

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingeniería

Propuesta de tratamiento de aguas residuales en industria láctea.

Michelle Alejandra Molina Andrade

Lucía Ramírez, Ph.D., Director de Tesis
Javier Garrido, MSc., Co-Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito
para la obtención del título de Ingeniero en Alimentos

Quito, mayo de 2015

Universidad San Francisco de Quito.

Colegio de Ciencias e Ingeniería

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

Propuesta de tratamiento de aguas residuales en industria láctea.

Michelle Alejandra Molina Andrade

Lucía Ramírez, Ph.D.,

Director de tesis

Javier Garrido, MSc.,

Co-Director de tesis.

Coordinador de Ingeniería en Alimentos

Michael Koziol, Ph.D.,

Miembro del Comité de tesis

Ximena Córdoba, Ph. D.,

Decana de la Escuela de Ingeniería

Colegio de Ciencias e Ingeniería

Quito, mayo de 2015

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

Nombre: Michelle Alejandra Molina Andrade

C. I.: 1716878838

Lugar y fecha: Quito, mayo 2015

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de titulación a Dios por darme la familia que tengo. A mis padres por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida. A mi mami por ser tan valiente, enseñarme todo lo que soy y por luchar cada día contra todo para estar juntos. A mi papi por su dedicación con todos, su ejemplo de trabajo arduo, responsabilidad y tenacidad.

A mi esposo por su apoyo incondicional, estabilidad, felicidad y fortaleza que me da cada día.

A mis hermanas, ejemplo de superación y parte fundamental de mi vida.

A mis sobrinos por endulzarme la vida y porque verles crecer es mi más grande satisfacción.

A mi directora Dra. Lucía Ramírez por su ayuda en todo momento para lograr cumplir esta meta.

A mi Co-director Javier Garrido por su ayuda en mi vida estudiantil.

Gracias a cada una de las personas que forman parte de mi vida.

RESUMEN

Las descargas de aguas residuales son un problema de índole global, por la falta de conciencia de empresarios y control de autoridades se ha vivido un proceso acelerado de contaminación. Se analizó las descargas de una industria láctea ubicada en Aloag, Quecor S.A. y se propuso un tratamiento que consistió en: aireación por 24 horas, digestión de bacterias durante 24 horas, coagulación, floculación y filtración por grava fina. Al no poder llegar a los límites establecidos por la Normativa 002-SA-2014 del Distrito Metropolitano de Quito, se eliminó el suero de leche de la descarga para que sea aprovechado en otras actividades y con esta nueva muestra se realizó el tratamiento antes propuesto llegando debajo de los parámetros máximos permisibles.

ABSTRACT

The discharge of wastewater is a global problem due to the lack awareness of fabric owners and poor control of authorities, we are living an accelerated process of contamination. Quecor S.A. which is a milky factory located at Aloag was the chosen to analyze wastewater discharges and propose a treatment, which consist in aeration for 24 hours, bacterial activity, flocculation, coagulation and filtration, trying to comply local requirements of the 002-SA-2014 Regulation of the Distrito Metropolitano de Quito, after applying the treatment, the levels of contamination were not enough to meet the requirements, so milk serum was removed from the effluent and tried again the treatment, having success and reaching the levels expected.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
1 INTRODUCCIÓN.....	11
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivos Generales	13
2.2 Objetivos Específicos.....	13
3 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	14
3.1 Leche y sus derivados	14
3.2 Normativas Ambientales.....	17
3.3 Métodos de caudal y muestreo.....	22
3.4 Métodos de tratamiento de aguas residuales.....	22
4 METODOLOGÍA.....	26
4.1 Tratamiento	26
4.2 Re-tratamiento.....	28
5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
5.1 Caudal	30
5.2 Caracterización del agua	31
6 CONCLUSIONES.....	41
7 RECOMENDACIONES	42

8 REFERENCIAS43

9 ANEXOS46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1._ Composición del suero ácido.	16
Tabla 2._ Parámetros de control para industria láctea.....	18
Tabla 3._ Límites máximos permisibles en descargas líquidas según su lugar de destino.	19
Tabla 4._ Composición de muestras compuestas.	26
Tabla 5._ Análisis de muestras compuestas.	27
Tabla 6._ Media de caudal.....	32
Tabla 7._ Pruebas de campo, para determinación de muestra más contaminada.....	32
Tabla 8._ Análisis de muestra más contaminada, previo tratamiento.....	33
Tabla 9._ Análisis de agua residual después del tratamiento.....	35
Tabla 10._ Análisis de agua residual sin suero, previo a tratamiento.....	37
Tabla 11._ Porcentaje de remoción de contaminantes previo a tratamiento.....	398
Tabla 12._ Análisis de agua residual sin suero, después del tratamiento.....	40
Tabla 13._ Porcentaje de remoción de contaminantes después del tratamiento.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1._ Variación de caudal.....	31
-------------------------------------	----

1._ INTRODUCCIÓN

Actualmente el tratamiento de aguas residuales en la industria es muy importante, ya que, asegura que los efluentes que se descargan al sistema de alcantarillado o a los cauces naturales de agua no afecten considerablemente al ecosistema, pues cargas altas de materia orgánica pueden provocar alteraciones en la flora y fauna.

La industria láctea es uno de los factores claves en el cambio de la matriz productiva del Ecuador, sin duda alguna, una buena y eficiente producción lechera genera empleos, recursos y riqueza a las familias campesinas, siendo esta unas de las razones para que se implementen programas de mejora continua, procurando un impulso a la tecnología, lograr mejores réditos y cuidar el medio ambiente, en base al logro de una producción más limpia. Se busca “generar oportunidades de mercado con la industrialización de los productos como el suero de leche, que resulta de la elaboración del queso y es materia prima para la preparación de yogurt, galletas, embutidos entre otros” (Duque, 2014).

De acuerdo a datos confirmados por el Ministerio de Productividad del Ecuador, el país cuenta al momento con una producción lechera de 2'662.560 litros diarios, y experimenta una tasa de crecimiento anual entre el 25% al 30% en el consumo de leche y sus derivados (Ministerio de Industrias y Productividad, 2014), causa fundamental para que la producción del sector sea controlada de mejor manera y logre reducir los impactos ambientales.

El agua que ingresa a una planta de procesamiento de lácteos, realiza varias funciones como limpieza, producción, laboratorios, servicios higiénicos, entre otros. Al ser una industria con producción continua, es importante controlar los niveles de contaminación de los efluentes. “La gestión ambiental se enmarca en la políticas generales de desarrollo sustentables para la

conservación del patrimonio natural y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales” (Honorable Congreso Nacional del Ecuador, 2004). El Ecuador tiene distintas normativas ambientales, que determinan principalmente, los niveles máximos de contaminación, de emisiones atmosféricas, ruido y descargas líquidas permitidas.

