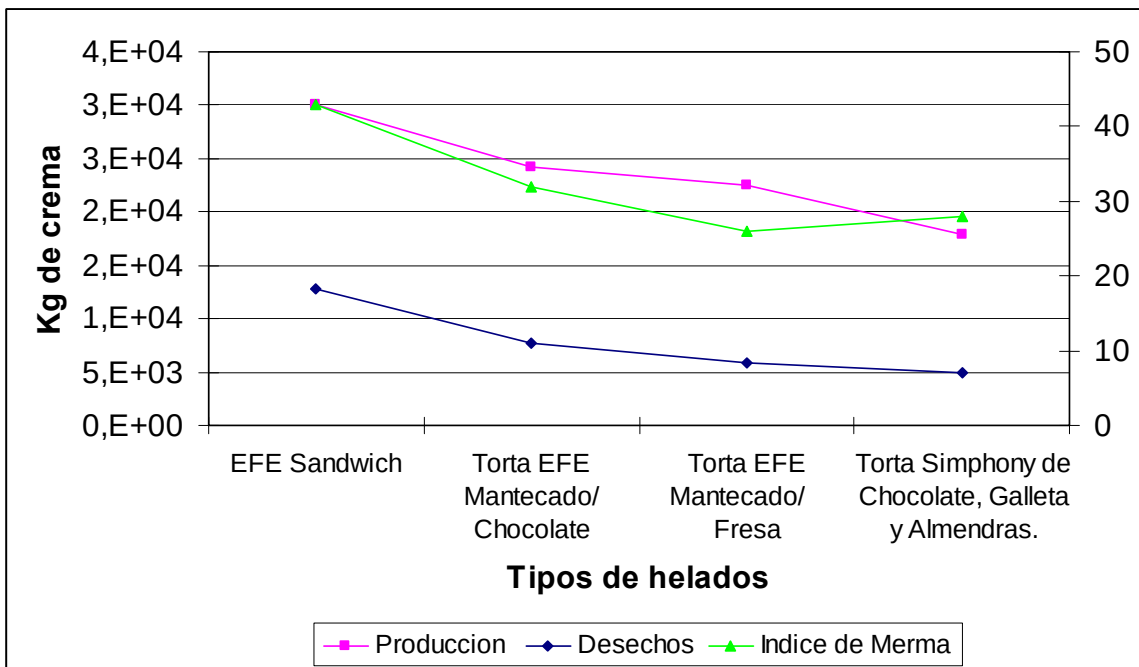


Figura A-16. Balance de masa e índice de merma de los helados que se elaboran en la sección de pastelería.

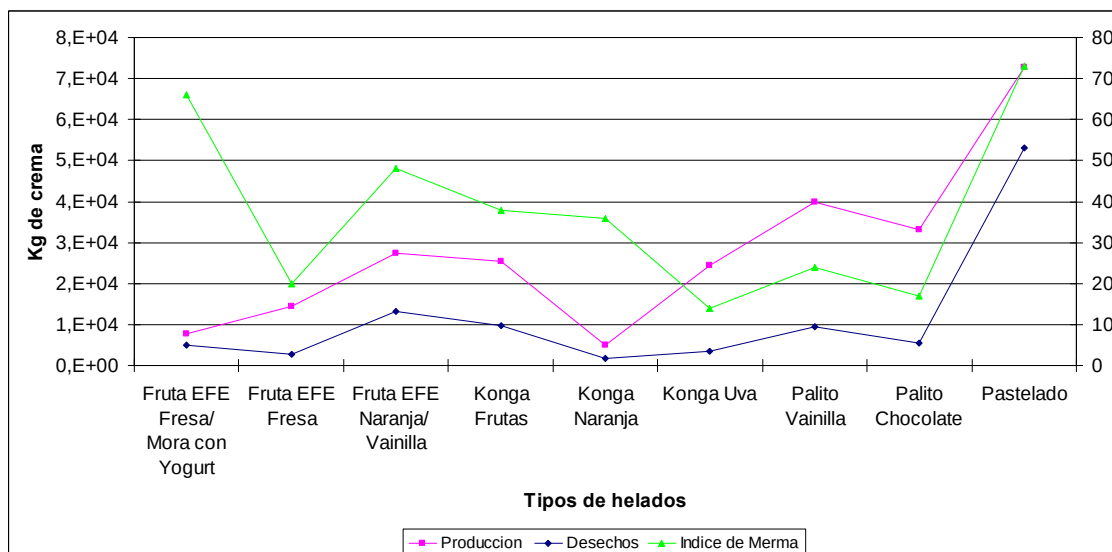


Figura A-17. Balances de Masa de los helados que se elaboran en la sección de Rollos's.

Tabla A-6. Carga Orgánica representativa para cada sección y línea de la planta de Productos EFE.

Sección o Línea de la planta de Productos EFE, S.A.	DQO (g/l)
Sección de Rollos	192
Sección de Fornarollis	287
Sección de Helados Especiales	242
Línea Flex-e-fill	251
Sección de Pastelería	359
Sección de Familiares	252
Línea Viking	353

Tabla A-7. Reporte de Carga Orgánica y pH para la primera muestra tomada a los diferentes helados que se elaboran en la planta de Productos EFE, S.A.

Tipo de Helado	Muestra # 1		
	Fecha	DQO (g/l)	pH
Konga Naranja	04/08/08	154	2,72
Konga Frutas	07/05/08	179	2,65
Konga Uva	28/04/08	122	2,97
Pastelado	21/04/08	325	6,69
Fruta EFE Fresa	21/04/08	56	3,32
Fruta EFE Naranja/Vainilla	07/05/08	206	4,78
Fruta EFE Fresa/Mora con Yogurt	15/05/08	170	4,33
Palito Chocolate	15/05/08	221	6,81

Tipo de Helado	Muestra # 1		
	Fecha	DQO (g/l)	pH
Palito Vainilla	21/04/08	294	6,30
Golazoo	27/05/08	323	6,60
Merengada	15/05/08	140	6,33
Piñata	28/04/08	204	3,53
Batazo EFE	11/07/08	461	6,40
Sundae Chocolate	29/04/08	237	6,52
Sundae Fresa	27/05/08	253	5,98
Cachorro EFE	28/04/08	365	6,62
EFE Sándwich	13/05/08	338	6,71
Super Tornado	05/06/08	302	6,52
Super Tornado Choco-Fudge	29/07/08	371	6,66
Simphony Cookies'n Cream	29/04/08	327	6,24
EFE Life	05/06/08	229	6,65
Frosty Vainilla	28/05/09	236	6,58
EFE Cafe	27/05/08	279	6,24
EFE Mantecado	21/04/08	137	6,32
EFE Chocolate	28/04/08	198	6,77
EFE Fresa	30/07/08	208	5,36
EFE Ron con Pasas	19/05/08	291	6,16
Fruta EFE Parchita	26/05/08	160	3,54
Fruta EFE Guanábana	30/04/08	207	3,67
EFE Light Vainilla/Fresa	13/05/08	198	6,43
EFE Napolitano	21/04/08	104	6,39
Miss Efe Mantecado	21/04/08	404	6,59
Torta Simphony de Chocolate, Galleta y Almendras	28/05/08	310	6,56
Torta EFE Mantecado/Chocolate	15/05/08	248	6,80
Torta EFE Mantecado/Fresa	21/04/08	419	6,56
Chocolate Chips EFE	15/05/08	319	6,79
Fresa Tovar EFE	13/05/08	277	6,07
Torta Suiza EFE	27/04/08	287	6,68
EFE Mantecado/Sirop de Caramelo	21/04/08	196	6,27
EFE Mantecado/Sirop de Chocolate	19/05/08	309	6,75

Tabla A-8. Reporte de Carga Orgánica y pH para la segunda muestra tomada a los diferentes helados que se elaboran en la planta de Productos EFE, S.A.