Para formular la presente propuesta de tratamiento de Aguas Residuales, se contó con la colaboración de la Empresa Agroindustrial QUECOR S.A., ubicada en la parroquia de Aloag, cantón Mejía, Provincia de Pichincha, sobre la intersección de las rieles del sistema ferroviario Quito – Boliche (Anexo 9.1). La planta industrial tiene una capacidad instalada de producción de 25000 litros de leche al día, actualmente se elabora queso fresco, bebida láctea, yogurt y leche pasteurizada. Cuenta con dos marcas, Quesos Cordobés, que es la más conocida, comercializada en grandes supermercados y catalogada como élite, e Iltio que es una línea más económica y es comercializada principalmente en la Costa.

En la industria lechera los efluentes se caracterizan por los elevados valores de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO), por un alto contenido de materia orgánica. Los procesos de limpieza *Cleanning in Place* (CIP) utilizan sustancias ácidas y alcalinas que requieren un proceso adecuado de neutralización. Estas son las principales razones que exigen un correcto y cuidadoso tratamiento de aguas residuales para que los parámetros de contaminación se encuentren dentro de los niveles permitidos por la Normativa 002-SA-2014 del Distrito Metropolitano de Quito (Anexo 9.2) (Ibarra, 2014) y evitar sanciones o multas no deseadas.

2._ OBJETIVOS

2.1._ GENERAL

- Reducir los niveles de contaminación del efluente de una industria láctea, por debajo de los valores establecidos en la Normativa 002-SA-2014 del Distrito Metropolitano de Quito.

2.2._ ESPECÍFICOS

- Proponer un tratamiento de aguas residuales adecuado, combinando los procesos primarios y secundarios.
- Reducir los niveles de demanda biológica de oxígeno (DBO) y demanda química de oxígeno (DQO), que son los indicadores de materia orgánica presente, en un 90%.
- Reducir los niveles de aceites y grasas, cloruros, fenoles, sólidos suspendidos totales, sulfatos y tensoactivos en un 80%.

3._ FUNDAMENTOS TEÓRICOS

3.1_LECHE Y SUS DERIVADOS

“Debido a su alto valor nutritivo, ya que sus componentes se encuentran en la forma y en las proporciones adecuadas, la leche, en general, representa el alimento más balanceado” (Badui, 2006), por lo que el consumo de leche y sus derivados tienen gran demanda.

Sus componentes principales son lípidos, proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales, cuyos porcentajes pueden variar dependiendo de la raza de ganado, alimentación, clima, edad, etc. (Damodaran, 2010).

De acuerdo a su contenido de grasa, la leche, puede ser industrializada de muchas maneras, principalmente como leche entera, semidescremada y descremada. Considerando su contenido de lactosa, vitaminas o minerales, se obtiene leche deslactosada o enriquecida respectivamente. Mediante la aplicación de distintos procesos de tratamiento térmico utilizados en la industria, se ha logrado la pasteurización, esterilización y ultrapasteurización de la leche. La leche pasteurizada, según la legislación española se somete a temperaturas de 72/78 °C durante 15 segundos por lo menos, aunque no excluye otras combinaciones de tiempo y un enfriamiento inmediato a no más de 10 °C (Madrid, 1999); la “leche esterilizada se define como la que se somete a filtración o clarificación, se homogeniza y posteriormente se calienta a 100 °C hasta que cumpla con la prueba de turbidez prescrita” (Kirk, 2004); y la ultrapasteurización que llega a “temperaturas de 145-155 °C por 1-5 segundos” (Badui, 2006).

El Yogur, es un producto de “leche de vaca coagulada y acidificada que se fabrica a partir de cualquier combinación de leche, después de la pasteurización se produce una fermentación con ácido láctico mediante cultivos bacterianos de *Lactobacillus bulgaricus* con o sin *Streptococcus thermophilus*, u otras bacterias lácticas adecuadas” (Kirk, 2004).

“El queso es el producto que resulta de la precipitación de las caseínas, que deja como residuo el llamado suero de la leche” (Badui, 2006). Los ingredientes básicos para la elaboración de queso son: cultivos de levaduras o bacterias, bacterias lácticas, cuajo, ácidos o enzimas coagulantes, sal y aditivos autorizados (Madrid, 1999). Posterior a la pasteurización de la leche viene la etapa de coagulación, añadiéndose el cuajo, cuya actividad enzimática hace que coagule la leche en un tiempo variable según el tipo de queso. La cuajada se corta y se separa el suero de las partículas coaguladas. Después se coloca los granos de leche en moldes que son prensados y finalmente salados para obtener el queso propiamente dicho. Dependiendo del tipo de queso se puede incluir procesos de maduración. “El suero contiene lactosa, albúmina y la mayor parte de los minerales de la leche, por lo que no debe desperdiciarse” (Judkins, 1989). La composición del suero obtenido como residuo en la elaboración de quesos varía según la leche utilizada, el tipo de queso fabricado y el método de coagulación. En la Tabla 1 se presenta la composición del suero ácido proveniente de la elaboración de queso fresco.

Tabla 1._ Composición del suero ácido.

COMPOSICIÓN	g/100g
Sólidos totales	5.2
Lactosa	4.3
Proteína	0.6
Nitrógeno no proteico	27
Ácido láctico	0.75
Cenizas	0.46
Ph	4.6

Fuente: Badui, 2006

Según la Tabla 1, el bajo pH del suero es corrosivo para los metales y afecta el pH del efluente que al no ser recuperado, se convierte en un grave problema que aumenta los niveles de contaminación en el agua si es desechado al sistema de alcantarillado o directamente a un cauce natural. El suero tiene una baja porción de proteínas, que “poseen una calidad nutritiva superior a la de las caseínas que forman el queso” (Badui, 2006). Si el suero se desecha por las alcantarillas, la contaminación de una quesera que elimina 50000 litros de suero equivale a la contaminación de una ciudad con 25000 habitantes. La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de un litro de suero oscila entre 30-45g/L (Luquet, 1993). Si se pretende dar un uso al suero se debe someter a procesos de enfriamiento, para evitar que pierda sus propiedades. Es importante reducir los niveles de contaminación y aprovechar el subproducto de la elaboración de queso.

“La nata es el producto que se obtiene de la leche entera por separación de su parte magra” (Paltrinieri, 2009). Según el contenido graso, la nata se puede clasificar en: “doble nata con un mínimo del 50% en materia grasa, nata con un mínimo de 30% y menor al 50% y nata ligera

con un mínimo del 12% y menor al 30%” (Madrid, 1996). La nata o crema según su contenido graso debe recibir un tratamiento térmico específico, a mayor contenido graso, mayor temperatura es requerida.

La mantequilla consiste en un “aglomerado de grasa de leche que se une por medio de una agitación que se denomina batido” (Judkins, 1989). La composición debe ser de un mínimo de 80% de grasa con una humedad máxima del 16%. Es necesario que la nata pasteurizada sea madurada aproximadamente 24 horas, entre 1-6 °C, para obtener una adecuada estructura cristalina y lograr su transformación en mantequilla (Madrid, 1996). Posteriormente se eleva un poco la temperatura entre 8-11 °C. Fuerzas de atracción y repulsión en la superficie de contacto grasa/no grasa juegan un papel fundamental, ya que con el batido se invierten las fases y se forma la mantequilla, puede requerir entre 20-40 minutos de batido (Warner, 1979).

3.2._ NORMATIVAS AMBIENTALES

El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, controla los niveles de contaminación de los efluentes industriales y ha categorizado los niveles permisibles de contaminación según el tipo de industria. Para la elaboración de productos lácteos se solicita el control de los parámetros que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2._ Parámetros de control para industria láctea.

ACTIVIDAD INDUSTRIAL	PARÁMETROS DE CONTROL
Elaboración de productos lácteos	Caudal (m ³ /d)
	Aceites y Grasas
	Cloruros
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)
	Demanda Química de Oxígeno (DQO)
	Fenoles
	Sólidos Suspendidos Totales
	Sulfatos
	Tensoactivos (MBAS)

Fuente: Ibarra, 2014

La Normativa 002-SA-2014 vigente actualmente en el Distrito Metropolitano de Quito (Anexo 9.2) (Ibarra, 2014), controla los límites máximos de contaminación permitida de efluentes dependiendo del lugar de descarga como se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3._ Límites máximos permisibles en descargas líquidas según el lugar de destino.

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
			SISTEMA DE ALCANTARILLADO	CAUCE DE AGUA
Aceites y Grasas	A y G	mg/L	70	30
Cloruros	CL ⁻	mg/L		1000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/L	170	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	350	160
Fenoles	Expresado como Fenol	mg/L	0.2	0.2
Sólidos Suspendidos Totales	SS	mg/L	100	80
Sulfatos	SO ₄	mg/L	400	1000
Tensoactivos	Substancias activas al azul de metileno	mg/L	1	0.5

Fuente: Ibarra, 2014

La Tabla 3 muestra que los límites máximos de contaminación de efluentes son más flexibles cuando la descarga se realiza en el sistema de alcantarillado comparado con un cauce natural de agua. Se observa esta diferencia porque en el sistema de alcantarillado no se afecta flora y fauna, con excepción de los sulfatos, que al ser altamente corrosivos para las tuberías se exige un límite máximo menor en el sistema de alcantarillado.

La disminución de “oxígeno disuelto y la formación de depósitos de lodos pueden considerarse como la perturbación ambiental más importante que afecta el medio acuático” (Ramalho, 1993). La “demanda de oxígeno en aguas residuales es resultado de tres materiales: orgánico carbónicos utilizables como fuente de alimentación para organismos aeróbicos, nitrógeno oxidable derivado de la presencia de nitritos, amoniaco y en general compuestos orgánicos nitrogenados” (Ramalho, 1993). Por lo tanto, los parámetros más rigurosos de control son DBO y DQO.

La Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es la medida de la “cantidad de oxígeno utilizado por una mezcla de microorganismos mediante oxidación aerobia” (Hammer, 2008) para estabilizar la materia orgánica presente en una muestra de agua residual.

La Demanda química de oxígeno (DQO) “es la medida de la materia orgánica en agua residual en términos de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica químicamente” (Reynolds, 1996). Mide el “equivalente de oxígeno de la materia orgánica en las aguas residuales que se pueden oxidar químicamente. La diferencia entre las medidas de DBO y DQO se debe a que algunas sustancias orgánicas son difíciles de oxidar biológicamente, además, que ciertas sustancias pueden ser tóxicas para los microorganismos usados en las pruebas de DBO” (Metcalf & Eddy Inc., 2003), entre otras.

Los aceites y grasas son químicamente parecidos, están compuestos por un grupo alcohol o glicerina y un grupo ácido graso. Si a temperatura ambiente se encuentran en forma líquida son aceites y si se encuentran en forma sólida son grasas. Los aceites y grasas que no son removidos de las descargas pueden formar películas de superficie (American Public Health Association, 1992) que afecten la vida en el agua, generando interferencia con las especies que se encuentran en esta.

Los tensoactivos o también conocidos como surfactantes pueden causar espuma en la superficie del agua con tendencia a acumularse en la interface aire-agua formando una capa muy estable, antes de 1965 se usaban tensoactivos llamados “alquil-benceno-sulfonato (ABS) que presentaban una gran resistencia a la degradación por métodos biológicos, por lo que desde este año existe una regulación que exige que los tensoactivos sean alquil-sulfonato-lineal (LAS) que son biodegradables” (Metcalf & Eddy Inc., 2003).

Las descargas industriales de agua pueden contener sólidos, que son materiales suspendidos o disueltos que afectan negativamente a la calidad de agua (American Public Health Association, 1992). Pueden ser de gran tamaño y causar obstrucciones en tuberías, o de menor tamaño, que forman depósitos de lodo y contribuyen a la reducción de nivel de lagos, ríos o vertientes mediante un proceso de eutrofización (Ramalho, 1993).

Los cloruros son un parámetro de control importante, sin embargo son comunes en las muestras de aguas residuales, se encuentran naturalmente por disolución de rocas y suelos, diariamente una persona contribuye con 6 g de cloruros al día (Metcalf & Eddy Inc, 1995).

Los fenoles pueden aparecer en aguas residuales domésticas e industriales, en las aguas naturales y en los suministros de agua potable. La cloración de tales aguas pueden producir clorofenoles olorosos y que producen mal sabor, son considerados como no biodegradables (American Public Health Association, 1992).

Los sulfatos se encuentran comúnmente en aguas residuales, se forman en el proceso de descomposición de materia orgánica, en la síntesis de proteínas. El sulfuro de hidrógeno liberado a la atmósfera puede sufrir oxidación convirtiéndose en ácido sulfúrico, muy corrosivo para las tuberías de alcantarillado (Metcalf & Eddy Inc, 1995).