Tipo de Helado	Muestra # 2		
	Fecha	DQO (g/l)	pH
Konga Naranja	12/08/08	125	3,60
Konga Frutas	19/05/08	159	3,46
Konga Uva	12/05/08	191	3,05
Pastelado	04/06/08	332	6,59
Fruta EFE Fresa	28/05/08	125	3,32
Fruta EFE Naranja/Vainilla	27/05/08	181	4,90
Fruta EFE Fresa/Mora con Yogurt	28/05/08	193	4,07
Palito Chocolate	26/05/08	235	6,87
Palito Vainilla	12/05/08	249	6,76
Golazoo	28/05/08	350	6,60
Merengada	06/06/08	163	6,50
Piñata	26/05/08	221	3,60
Batazo EFE	30/07/08	396	6,37
Sundae Chocolate	26/05/08	247	6,71
Sundae Fresa	04/06/08	307	5,86
Cachorro EFE	26/05/08	317	6,97
EFE Sándwich	04/06/08	364	6,60
Super Tornado	30/07/08	370	6,71
Super Tornado Choco-Fudge	12/08/08	390	6,54
Simphony Cookies'n Cream	04/06/08	297	6,81
EFE Life	30/07/08	110	6,55
Frosty Vainilla	04/06/08	249	6,63
EFE Mantecado	27/05/08	293	6,66
EFE Chocolate	29/04/08	274	6,75
EFE Fresa	12/08/08	253	5,21
EFE Ron con Pasas	26/05/08	349	6,13
Fruta EFE Guanábana	26/05/08	178	3,24
Fruta EFE Parchita	30/07/08	129	3,69
EFE Café	30/07/08	341	6,30
EFE Light Vainilla/Fresa	28/05/08	210	6,24
EFE Napolitano	15/05/08	263	6,85
Miss Efe Mantecado	15/05/08	390	6,49
Torta Simphony de Chocolate, Galleta y Almendras	04/06/08	375	6,62
Torta EFE Mantecado/Chocolate	19/05/08	257	6,79
Torta EFEMantecado/Fresa	26/05/08	386	6,22
Chocolate Chips EFE	26/05/08	282	6,81

Tipo de Helado	Muestra # 2		
	Fecha	DQO (g/l)	pH
Fresa Tovar EFE	28/05/08	303	6,23
Torta Suiza EFE	12/05/08	298	6,81
EFE Mantecado/Sirop de Caramelo	30/04/08	267	6,53
EFE Mantecado/Sirop de Chocolate	04/06/08	279	6,41

Tabla A-9. Reporte de Carga Orgánica y pH para la tercera muestra tomada a los diferentes helados que se elaboran en la planta de Productos EFE, S.A.

Tipo de Helado	Muestra # 3		
	Fecha	DQO (g/l)	pH
Konga Naranja	27/08/08	171	3,21
Konga Frutas	04/06/08	139	3,55
Konga Uva	28/05/08	158	2,99
Super Pastelado	18/06/08	340	6,40
Fruta EFE Fresa	26/06/08	98	3,41
Fruta EFE Naranja/Vainilla	04/08/08	142	4,84
Fruta EFE Fresa/Mora con Yogurt	04/06/08	184	3,98
Palito Chocolate	26/06/08	198	6,73
Palito Vainilla	04/08/08	246	6,51
Golazo	27/05/08	272	6,60
Merengada	26/06/08	148	6,58
Piñata	04/08/08	241	3,41
Batazoo	27/08/08	349	6,41
Sundae Chocolate	04/08/08	221	6,52
Sundae Fresa	27/05/08	245	5,61
Cachorro EFE	26/06/08	349	6,72
EFE Sándwich	26/06/08	318	6,39
Super Tornado	27/05/08	334	6,45
Super Tornado Choco-Fudge	27/08/08	351	6,79
Simphony Cookies'n Cream	26/06/08	314	6,54
EFE Life	12/08/08	176	6,21
Frosty Vainilla	30/07/08	228	6,35
EFE Mantecado	27/08/08	237	6,86
EFE Chocolate	04/06/08	236	6,74
EFE Fresa	27/08/08	273	6,26
EFE Ron con Pasas	27/05/08	263	6,16
Fruta EFE Guanábana	27/05/08	159	3,42
Fruta EFE Parchita	27/08/08	129	3,64
EFE Café	27/08/08	305	6,54

Tipo de Helado	Muestra # 3		
	Fecha	DQO (g/l)	pH
EFE Light Vainilla/Fresa	04/06/08	170	6,20
EFE Napolitano	26/06/08	225	6,43
Miss Efe Mantecado	30/07/08	385	6,11
Torta Symphony de Chocolate, Galleta y Almendras	30/07/08	382	6,70
Torta EFE Mantecado/Chocolate	04/08/08	383	6,51
Torta EFE Mantecado/Fresa	26/06/08	262	6,54
Chocolate Chips EFE	27/05/08	282	6,79
Fresa Tovar EFE	04/08/08	296	6,31
Torta Suiza EFE	27/05/08	204	6,81
EFE Mantecado/Sirop de Caramelo	27/05/08	267	6,79
EFE Mantecado/Sirop de Chocolate	15/05/08	215	6,59

Tabla A-10. Valores de Carga Orgánica y pH de los diferentes helados que se elaboran en la planta de Productos EFE, S.A.

Tipo de Helado	DQO (g/l)
Konga Naranja	150
Konga Frutas	159
Konga Uva	157
Pastelado	332
Fruta EFE Fresa	93
Fruta EFE Naranja/Vainilla	176
Fruta EFE Fresa/Mora con Yogurt	182
Palito Chocolate	218
Fruta EFE Vainilla	263
Golazo	315
Merengada	150
Piñata	222
Batazo	402
Sundae Chocolate	235
Sundae Fresa	268
Cachorro	344
EFE Sándwich	340
Super Tornado	335
Super Tornado Choco-Fudge	371
Simphony Cookies'n Cream	313
EFE Life	172

Tipo de Helado	DQO (g/l)
Frosty Vainilla	238
EFE Mantecado	205
EFE Chocolate	239
EFE Fresa	202
EFE Ron con Pasas	353
Fruta EFE Guanábana	181
Fruta EFE Parchita	156
EFE Café	308
EFE Light Vainilla/Fresa	193
EFE Napolitano	197
Miss Efe Mantecado	385
Torta Symphony de Chocolate, Galleta y Almendras	356
Torta EFE Mantecado/Chocolate	296
Torta EFE Mantecado/Fresa	356
Chocolate Chips EFE	300
Fresa Tovar EFE	292
Torta Suiza EFE	263
EFE Mantecado/Sirop de Caramelo	226
EFE Mantecado/Sirop de Chocolate	285

Tabla A-11. Tanquilla A. Características Físico-Químicas en campo.

Hora	Estado de la bomba	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad específica (μS/cm)
8:45 am	Encendida	----	----	----	----
8:57 am	Encendida	25,5	10,4	4,7	876
9:35 am	Encendida	23,4	8,7	5,7	1.295
10:05 am	Encendida	23,6	9,8	5,1	1.362
10:35 am	Encendida	23,1	7,6	4,8	906
11:05 am	Encendida	24,6	6,9	6,4	712
11:35 am	Encendida	21,7	11,7	5,1	1.481
12:45 pm	Encendida	24,5	5,7	5,4	734
1:15 pm	Encendida	24,2	7,7	6,1	519
1:39 pm	Apagada	----	----	----	----
1:58 pm	Encendida	----	----	----	----
2:00 pm	Apagada	----	----	----	----
2:17 pm	encendida	----	----	----	----
2:30 pm	encendida	24,9	12,1	4,4	9.460
3:30 pm	encendida	27,7	9,9	5,8	787
4:30 pm	encendida	22,3	10,2	6,5	2.760
5:30 pm	encendida	24,0	12,1	5,3	7.300
6:30 pm	encendida	23,3	9,2	6,4	819
7:30 pm	encendida	25,3	8,8	5,8	825
8:30 pm	encendida	23,1	12,4	4,2	4.140
9:30 pm	encendida	22,2	7,5	6,7	1.518
10:30 pm	Encendida	24,6	11,3	5,6	2.430
11:30 pm	Encendida	23,9	10,3	5,3	1.189
12:30 am	Encendida	24,2	10,4	4,5	1.254
1:30 pm	Encendida	24,0	9,3	5,4	840
2:30 am	Encendida	28,6	10,4	4,1	940
3:20 am	Apagada	----	----	----	----

Tabla A-12. Tanquilla B. Características Físico-Químicas en campo.

Hora	Estado de la bomba	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad específica (µS/cm)
11:05 am	Encendida	----	----	----	----
11:15 am	Encendida	25	7,7	5,6	417
11:27 am	Apagada	----	----	----	----
3:20 pm	Encendida	----	----	----	----
3:40 pm	Encendida	24,9	8,0	6,6	441
3:48 pm	Apagada	----	----	----	----
10:00 pm	Encendida	----	----	----	----
10:20 pm	Encendida	27,3	7,4	5,7	465
10:30 pm	Apagada	----	----	----	----
11:10 pm	Encendida	----	----	----	----
12:10 am	Encendida	24,4	11,3	5,6	1368
12:50 am	Encendida	24,7	11,9	5,4	4580
1:30 am	Encendida	25,1	11,8	4,8	5700
2:10 am	Encendida	25,2	10,4	5,4	1018
3:00 am	Encendida	23,4	10,2	4,9	952
3:50 am	Apagada	----	----	----	----

Tabla A-13. Tanque Buffer. Características Físico-Químicas en campo.

Hora	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad específica (µS/cm)
9:17 am	24,4	4,8	0,7	1.149
10:41 am	24,1	4,5	0,6	1.130
1:23 pm	24,9	4,3	0,5	1.077
2:48 pm	25,5	4,6	0,5	1.115
3:54 pm	25	4,5	0,7	1.128
4:48 pm	24,6	4,6	0,9	1.147
7:39 pm	24,3	5,1	1,1	1170
8:40 pm	23,7	4,5	0,8	1225

Tabla A-14. Caracterización del agua cruda generada en Productos EFE S.A.