3.3._ MÉTODOS DE CAUDAL Y MUESTREO

Para medir el caudal de aguas residuales en campo existen tres métodos, los volumétricos manuales, vertederos y los de velocidad de área. Los volumétricos manuales miden el tiempo que se demora en llenar un recipiente de volumen conocido (FAO, 1997), la variación entre diversas mediciones dará un resultado confiable. Los métodos de vertedero obligan al agua a pasar por un canal de dimensiones conocidas, la condición previa del vertedero es que la “cresta se encuentre más alta que el nivel del agua inferior y lograr un rebose completo” (Purschel, 1982), el líquido represado alcanzará una altura en función del caudal, mientras mayor es el caudal mayor será la altura. Los métodos de velocidad de área, miden el tiempo que tarda en recorrer un objeto flotante una distancia conocida (Purschel, 1982).

Para los análisis se busca obtener la muestra más cercana a la realidad de descarga. Las muestras simples representan las características del agua al instante del muestreo, pueden tener mucha variación con la realidad porque las características del agua varían con el tiempo, las actividades realizadas, etc. Las muestras compuestas son usadas para conocer resultados promedio, que se logra mezclando varias muestras simples al final del muestreo, tomando en cuenta el intervalo de muestreo, mientras más corto es más real la muestra (Maskew, 1984).

3.4._ MÉTODOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Para el tratamiento de aguas industriales se emplean tres tipos, el primario que se basa en operaciones físicas o mecánicas que retengan grasas, aceites, arenas y sólidos gruesos (Metcalf & Eddy Inc., 2003), que incluyen: reducción de sólidos gruesos por tamaño, mezclado, sedimentación, aireación, filtración, nivelación de flujos; el tratamiento secundario “se refiere a todos los tratamientos biológicos de las aguas residuales tanto aerobios como anaerobios”

(Ramalho, 1993), como utilización de bacterias, enzimas, etc.; y terciario que corresponde a la “desinfección o destrucción de patógenos, no aplica a microorganismos no patógenos o patógenos que pueden encontrarse en estado de esporas” (Reynolds, 1996), este proceso incluye tratamiento como ósmosis inversa, carbón activado u ozonificación (Metcalf & Eddy Inc., 2003).

Los tipos fundamentales de tratamientos primarios son: cribado, sedimentación, flotación, neutralización y homogenización.

El cribado consiste en la eliminación de sólidos en suspensión, generalmente se usa primero una criba gruesa, caracterizada por rejillas con espacios de 4-9 cm y son de vital importancia para evitar taponamientos posteriores en el sistema. A continuación se utiliza cribas finas, con espacios de abertura de 5 mm o menos. Este proceso puede llegar a eliminar entre un 5-25% de los sólidos suspendidos (Ramalho, 1993).

La sedimentación, es la remoción de sólidos por medio de asentamiento gravitacional de las partículas en suspensión en el agua, cuando la sedimentación se da por factores naturales como la gravedad se denomina sedimentación simple, y coagulación cuando se colocan agentes químicos para acelerar este proceso y formar moléculas más grandes que se separen de mejor manera (Maskew, 1984).

La flotación, separa los “sólidos de baja densidad o partículas líquidas. Su principio es la introducción de un gas generalmente aire” (Ramalho, 1993), así las partículas en cuestión quedan expuestas en la superficie del agua de donde pueden ser eliminadas por métodos mecánicos.

La neutralización, se utiliza cuando el efluente tiene un pH diferente a 7, que puede afectar el equilibrio de la vida en el agua en caso de descarga directa al sistema, o debido a necesidades

antes de un tratamiento biológico para lo cual en este proceso se regula el pH. Incluye los “métodos de homogenización que consiste en mezclar las corrientes y métodos de control directo de pH” (Ramalho, 1993).

Los tratamientos secundarios se refieren a los procesos químicos y biológicos que ayudan a la eliminación de contaminantes.

Las mezclas de enzimas y bacterias son de gran ayuda para el tratamiento de aguas residuales, especialmente en la industria alimenticia ya que están compuestas por “enzimas, bacterias y surfactantes, que actúan como catalizadores de reacciones específicas acelerando o alternando el ritmo de la reacción química, convirtiendo los componentes orgánicos complejos en componentes más simples. Se utiliza: amilasa, proteasa, lipasa, celulasa y cadenas seleccionadas de bacterias productoras de enzimas. Los productos de la hidrólisis son utilizadas por las bacterias como fuente de alimento. Las enzimas y bacterias actúan conjuntamente en la licuefacción y eliminación de la grasa y la materia orgánica” (BIO-CAT INC, 2006).

La coagulación es un proceso que busca desestabilizar los coloides, neutralizando las cargas que mantienen a las sustancias en suspensión, porque las repulsiones electrostáticas no les permiten agregarse en partículas más grandes y lograr sedimentar por medio de la adición de coagulantes químicos y la aplicación de mezclado (Andia, 2000).

La floculación se refiere a la aglomeración de partículas desestabilizadas, se provee una mezcla suave para incrementar la tasa de encuentros o colisiones entre estas, formando flóculos grandes que les permiten sedimentar y separar los sólidos suspendidos o disueltos (Romero, 2000).

El policloruro de aluminio es un coagulante efectivo para el tratamiento de aguas residuales, contribuye a la remoción de sólidos suspendidos, color, turbidez y algunos contaminantes como partículas orgánicas. Actualmente ha reemplazado al tradicional sulfato de aluminio, al lograr disminuir el residual de aluminio, mejorar velocidad en formación de flóculos, y la remoción de color y turbidez (Cinética Química S.A., n.d.), entre otras ventajas.

Para determinar la concentración de policloruro de aluminio a utilizarse se debe realizar una prueba de jarras, que simula los procesos de coagulación y floculación que fomentan la eliminación de coloides. Consiste en colocar en vasos de precipitación la muestra a tratar y aplicar distintas dosificaciones de coagulante, agitar, controlar las variables de temperatura y pH que pueden afectar los resultados de la prueba (Maskew, 1984). Con esta prueba se determina la dosificación correcta para cada tipo de efluente.

El tratamiento terciario busca la desinfección del efluente, la osmosis inversa es uno de estos, que obliga a el agua a pasar por una “membrana permeable al disolvente pero impermeable al soluto” (Ramalho, 1993) logrando pasar de una alta concentración de sales o contaminantes a una de menor concentración.

Los filtros de carbón activado son los elementos de adsorción más utilizados, adsorbe una amplia variedad de compuestos orgánicos y su uso es económicamente factible. La adsorción es la colección de una sustancia sobre la superficie de los sólidos adsorbentes (Reynolds, 1996). El ozono se emplea efectivamente como desodorante, decolorante y desinfectante, porque es agente altamente oxidante, “tanto en aire como en agua, el ozono se descompone rápidamente en presencia de materia oxidable” (Maskew, 1984).

4._ METODOLOGÍA

4.1._ TRATAMIENTO

Se inició con el reconocimiento de la planta en la que se observaron los procesos de producción de queso fresco (Cordobés), leche entera, bebida láctea y yogurt (Ilitio). La medición de caudal de agua fue siguiendo el método de aforo, que mide el tiempo que se demora en llenar un recipiente de volumen conocido, que se utiliza para industrias que tienen descargas intermitentes y de caudales pequeños (Anexo 9.3). Se utilizó un balde graduado de 5 litros y un cronómetro, determinándose el tiempo de llenado del envase cada 15 minutos a lo largo de la jornada laboral de 8 horas por 7 días (Anexos 9.4-9.10).

Simultáneamente se tomaron muestras compuestas para según los métodos de campo de pH, fenoles, cloruros y sulfatos determinar cuál fue la muestra con mayor contaminación. Se trabajó los días martes y jueves, por ser los días de mayor producción tomando 4 muestras simples de 1000 mL cada 2 horas, como establece la Normativa 002-SA-2014 (Ibarra, 2014) que indica los intervalos de tiempo para la toma de muestras compuestas en la Tabla 4.

Tabla 4._ Composición de muestras compuestas.

Horas por día que opera el proceso generador de la descarga	Número de muestras simples	Intervalo entre toma de muestras simples	
		Mínimo	Máximo
Hasta 8	4	1	2
Más de 8 y hasta 16	4	2	3
Más de 16 y hasta 24	6	3	4

Fuente: Ibarra, 2014.

La muestra elegida como más contaminada se envió al laboratorio acreditado LASA para corroborar las pruebas de campo y la determinación de los parámetros mencionados en la Tabla 5 (Anexo 9.11), en la que se incluyen los métodos de ensayo y unidades correspondientes.

Tabla 5._ Análisis de muestras compuestas.

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO INTERNO¹	MÉTODO OFICIAL²
Aceites y Grasas	mg/L	PEE-LASA-FQ-15	APHA 5520 B
Cloruros	mg/L	PEE-LASA-FQ-01-B	APHA 4500Cl-B
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	PEE-LASA-FQ-07	APHA 5210 B
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	PEE-LASA-FQ-04	APHA 5220 C
Fenoles	mg/L	PEE-LASA-FQ-12	APHA 5530 C
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	PEE-LASA-FQ-05	APHA 2540 D
Sulfatos	mg/L	PEE-LASA-FQ-09 ^a	APHA 4500 SO ₄ E
Tensoactivos	mg/L	PEE-LASA-FQ-13	APHA 5540 C

Fuente: ¹ Método Interno de LASA (laboratorio acreditado)

² Método oficial de American Public Health Association, 1992.

Una vez determinadas las condiciones iniciales del agua residual (Anexo 9.12), se tomó una muestra compuesta de 4 litros, para realizar el tratamiento propuesto.

Se estabilizó el pH a 7 con solución de Hidróxido de Sodio, colocándose un equipo de aireación por 24 horas para estabilizar la muestra, se homogenizó y logró separar los sólidos menos densos, grasas, aceites y partículas líquidas, que fueron recogidas con una malla de 2 mm de abertura (Anexo 9.12).

Luego de 24 horas de aireación se colocó una mezcla de Enzimas y Bacterias (SEPTAID), que trabajaron en la muestra por 24 horas a temperatura ambiente y pH 7.

Se colocó la muestra en un vaso de precipitación y se dosificó 2.6 mL de Policloruro de Aluminio, agitándose por 1 minuto a 100 rpm y por 15 minutos a 30 rpm, lo que provocó la formación del coágulo y su precipitación al fondo del envase (Anexo 9.13).

Una vez separadas las fases se utilizó un medio filtrante elaborado a base de grava fina de 4 mm de granulometría y se tomó la muestra de agua tratada para los análisis respectivos (Anexo 9.14).

4.2._ RE-TRATAMIENTO

Como el tratamiento propuesto y aplicado en la forma que antecede, no tuvo la eficacia esperada al no cumplir con los parámetros establecidos para eliminar el efluente al sistema de alcantarillado (Anexo 9.14), se realizó un proceso adicional.

Considerando que en los procesos industriales que se realizaban en la Planta de Quecor S.A., un promedio del 40% del suero de leche se utilizaba en la producción de bebida láctea; y el restante 60% era desechado al sistema de alcantarillado, se implementaron las siguientes medidas para controlar el derrame de suero (Anexo 9.15).

Se colocaron recipientes y desfogues con tubería en los puntos de descarga, logrando recuperar del 90-94% para ser utilizado como ingrediente en la bebida láctea y adicionalmente se destinó una buena parte del subproducto recuperado, para suministrarlo a los Ganaderos proveedores de leche para que lo destinen al enriquecimiento del alimento de su ganado.

Después de la recuperación del suero, se tomaron dos muestras compuestas de 4 litros de agua residual en la caja de revisión, realizándose las pruebas de campo de pH, fenoles, cloruro, sulfatos.

La primera muestra se envió a laboratorio acreditado LASA para el análisis de parámetros requeridos por la Normativa 002-SA-2014 del Distrito Metropolitano de Quito (Ibarra, 2014) (Anexo 9.16), que se mencionan en la Tabla 5; y en la segunda muestra se realizó el tratamiento sugerido. En este caso no se necesitó regular el pH ya que fue de 7, por lo que se introdujo el equipo de aireación por 24 horas, se adicionó la mezcla de Enzimas y Bacterias (SEPTAID) que trabajaron por 24 horas, para posteriormente colocar la muestra en un vaso de precipitación y se dosificó 2.6 mL de Policloruro de Aluminio.

Una vez separadas totalmente las dos fases se pasó el sobrenadante por un medio filtrante a base de grava fina de 4 mm de granulometría y se envió nuevamente a laboratorio (Anexo 9.17).

5._ RESULTADOS Y DISCUSION

5.1._ CAUDAL

En la Tabla 6 se presenta la media de las mediciones de caudal durante una semana (Anexo 9.4-9.10).

Tabla 6._ Media de caudal.

DÍA	CAUDAL PROMEDIO (L/s)
Lunes	0.130
Martes	0.181
Miércoles	0.133
Jueves	0.155
Viernes	0.134
Sábado	0.128
Domingo	0.139

*Media de 37 determinaciones.

Como se puede observar en la Tabla 6 el día con menor caudal promedio fue el sábado, lo que se debió a que en este día se trabaja una jornada más corta en el proceso productivo. Los días en los que más consumo de agua hubo, fueron los martes y jueves, programados para la mayor producción y uso de agua. En la Figura 1 se presenta la variación de caudal.