Fecha	DBO _{5,20}	DQO	Relación DBO _{5,20} /DQO
Mar-01	2.280	5.910	0,39
Jun-01	2.640	3.580	0,74
Sep-01	4.800	6.720	0,71
Ene-02	3.340	5.670	0,59
Mar-02	4.500	6.040	0,75
Abr-02	3.000	4.260	0,70
Jul-02	2.490	9.450	0,26
Ene-03	2.730	4.350	0,63
Abr-03	4.950	6.250	0,79
Jul-03	3.045	5.048	0,60
Sep-03	1.425	4.890	0,29
Feb-04	2.858	6.010	0,48
Mar-04	2.760	4.280	0,64
Jun-04	4.163	6.345	0,66
Nov-04	2.250	4.030	0,56
Oct-04	2.340	4.870	0,48
Ene-05	3.700	5.400	0,69
May-05	1.557	3.460	0,45
Jun-05	1.700	9.300	0,18
Ago-05	3.590	5.385	0,67
Jul-06	6.525	8.120	0,80
Jul-07	9.150	12.400	0,74
Ago-07	5.925	8.460	0,70
Ene-08	2.460	2.790	0,88
Promedio de relación DBO _{5,20} /DQO			0,60

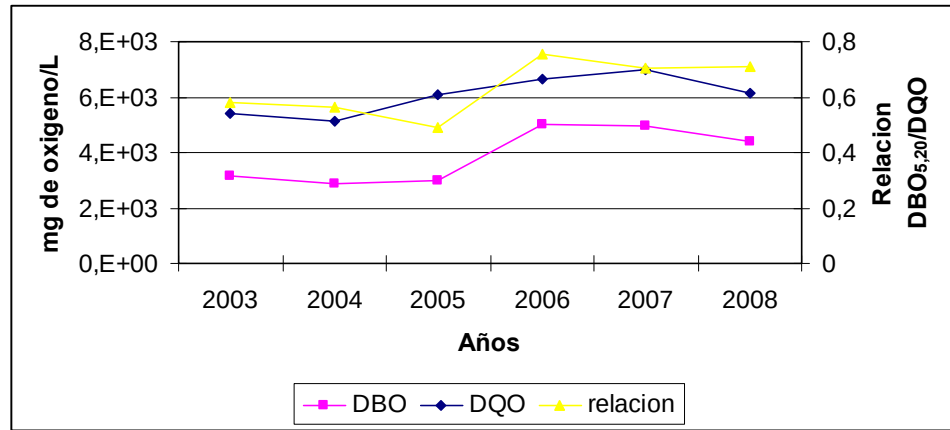


Figura A-18. Relación DBO_{5,20}/DQO.

Tabla A-15. Datos recopilados para el cálculo del volumen y tiempo de retención del tanque de Igualación.

Hora	Tiempos (s)			Caudal (m ³ /h)		
	1	2	3	1	2	3
11 am	65,00	63,00	59,00	5,54	5,71	6,10
12 m	53,00	57,00	58,00	6,79	6,32	6,21
1 pm	30,00	34,00	36,00	12,00	10,59	10,00
2 pm	28,00	29,00	32,00	12,86	12,41	11,25
3 pm	41,00	61,00	41,00	8,78	5,90	8,78
4 pm	45,00	14,00	42,00	8,00	25,71	8,57
5 pm	34,00	71,00	28,00	10,59	5,07	12,86
6 pm	73,00	70,00	69,00	4,93	5,14	5,22
7 pm	84,00	79,00	40,00	4,29	4,56	9,00
8 pm	76,00	30,00	66,00	4,74	12,00	5,45
9 pm	90,00	45,00	6,00	4,00	8,00	60,00
10 pm	11,00	81,00	60,00	32,73	4,44	6,00
11 pm	7,00	13,00	16,00	51,43	27,69	22,50
12 am	8,00	80,00	10,00	45,00	4,50	36,00
1 am	6,00	10,00	4,00	60,00	36,00	90,00
2 am	7,00	8,00	5,00	51,43	45,00	72,00
3 am	8,00	6,00	3,00	45,00	60,00	120,00
4 am	3,00	4,00	3,00	120,00	90,00	120,00
5 am	5,00	3,00	4,00	72,00	120,00	90,00
6 am	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7 am	42,00	43,00	45,00	8,57	8,37	8,00
8 am	176,00	161,00	160,00	2,05	2,24	2,25
9 am	10,00	12,00	13,00	36,00	30,00	27,69
10 am	151,00	174,00	175,00	2,38	2,07	2,06

Tabla A-16. Variaciones de caudal, carga orgánica, flujo acumulado y concentración media integrada del tanque de igualación.

Hora	Caudal (m³/h)	DQO (mg/l)	DBO (mg/l)	Flujo acumulado (m³/h)	Carga de DBO (mg/h)
11 am	5,78	8.699	5.219	5,78	30.193
12 m	6,44	7.638	4.582	12,22	29.506
1 pm	10,86	9.887	5.932	23,09	64.438
2 pm	12,17	10.647	6.388	35,26	77.768
3 pm	7,82	11.953	7.172	43,08	56.091
4 pm	14,10	9.665	5.799	57,18	81.741
5 pm	9,51	10.378	6.226	66,68	59.187
6 pm	5,10	7.622	4.573	71,78	23.311
7 pm	5,95	8.097	4.858	77,73	28.894
8 pm	7,40	7.195	4.317	85,12	31.933
9 pm	24,00	14.368	8.620	109,12	206.899
10 pm	14,39	10.378	6.226	123,51	89.607
11 pm	33,87	11,114	6.668	157,39	225.883
12 am	28,50	7,504	4.502	185,90	128.318
1 am	62,00	9.024	5.414	247,90	335.693
2 am	56,14	5.650	3.390	304,03	190.324
3 am	75,00	2.278	1.367	379,03	102.510
4 am	110,00	2.435	1.461	489,03	160.710
5 am	94,00	427	256	583,00	24.083
6 am	0,00	0	0	591,34	0
7 am	8,31	6.980	4.188	593,52	34.821
8 am	2,18	8.810	5.286	624,75	11.508
9 am	31,23	7.620	4.572	626,92	142.787
10 am	2,17	7.950	4.770	655,83	10.351
Valor de concentración media integrada (mg/l)					3.424

Tabla A-17. Variaciones de las características Físico Químicas en el agua residual, desde las tanquillas A, B y D hasta la descarga de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Muestra #	Efluente del	DQO (mg/l)	pH	Oxígeno Disuelto (mg/l)	Cond. (μS)	Temp. (°C)	Grasas (mg/l)	Sólidos (mg/l)	Fecha
1	Tanquilla A	5.840	10,14	6,9	928	25,3	817	7.108	04/08/08
	Tanquilla B	1.450	7,88	7,4	550	26,9	816	1.024	
	Tanquilla D	6.220	5,04	0,7	892	26,9	2.234	5.976	
	Buffer	3350	5,87	0,4	1.321	27,6	549,5	4.402	
	CAF	1640	6,57	1,5	2.310	28,4	129,5	2.490	
	SBR 1	---	---	---	---	---	---	---	
	SBR 2	360	8,06	1,2	2.520	30,3	56,75	1.075	
2	Tanquilla A	3.751	10,24	7,7	728	25,7	372,8	4.268	05/08/08
	Tanquilla B	1.280	7,10	6,5	477	26,6	103,6	1.188	
	Tanquilla D	3.390	4,52	1,0	768	27,7	1.014	4.544	
	Buffer	4.040	5,12	0,4	1.184	25,6	421,2	6.792	
	CAF	2.560	6,55	0,7	2.640	25,4	368	1.040	
	SBR 1	570	7,88	0,8	2.520	29,4	178	32	
	SBR 2	590	8,10	1,0	2.460	28,3	28,4	1.364	

Muestra #	Efluente del	DQO (mg/l)	pH	Oxígeno Disuelto (mg/l)	Cond. (μS)	Temp. (°C)	Grasas (mg/l)	Sólidos (mg/l)	Fecha
3	Tanquilla A	2.278	10,84	7,8	998	26,0	149,6	2.384	06/08/08
	Tanquilla B	2.088	6,86	7,3	478	24,9	117,6	2.412	
	Tanquilla D	---	5,21	1,3	5.250	21,9	1198	236.016*	
	Buffer	5.556	4,25	0,4	968	24,8	906	4.176	
	CAF	1.850	6,36	4,6	2.290	24,6	45,2	4.068	
	SBR 1	473	7,97	2,8	2.660	27,8	14,4	1.512	
	SBR 2	544	8,09	2,5	2.480	27,7	10,8	1.604	
	Tanquilla A	5.033	11,69	5,1	3.970	26,2	757,2	7.596	
4	Tanquilla B	615	7,63	7,4	518	25,8	30,8	800	11/08/08
	Tanquilla D	12.740	3,57	1,0	3.230	25,6	10.109,6	98.076	
	Buffer	1.162	6,55	2,7	826	23,5	340,4	1.948	
	CAF	948	6,81	7,0	1.275	24,0	80,0	1.460	
	SBR 1	591	8,02	1,4	2210	29,0	4,0	1.464	
	SBR 2	568	8,05	2,2	2.180	27,5	16,6	1.520	
	Tanquilla A	5.033	11,69	5,1	3.970	26,2	757,2	7.596	
	Tanquilla B	615	7,63	7,4	518	25,8	30,8	800	

* En este día se descargó un pallets de re-proceso (re-work) directamente a la tanquilla D, lo cual se puede notar en el comportamiento que presento los sólidos totales en dicho día.

Muestra #	Efluente del	DQO (mg/l)	pH	Oxígeno Disuelto (mg/l)	Cond. (μS)	Temp. (°C)	Grasas (mg/l)	Sólidos (mg/l)	Fecha
	Tanquilla A	12.088	11,53	3,4	2.540	24,7	3.584,4	13.004	
	Tanquilla B	2.937	7,10	7,3	474	26,7	978,0	---	
	Tanquilla D	32.714	4,09	1,6	1.578	26,1	8.084,8	38.256	
5	Buffer	3.988	7,64	2,1	1.123	25,4	530,4	4.692	12/08/08
	CAF	2.848	6,76	6,5	1.427	25	24,8	3.392	
	SBR 1	544	7,87	1,6	2.010	28,6	30,6	1.292	
	SBR 2	496	7,74	1,9	1.779	27,8	22,0	1.028	

Tabla A-18. Balance general de costos-beneficios en cada sección de la planta de Productos EFE, S.A.

Sección de la Planta	Pérdidas (Bs.F)	Ganancias (Bs.F)
Flex-e-fill	344.187	1.107.656
Familiares	330.040	1.415.123
Viking	212.201	2.465.939
Pastelería	383.652	1.055.108
Helados	1.026.699	1.761.988
Especiales		
Fornarollis	335.710	1.211.922
Rollos	602.519	1.023.657

Tabla A-19. Porcentaje de perdida que presenta cada sección de la planta de Productos EFE, S.A.

Sección de la Planta	% de Pérdida
Flex-e-fill	31
Familiares	23
Viking	9
Pasteleria	36
Helasos	58
Especiales	
Fornarollis	28
Rollos	59

Tabla A-20. Balance de ganancia-pérdidas económicas de los helados que se elaboran en la línea Viking.

Tipo de Helado	Pérdidas	Ganancias
Super Tornado	365.293	3.970.919
Super Tornado Choco-Fudge	59.108	960.958

Tabla A-21. Balance de ganancia-pérdidas económicas de los helados que se elaboran en la sección de familiares.

Tipo de Helado	Pérdidas	Ganancias
Chocolate Chips EFE	238.701	866.843
Chocolate 435 ml	259.464	1.345.499
Chocolate 920 ml	281.147	1.501.940
Fresa 920 ml	1.338.826	2.997.552,
EFE Fresa Tovar	372.683	1.681.716
Fruta EFE Guanabana	205.987	229.109
EFE Light Vainilla/Chocolate	76.625	467.993
EFE Light Vainilla/Fresa	153.518	463.139
EFE Mantecado 435 ml	280.866	1.543.674
EFE Mantecado 920 ml	285.733	3.693.731
EFE Mantecado con Sirop de Caramelo	266.427	1.148.195
EFE Mantecado con Sirop de Chocolate	133.783	761.848
EFE Napolitano	692.271	6.120.050
Fruta EFE Parchita	216.126	333.361
EFE Ron con Pasas 435 ml	465.351	1.289.280
EFE Ron con Pasas 920 ml	382.321	1.022.235
Simphony Chocolate Brownie	111.533	499.170
Simphony Cookies'n Cream	423.767	1.026.702
Simphony Dulce de Leche	206.823	657.210
Simphony Pralines'n Cream	34.766	150.780
Torta Suiza EFE	504.128	1.917.547

Tabla A-22. Balance de ganancia-pérdidas económicas de los helados que se elaboran en la línea Flex-e-fill.

Tipo de Helado	Pérdidas	Ganancias
Sundae EFE Chocolate	340.407	1.128.734
Sundae EFE Fresa	347.967	1.086.577

Tabla A-23. Balance de ganancia-pérdidas económicas de los helados que se elaboran en la sección de Pastelería.

Tipo de Helado	Pérdidas	Ganancias
EFE Sandwich	890.757	1.987.690
Torta EFE Mantecado/Chocolate	242.867	770.731
Torta EFE Mantecado/Fresa	190.210	722.584
Torta Symphony de Chocolate, Galleta y Almendras	210.775	739.426

Tabla A-24. Balance de ganancia-pérdidas económicas de los helados que se elaboran en la sección de Fornarolli.

Tipo de Helado	Pérdidas	Ganancias
Batazo	451.842	1.008.449
Cachorro	976.580	3.356.134
Golazoo	559.900	1.960.089
Merengada	100.872	993.680
Pinita Uva	30.366	255.240
Tinita EFE Chocolate	114.721	357.292
Tinita EFE Mantecado	115.686	552.566

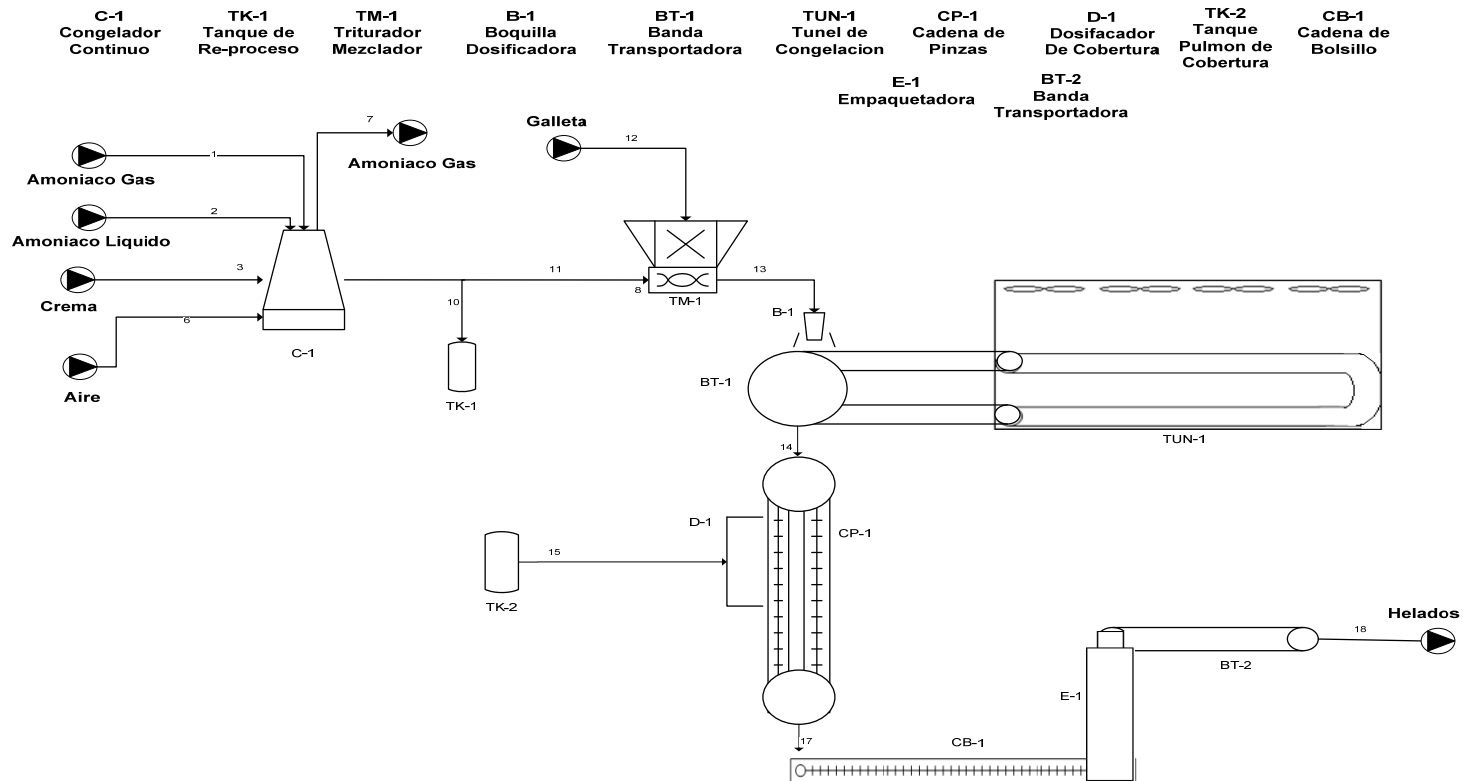
Tabla A-25. Balance de ganancia-pérdidas económicas de los helados que se elaboran en la Sección de Rollo.

Tipo de Helado	Pérdidas	Ganancias
Fruta EFE Fresa/Mora con Yogurt	225.752	324.920
Konga Fruta	150.086	391.682
Konga Naranja	50.494	77.718
Konga Uva	53.124	376.960
Palito Chocolate	196.617	609.990
Palito Vainilla	198.939	827.363
Pastelado	3.202.684	4.268.262
Fruta EFE Naranja/Vainilla	742.453	1.312.356

Tabla A-26. Balance de ganancia-pérdidas económicas de los helados que se elaboran en la sección de helados especiales.