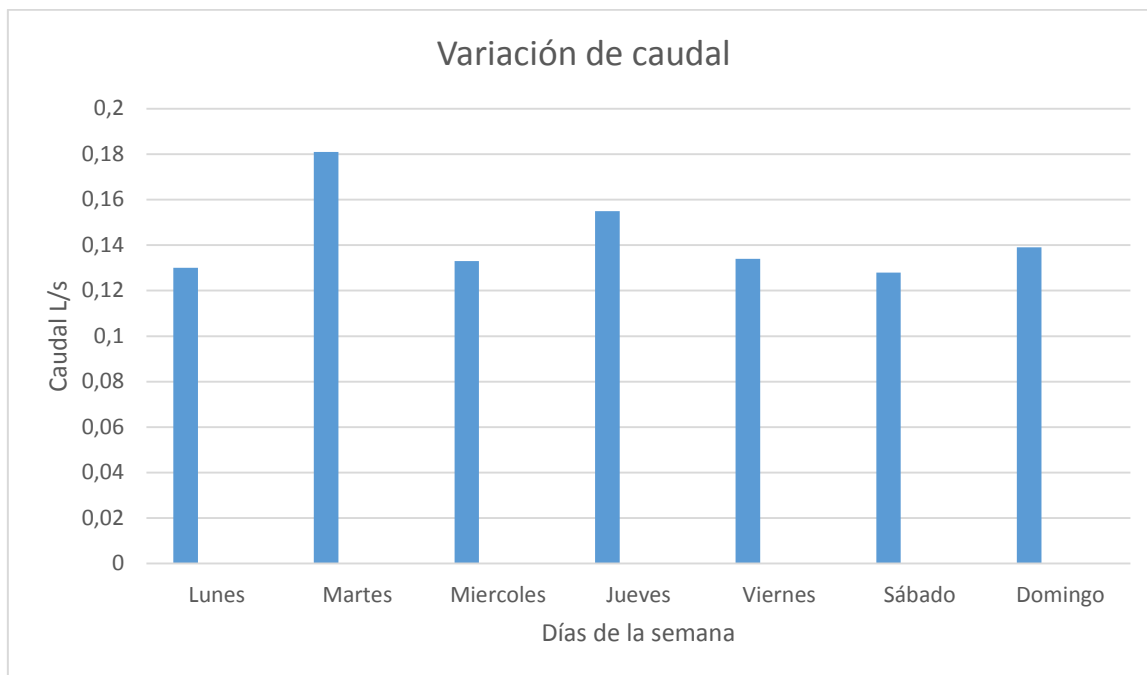


Figura 1._ Variación de caudal.

En la Figura 1 se puede observar que el consumo de agua durante la semana se mantiene aparentemente constante, a excepción de los días martes y jueves.

5.2._ CARACTERIZACIÓN DEL AGUA

Previo al tratamiento de agua residual propuesto se analizó mediante pruebas de campo el análisis de pH, fenoles, cloruros y sulfatos, para determinar cuál fue la muestra más contaminada. Los resultados se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7._ Pruebas de campo, para determinación de muestra más contaminada.

PARÁMETRO	UNIDADES	MARTES	JUEVES
pH		6	5
FENOLES	mg/L	0	0
CLORUROS	mg/L	150	200
SULFATOS	mg/L	30	40

En la Tabla 7 se muestra que el día con mayor contaminación fue el jueves, por tener la más alta concentración de cloruros, sulfatos y presentar el más bajo pH. La muestra fue enviada al laboratorio acreditado LASA y los resultados se muestran en la Tabla 8 (Anexo 9.11).

Tabla 8._ Análisis de muestra más contaminada, previo tratamiento.

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITES MÁXIMOS		CUMPLE
			ALCANTARILLADO	CAUCE DE AGUA	
Aceites y Grasas	mg/L	1081.60	70	30	No Cumple
Cloruros	mg/L	271.02	---	1000	Cumple
DBO5 Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	12475.00	170	100	No Cumple
DQO Demanda Química de Oxígeno	mg/L	20300.00	350	160	No Cumple
Fenoles	mg/L	0.02	---	---	Cumple
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	1935.00	100	80	No Cumple
Sulfatos	mg/L	52.03	400	1000	Cumple
Tensoactivos	mg/L	0.01	1	0.5	Cumple

Fuente: Laboratorio LASA

Quecor S.A. elimina su efluente hacia el sistema de alcantarillado, estando los niveles de aceites y grasas, DBO, DQO y sólidos suspendidos totales fuera de los límites máximos (Tabla 8).

Los datos obtenidos en las pruebas de campo no son muy exactos en comparación con los análisis de laboratorio, porque presenta resultados diferentes, esto se debe a que son pruebas rápidas, nos dan una idea de los valores, pero no es preciso. Son muy útiles en empresas, para tener un control cercano a la realidad, que se puede realizar *in situ*, obtener resultados inmediatamente y mucho más económico que enviar las muestras a un laboratorio acreditado. Sin embargo se debe comparar los resultados con un análisis oficial.

El agua residual después del tratamiento propuesto obtuvo los resultados expuestos en la Tabla 9 (Anexo 9.14).

Tabla 9._ Análisis de agua residual después del tratamiento.

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	NORMATIVA		CUMPLE
			ALCANTARILLADO	CAUCE DE AGUA	
Aceites y Grasas	mg/L	26.40	70	30	Cumple
Cloruros	mg/L	65.02	---	1000	Cumple
DBO5 Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5250.00	170	100	No Cumple
DQO Demanda Química de Oxígeno	mg/L	12957.50	350	160	No Cumple
Fenoles	mg/L	0.02	---	---	Cumple
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	186.00	100	80	No Cumple
Sulfatos	mg/L	36.72	400	1000	Cumple
Tensoactivos	mg/L	0.25	1	0.5	Cumple

Fuente: Laboratorio LASA

El tratamiento propuesto de neutralización, aireación, tratamiento biológico, floculación y coagulación, y filtrado, no fue lo suficientemente adecuado para lograr cumplir los parámetros

requeridos por la Normativa 002-SA-2014 del Distrito Metropolitano de Quito (Ibarra, 2014) (Tabla 9).

El suero era el principal constituyente del efluente los días martes y jueves, días en los que estaba programada la producción de queso, y con las mayores descargas de agua. Aproximadamente 60% de suero de leche se enviaba al sistema de alcantarillado y por su poder contaminante que según Luquet (1993) presenta un DBO de 30-45 g/L, se decidió remover la mayor cantidad de suero posible del efluente.

Una vez eliminado del 90-94% del suero de leche del efluente los resultados de la muestra de agua residual previo al tratamiento se muestran en la Tabla 10 (Anexo 9.16).

Tabla 10._ Análisis de agua residual sin suero, previo a tratamiento.

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	NORMATIVA		CUMPLE
			ALCANTARILLADO	CAUCE DE AGUA	
Aceites y Grasas	mg/L	111.20	70	30	No Cumple
Cloruros	mg/L	12.19	---	1000	Cumple
DBO5 Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	508.00	170	100	No Cumple
DQO Demanda Química de Oxígeno	mg/L	907.70	350	160	No Cumple
Fenoles	mg/L	0.03	---	---	Cumple
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	270.00	100	80	No Cumple
Sulfatos	mg/L	10.63	400	1000	Cumple
Tensoactivos	mg/L	0.24	1	0.5	Cumple

Fuente: Laboratorio LASA

Los niveles de aceites y grasas, cloruros, DBO5, DQO, sólidos suspendidos totales y sulfatos bajaron considerablemente, confirmándose los altos niveles contaminantes del suero de leche en el agua residual. La medida de tensoactivos se elevó, esto pudo ser por falta de control en la limpieza de los materiales usados en la recolección de muestras.

Con la remoción del suero de leche se obtuvieron diferentes índices de remoción como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11._ Porcentaje de remoción de contaminantes con la eliminación de suero.

PARÁMETRO	UNIDADES	SIN TRATAMIENTO CON SUERO	SIN TRATAMIENTO SIN SUERO	% DE REMOCIÓN
Aceites y Grasas	mg/L	1081.60	111.20	89.72
Cloruros	mg/L	271.02	12.19	95.50
DBO5 Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	12475	508.00	95.93
DQO Demanda Química de Oxígeno	mg/L	20300	907.70	95.53
Fenoles	mg/L	0.02	0.03	0
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	1935	270	86.05
Sulfatos	mg/L	52.03	10.63	79.56
Tensoactivos	mg/L	0.01	0.24	

Los porcentajes de remoción de contaminantes al extraer el suero de leche del efluente fueron elevados, superando el 80% la mayoría de ellos, se observó un alto contenido de materia

orgánica eliminado. Con la muestra de agua residual sin suero se repitió el tratamiento sugerido. En la Tabla 12 se indican las condiciones finales del agua residual (Anexo 9.17).

Tabla 12._ Análisis de agua residual sin suero, después del tratamiento.

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	NORMATIVA		CUMPLE
			ALCANTARILLADO	CAUCE DE AGUA	
Aceites y Grasas	mg/L	3.68	70	30	Cumple
Cloruros	mg/L	44.21	---	1000	Cumple
DBO5 Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	148.00	170	100	Cumple
DQO Demanda Química de Oxígeno	mg/L	267.50	350	160	Cumple
Fenoles	mg/L	0.02	---	---	Cumple
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	< 20	100	80	Cumple
Sulfatos	mg/L	< 10	400	1000	Cumple
Tensoactivos	mg/L	0.25	1	0.5	Cumple

Fuente: Laboratorio LASA

El tratamiento propuesto, más las modificaciones en planta para la eliminación de suero en el efluente dieron resultados exitosos logrando estar por debajo de los límites máximos permisibles para descarga en el sistema de alcantarillado. Se obtuvieron diferentes índices de remoción por parámetro como se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13._ Porcentaje de remoción de contaminantes, después del tratamiento.

PARÁMETRO	UNIDADES	SIN TRATAMIENTO	CON TRATAMIENTO	% DE REMOCIÓN
Aceites y Grasas	mg/L	1081.60	3.68	99.66
Cloruros	mg/L	271.02	44.21	83.69
DBO5 Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	12475	148.00	98.81
DQO Demanda Química de Oxígeno	mg/L	20300	267.50	98.68
Fenoles	mg/L	0.02	0.02	0
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	1935	20	98.97
Sulfatos	mg/L	52.03	10	80.78
Tensoactivos	mg/L	0.01	0.01	

Los porcentajes de remoción de contaminantes fueron elevados, sobre el 80%. Todos los parámetros se encuentran debajo de los límites máximos permisibles en la Normativa 002-SA-2014 del Distrito Metropolitano de Quito (Ibarra, 2014).

6._ CONCLUSIONES

Se logró llegar por debajo de los límites máximos establecidos por la Normativa 002-SA-2014 del Distrito Metropolitano de Quito en todos los parámetros de control para la elaboración de productos lácteos.

El tratamiento sugerido de eliminación del suero, aireación, mezcla enzimas-bacterias, floculación, coagulación y filtración fue un proceso exitoso, lo que indica que para este tipo de industria se debe tener un buen manejo de residuos y los procesos primarios y secundarios de tratamiento de aguas residuales para disminuir el impacto ambiental de los efluentes y cumplir con las Normativas ambientales vigentes.

Con la aplicación del tratamiento propuesto se obtuvo un porcentaje de remoción superior al 95% en demanda biológica de oxígeno (DBO) y demanda química de oxígeno (DQO); y en sólidos suspendidos totales se llegó a un 98%.

Los parámetros de aceites y grasas se redujeron en un 99.66%, cloruros en 83.69%, fenoles y tensoactivos en 0% (se mantuvieron en el mismo valor por debajo del límite máximo permitido), sólidos suspendidos totales en 98.97% y sulfatos en 80.78%.

7._ RECOMENDACIONES

Realizar un estudio de los niveles de contaminación de la industria láctea y como esto afecta el ecosistema cuando no se elimina el suero de leche de su efluente.

Determinar la carga contaminante real del suero analizando sólo su composición, ya que al eliminarlo del efluente, casi todos los parámetros de control disminuyeron considerablemente por lo que se confirma que su eliminación ayuda al tratamiento de aguas residuales en este tipo de industria.

Tener mucho cuidado con la limpieza de los materiales de muestreo, equipos o implementos de tratamiento porque pueden interferir en los resultados, como el caso de tensoactivos.

Las pruebas de campo, comparadas con las de métodos oficiales no presentan resultados cercanos. Son de gran ayuda para las empresas al ser de bajo costo, poder realizarse *in situ* y obtener un resultado inmediato. Sirve para tener una idea de la carga contaminante, pero se debe comparar con una prueba oficial para asegurar los resultados. Para obtener resultados de campo con mayor precisión, se debe utilizar un fotómetro portátil que tiene un rango de detección elevado y entrega resultados más exactos.