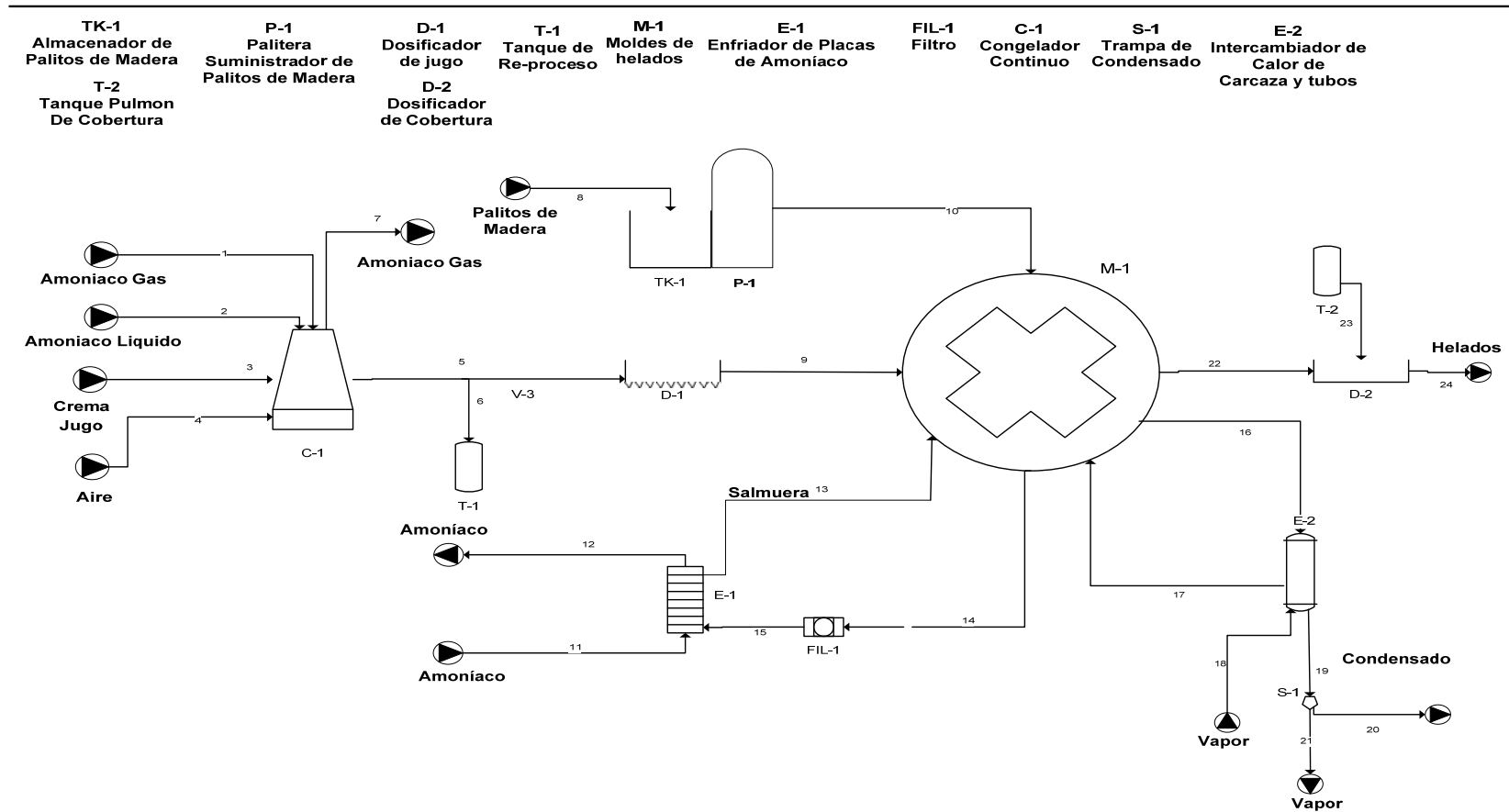
Tipo de Helado	Pérdidas	Ganancias
EFE Life	559.345	1.172.430
Simphony Cookies'n Cream	1.494.053	2.351.546

APÉNDICE B



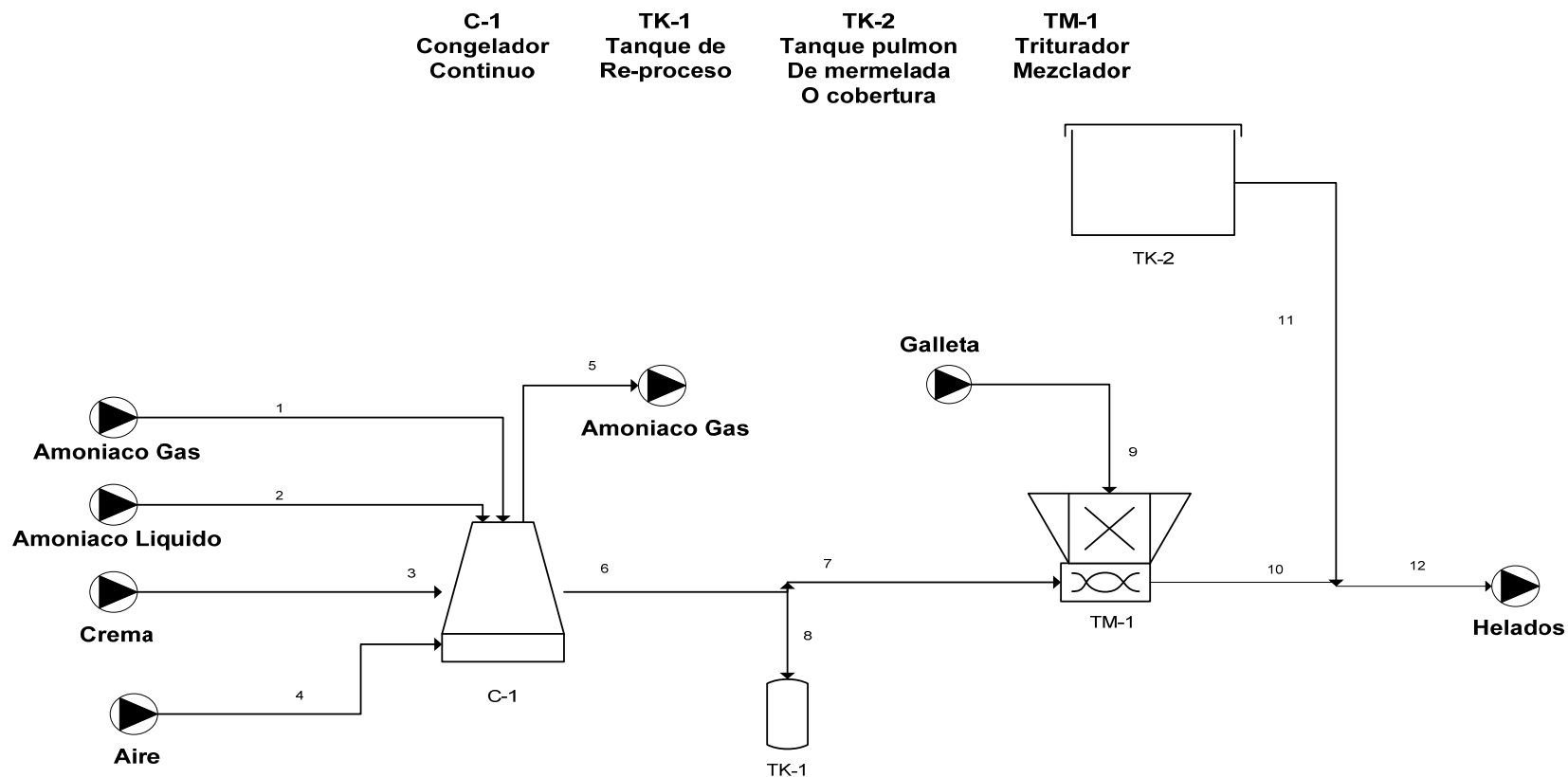
Productos EFE S.A. Diagrama de Flujo de Proceso	PROYECTO: Proceso de Elaboración de Helados (Sección Helados Especiales)			REVISIÓN Y APROBACIÓN		
	CÓDIGO DEL DIAGRAMA:			REV.		Noviembre 2008
Dibujante: Lourdes Freitas	EMPRESA: Productos EFE, S.A.		TIPO DE DIAGRAMA: Diagrama de Flujo del Proceso		REV.	Noviembre 2008
	TAMAÑO: Carta	DFP 03	HOJA: 1 de 1	REV.		Noviembre 2008

Figura B-1. Diagrama de Flujo de Proceso de la sección de Helados Especiales.



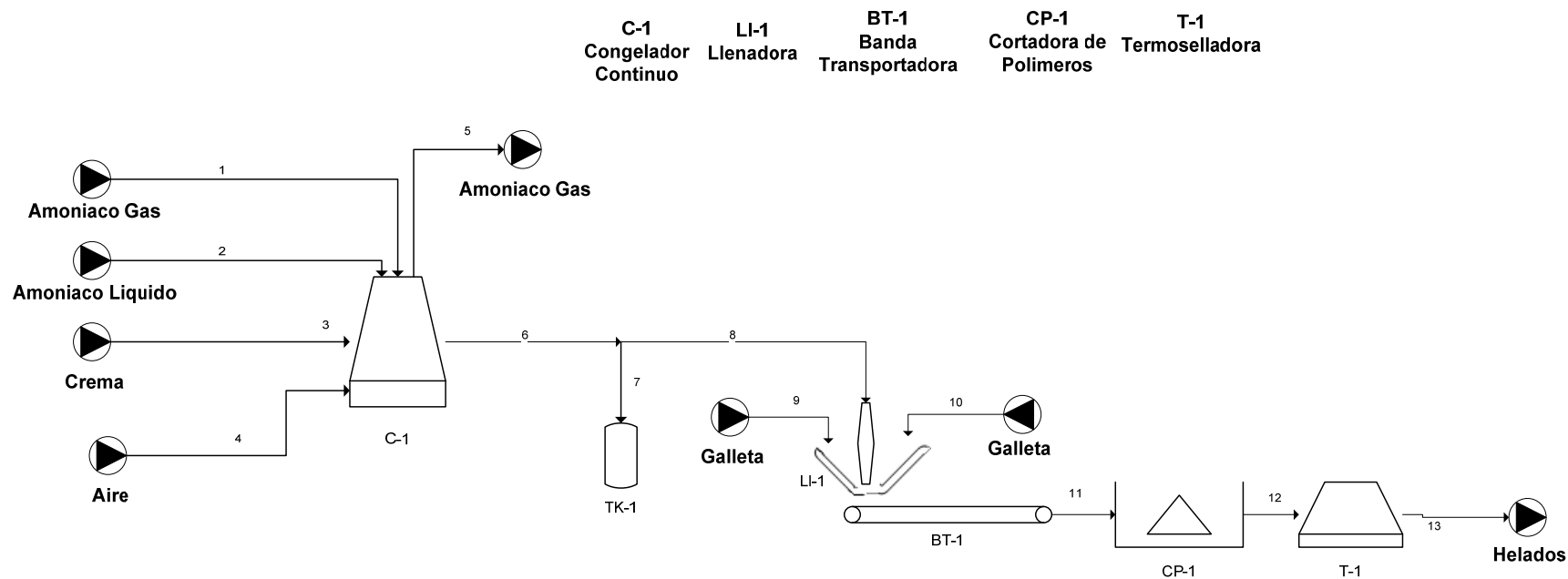
Productos EFE S.A. Diagrama de Flujo de Proceso	PROYECTO: Proceso de Elaboración de Helados (Sección Rollo's)			REVISIÓN Y APROBACIÓN		
	CÓDIGO DEL DIAGRAMA:			REV.		Noviembre 2008
Dibujante: Lourdes Freitas	EMPRESA: Productos EFE, S.A.		TIPO DE DIAGRAMA: Diagrama de Flujo del Proceso		REV.	Noviembre 2008
	TAMAÑO: Carta	DFP 05	HOJA: 1 de 1	REV.		Noviembre 2008

Figura B-2. Diagrama de Flujo de Proceso de la sección de Rollo's.



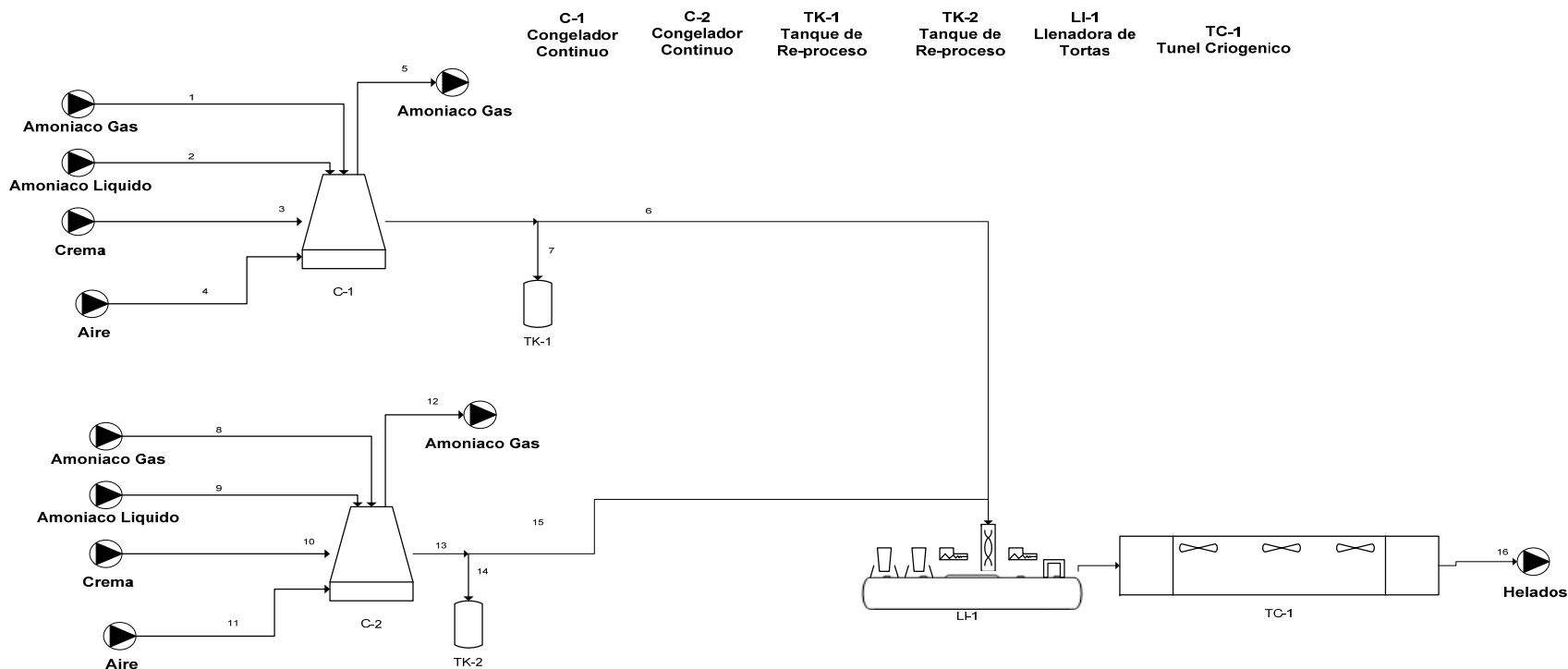
Productos EFE S.A. Diagrama de Flujo de Proceso	PROYECTO: Proceso de Elaboración de Helados (Sección Familiares)			REVISIÓN Y APROBACIÓN		
	CÓDIGO DEL DIAGRAMA:			REV.		Noviembre 2008
Dibujante: Lourdes Freitas	EMPRESA: Productos EFE, S.A.		TIPO DE DIAGRAMA: Diagrama de Flujo del Proceso		REV.	Noviembre 2008
	TAMAÑO: Carta	DFP 07	HOJA: 1 de 1	REV.		Noviembre 2008

Figura B-3. Diagrama de flujo del Proceso de la sección de Familiar



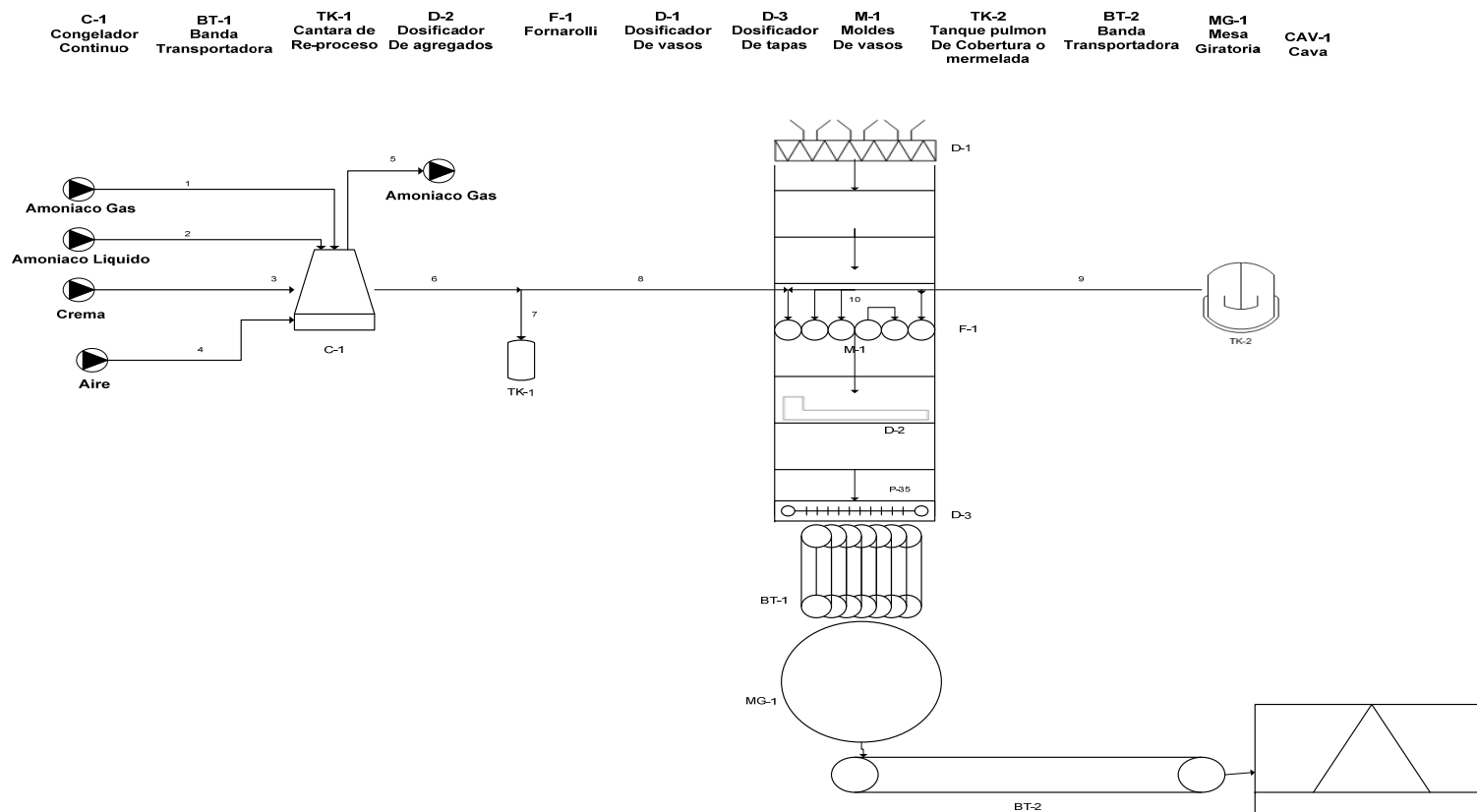
Productos EFE S.A. Diagrama de Flujo de Proceso	PROYECTO: Proceso de Elaboración de Helados (Sección de Pastelería)			REVISIÓN Y APROBACIÓN		
	CÓDIGO DEL DIAGRAMA:			REV.		Noviembre 2008
Dibujante: Lourdes Freitas	EMPRESA: Productos EFE, S.A.		TIPO DE DIAGRAMA: Diagrama de Flujo del Proceso		REV.	Noviembre 2008
	TAMAÑO: Carta	DFP 11	HOJA: 1 de 1	REV.		Noviembre 2008

Figura B-4. Diagrama de Flujo del Proceso de la sección de Pastelería (Llenadora de EFE Sandwich).



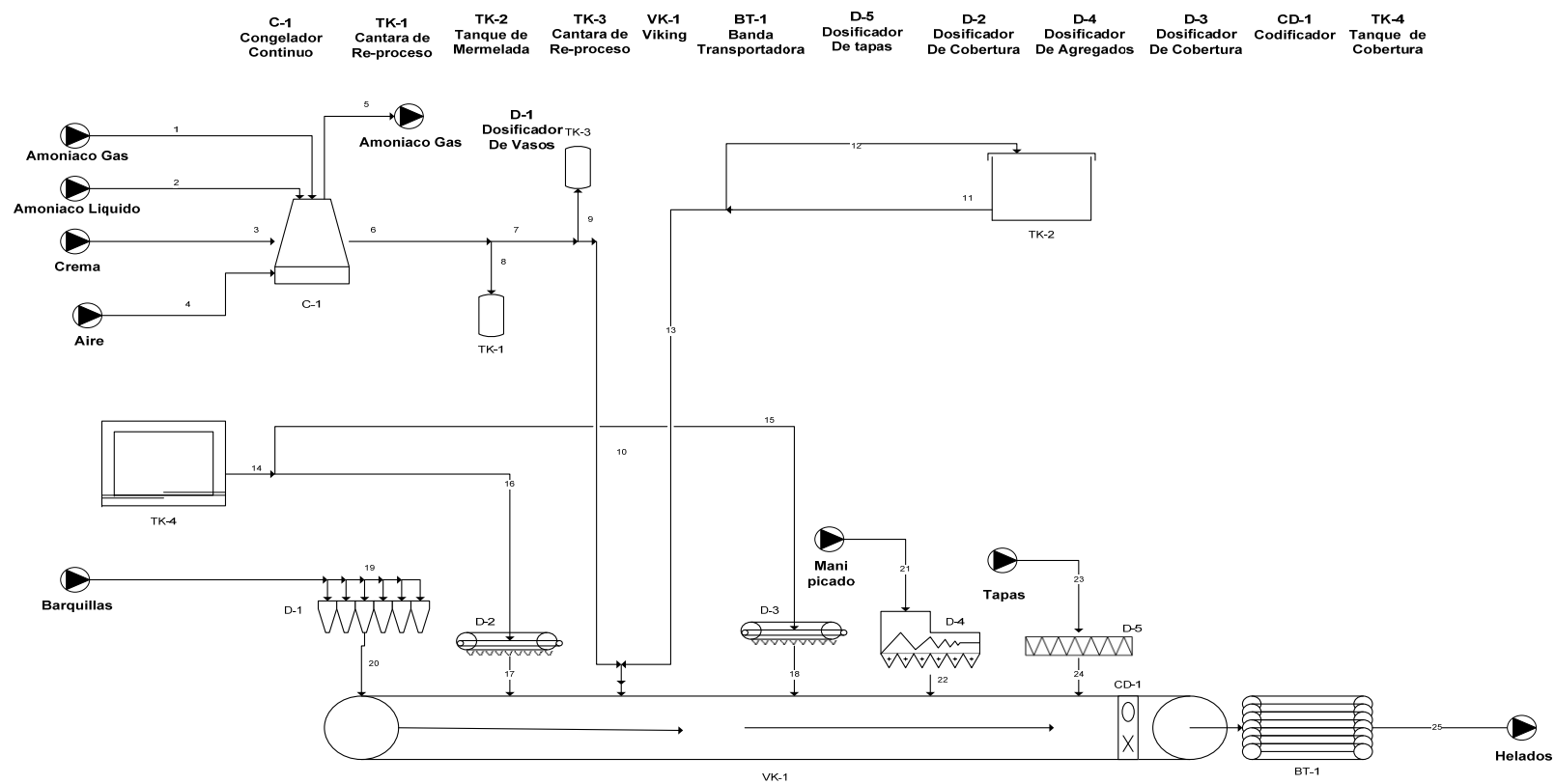
Productos EFE S.A. Diagrama de Flujo de Proceso	PROYECTO: Proceso de Elaboración de Helados (Sección de Pastelería)			REVISIÓN Y APROBACIÓN		
	CÓDIGO DEL DIAGRAMA:			REV.		Noviembre 2008
Dibujante: Lourdes Freitas	EMPRESA: Productos EFE, S.A.		TIPO DE DIAGRAMA: Diagrama de Flujo del Proceso		REV.	Noviembre 2008
	TAMAÑO: Carta	DFP 09	HOJA: 1 de 1	REV.		Noviembre 2008

Figura B-5. Diagrama de Flujo del Proceso de la sección de Pastelería (Llenadora de Tortas).



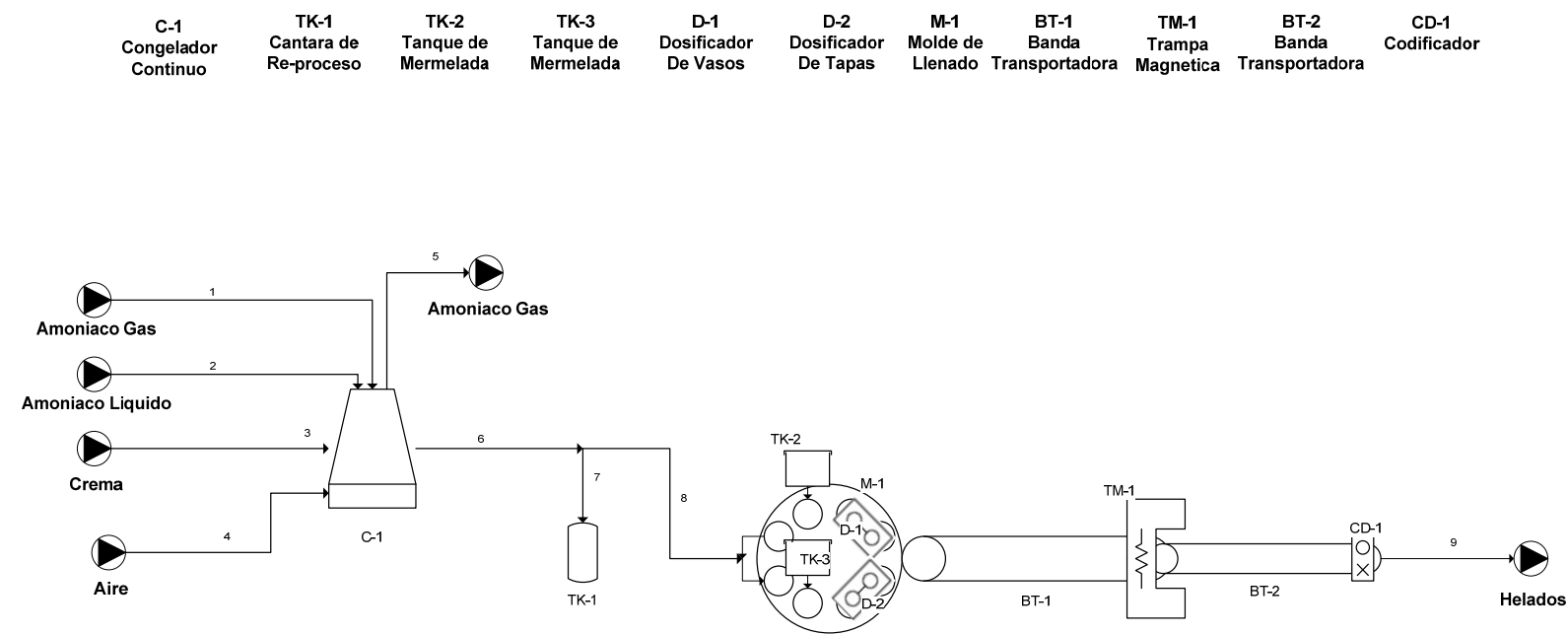
Productos EFE S.A. Diagrama de Flujo de Proceso	PROYECTO: Proceso de Elaboración de Helados (Sección de Fornarolli's)			REVISIÓN Y APROBACIÓN ^{CAV-1}		
	CÓDIGO DEL DIAGRAMA:			REV.		Noviembre 2008
Dibujante: Lourdes Freitas	EMPRESA: Productos EFE, S.A.	TIPO DE DIAGRAMA: Diagrama de Flujo del Proceso		REV.		Noviembre 2008
	TAMAÑO: Carta	DFP 13	HOJA: 1 de 1	REV.		Noviembre 2008

Figura B-6. Diagrama de Flujo del Proceso de la sección de Fornarolli's.



Productos EFE S.A. Diagrama de Flujo de Proceso	PROYECTO: Proceso de Elaboración de Helados (Línea Viking)				REVISIÓN Y APROBACIÓN		
	CÓDIGO DEL DIAGRAMA:				REV.		Noviembre 2008
Dibujante: Lourdes Freitas	EMPRESA: Productos EFE, S.A.		TIPO DE DIAGRAMA: Diagrama de Flujo del Proceso		REV.		Noviembre 2008
	TAMAÑO: Carta	DFP 15	HOJA: 1 de 1		REV.		Noviembre 2008

Figura B-7. Diagrama de Flujo del Proceso de la línea Viking.



Productos EFE S.A. Diagrama de Flujo de Proceso	PROYECTO: Proceso de Elaboración de Helados (Línea Flex-e-fill)			REVISIÓN Y APROBACIÓN		
	CÓDIGO DEL DIAGRAMA:			REV.		Noviembre 2008
Dibujante: Lourdes Freitas	EMPRESA: Productos EFE, S.A.	TIPO DE DIAGRAMA: Diagrama de Flujo del Proceso		REV.		Noviembre 2008
	TAMAÑO: Carta	DFP 17	HOJA: 1 de 1	REV.		Noviembre 2008

Figura B-8. Diagrama de Flujo del Proceso de la línea Flex-e-fill.

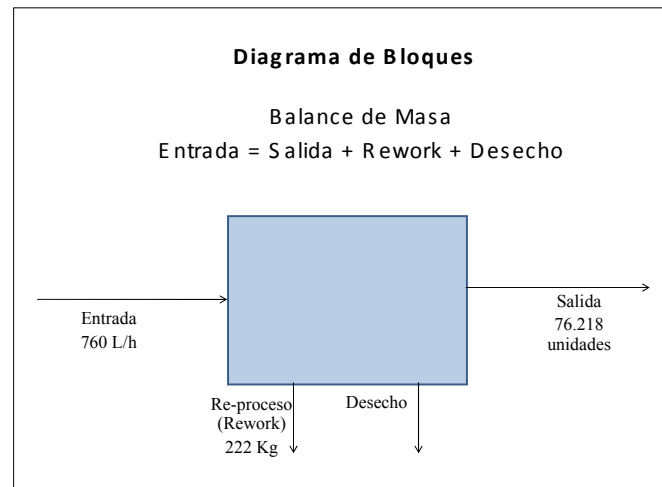
APÉNDICE C.

CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA.

Para el helado Pastelado.

Día	Flujo de crema a la entrada (l/h)	Producción (unidades)	Peso de los helados (gr)	Peso adicional* (gr)	Peso del Re- proceso (Kg)	Turno	Densidad (g/L)
05/05/2008	760	76.218	56	15,2	222	A y B	890
08/05/2008	650	100.584	56	15,2	230	A y B	890
12/05/2008	710	101.088	56	15,2	198	A y B	890
13/05/2008	580	119.478	56	15,2	125	A y B	890
03/06/2008	440	106.632	56	15,2	140	A y B	890
04/06/2008	700	112.896	56	15,2	118	A y B	890
10/06/2008	460	123.264	56	15,2	257	A y B	890
14/07/2008	700	110.500	56	15,2	290	A y B	890
17/07/2008	660	37.152	56	15,2	70	A y B	890
11/08/2008	430	101.140	56	15,2	184	A y B	890
18/08/2008	800	83.232	56	15,2	42	A y B	890

Para el 05/05/2008, se tiene:



Convirtiendo todo a las mismas unidades.

Entrada: 760L/h

$$Kg_{entrada} = Flujo_{entrada} \times \rho_{crema} \times hh$$

$$Kg_{entrada} = 760 \frac{L}{h} \times 890 \frac{g}{L} \times \frac{Kg}{1000g} \times 12h$$

$$Kg_{entrada} = 8.116,8Kg$$

Salida: 76.218 unidades

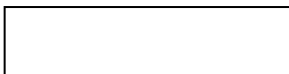
$$Kg_{salida} = Unidades \times Kg_{unidad}^{crema}$$

$$Kg_{unidad}^{crema} = Kg_{helado} - Kg_{adicional}$$

$$Kg_{unidad}^{crema} = (56g - 15,2g) \times \frac{Kg}{1000g}$$

$$Kg_{unidad}^{crema} = 0,041 \frac{Kg}{unidad}$$

$$Kg_{salida} = 76.218unidades \times 0,041 \frac{Kg}{unidades}$$



$$Kg_{salida} = 3.110Kg$$

Re-proceso: 222 Kg

$$De\ sec\ ho = Entrada - Salida - Re\ proceso$$

$$De\ sec\ ho = 8.116,8Kg - 3.110Kg - 222Kg$$

$$De\ sec\ ho = 4.784,8Kg$$

APÉNDICE D.

GACETA OFICIAL

Caracas, lunes 18 de Diciembre de 1995

Nº5021

Decreto 883 del 11 de Octubre de 1995

CAPÍTULO III

SECCIÓN IV

De la descarga a redes cloacales.

Artículo 15º: los parámetros de calidad de los vertidos líquidos que sean o vayan a ser descargados a redes cloacales no deberán ser mayores de los rangos y límites permisibles establecidos en la siguiente lista:

Parámetros Físicos-Químicos	Límites máximos o rangos
Aceites minerales e hidrocarburos	20 mg/l
Aceites y grasas vegetales y animales	150 mg/l
Alkil Mercurio	No detectable (*)
Aluminio total	5,0 mg/l

Arsénico total	0,5 mg/l
Bario total	5,0 mg/l
Cadmio total	0,2 mg/l
Cianuro total	0,2 mg/l
Cobalto total	0,5 mg/l
Cobre total	1,0 mg/l
Cromo total	2,0 mg/l
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO _{5,20})	350 mg/l
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	900 mg/l
Detergentes	8,0 mg/l
Dispersantes	8,0 mg/l
Parámetros Físicos-Químicos	Límites máximos o rangos
Fenoles	0,5 mg/l
Floruros	5,0 mg/l
Fósforo total (expresado como fósforo)	10 mg/l
Hierro total	25 mg/l
Manganeso total	10 mg/l
Mercurio total	0,01 mg/l
Níquel total	2,0 mg/l
Nitrógeno total (expresado como nitrógeno)	40 mg/l
pH	6-9
Plata total	0,1 mg/l
Plomo total	0,5 mg/l
Selenio	0,2 mg/l
Sólidos flotantes	Ausente
Sólidos Suyspendidos	400 mg/l
Sólidos totales	1600 mg/l
Sulfato	400 mg/l

Sulfuro	2,0 mg/l
Temperatura	40°C
Vanadio	5,0 mg/l
Zinc	10 mg/l