8._ REFERENCIAS

- American Public Health Association. (1992). Métodos Normalizados. En *Métodos Normalizados para Análisis de Aguas Potables y Residuales* (17ma ed., págs. 2-78, 5-48, 5-56). Madrid: Díaz de Santos.
- Andia, Y. (Abril de 2000). *Tratamiento de Agua*. Recuperado el 29 de Abril de 2015, de <http://www.frm.utn.edu.ar/archivos/civil/Sanitaria/Coagulaci%C3%B3n%20y%20Floculaci%C3%B3n%20del%20Agua%20Potable.pdf>
- Badui, S. (2006). Leche. En *Química de los Alimentos* (4ta ed., págs. 603, 623, 626, 628). México: Pearson.
- BIO-CAT INC. (11 de 2006). SEPTAID. Virginia, Estados Unidos.
- Cinética Química S.A. (s.f.). *Policloruro de Aluminio*. Recuperado el 09 de Abril de 2015, de <http://www.policlorurodealuminio.com/policloruro-de-aluminio.html>
- Damodaran, S. (2010). Composición Química. En *Fennema Química de los Alimentos* (3ra ed., pág. 887). Zaragoza: Acribia.
- Duque, S. (15 de Mayo de 2014). *El Ciudadano*. Recuperado el 28 de Abril de 2015, de <http://www.elciudadano.gob.ec/industria-lechera-se-integra-al-cambio-de-la-matriz-productiva/>
- FAO. (1997). *Capítulo 4: Caudal*. Recuperado el 7 de Febrero de 2015, de <http://www.fao.org/docrep/t0848s/t0848s06.htm>
- Hammer, M. (2008). Biochemical oxygen demand. En *Water and Wastewater Technology* (6ta ed., pág. 72). Ohio: Pearson.

- Honorable Congreso Nacional del Ecuador. (10 de Septiembre de 2004). *Ley de Gestión Ambiental*. Recuperado el 28 de Abril de 2015, de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf>
- Ibarra, B. (20 de Enero de 2014). *Resolución 002-SA-2014*. Recuperado el 16 de Enero de 2015, de http://www.quitoambiente.gob.ec/images/M_images/documentos/resol_002_2014.PDF
- Judkins, H. (1989). Diversos Productos Lácteos. En *La leche su producción y procesos industriales* (1ra ed., págs. 429, 383). México: Compañía Editorial Continental.
- Kirk, R. (2004). Productos Lácteos I. En *Composición y Análisis de Alimentos* (6ta ed., págs. 606, 627). México: CECSA.
- Luquet, F. (1993). Subproducto derivados de la elaboración de quesos. En *Leche y Productos Lácteos 2* (1ra ed., pág. 289). Zaragoza: ACRIBIA.
- Madrid, A. (1996). Productos lácteos. En *Curso de Industrias Lácteas* (1ra ed., págs. 169-170). Madrid: AMV.
- Madrid, A. (1999). Pasterización de la leche en queserías. En *Tecnología Quesera* (2da ed., págs. 70, 9). Madrid: AMV Ediciones.
- Maskew, G. (1984). Ingeniería sanitario y de aguas residuales. En *Purificación de aguas y tratamiento y remoción de aguas residuales*. (Vol. II, págs. 389, 415, 416). México: Limusa.
- Metcalf & Eddy Inc. (1995). Características de las aguas residuales. En *Ingeniería de Aguas Residuales* (3ra ed., págs. 96, 100). Madrid: Mc Graw Hill.
- Metcalf & Eddy Inc. (2003). Constituents in wastewater. En *Wastewater Engineering* (4ta ed., págs. 93-94, 99). New York: McGraw-Hill.

- Ministerio de Industrias y Productividad. (24 de Abril de 2014). *Noticias: La industria lechera busca generar mayor valor agregado para sumarse al cambio de la matriz productiva*. Recuperado el 02 de Febrero de 2015, de <http://www.industrias.gob.ec/bp-072-la-industria-lechera-busca-generar-mayor-valor-agregado-para-sumarse-al-cambio-de-la-matriz-productiva/>
- Paltrinieri, G. (2009). Mantequilla y crema. En *Taller de leche* (3ra ed., pág. 97). México: Trillas.
- Purschel, W. (1982). Medición de canales. En *La Técnica de Aforo del Consumo de Aguas de Poblaciones* (Vol. 1, pág. 34). Bilbao: Urmo S.A.
- Ramalho, R. (1993). Caracterización de aguas domésticas e industriales. En *Tratamiento de aguas residuales* (1ra ed., págs. 15,22 , 29, 34, 617). Barcelona: Reverté.
- Reynolds, T. (1996). Waste water quantities and wastewater quality. En *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering* (2da ed., págs. 104, 740, 350). Boston: PSW.
- Romero, J. (2000). Floculación. En *Purificación del Agua* (1ra ed., pág. 79). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Warner, J. (1979). Crema y mantequilla. En *Principios de la Tecnología de Lácteos* (1ra ed., pág. 200). México: AGT Editors.

9._ ANEXOS

9.1._ Fotografías Quecor S.A.

a) Entrada principal.



b) Sala de máquinas.



c) Bodegas.



d) Área de producción.



9.2._ Normativa 002-SA-2014, descargas líquidas.

000002

Art. 6 NORMA TÉCNICA PARA EL CONTROL DE DESCARGAS LÍQUIDAS

NORMA TÉCNICA PARA EL CONTROL DE DESCARGAS LÍQUIDAS

1. OBJETO

El objetivo principal de la presente norma es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar la salud e integridad de las personas, de los ecosistemas y del ambiente en general. Para ello, se establecen los límites permisibles de concentración de contaminantes en los efluentes líquidos de origen industrial, comercial y de servicios, vertidos al sistema de alcantarillado y cauces de aguas.

2. ALCANCE

Todo efluente líquido residual proveniente de establecimientos industriales, comerciales y de servicios, pública o privada está sujeto a la aplicación de la presente norma técnica dentro del territorio del Distrito Metropolitano de Quito.

3. DISPOSICIONES GENERALES

- 3.1 Toda descarga proveniente de actividades en plantas o bodegas industriales, emplazamientos agropecuarios o agroindustriales, locales de comercio o de prestación de servicios, actividades de almacenamiento o comercialización de sustancias químicas en general, deberá ser vertida al receptor cuando se haya verificado el cumplimiento de los valores máximos permisibles.
- 3.2 Las medidas técnicas que se implementen buscarán como prioridad la reducción del nivel de contaminación en la fuente y la eficiencia en los tratamientos previos a la descarga.
- 3.3 Se prohíbe la dilución intencional de descargas líquidas no depuradas utilizando el agua de las redes públicas o privadas, aguas subterráneas o aguas lluvias, así como el infiltrar en el suelo descargas líquidas no depuradas.
- 3.4 El regulado mantendrá una bitácora con el registros de los efluentes generados (en formato físico o digital), de manera mensual para el control interno y control público, que contengan como mínimo la siguiente información: el proceso del que provienen, frecuencia de descargas del efluente, tratamiento aplicado a los efluentes, el caudal de los efluentes y su relación con datos de producción, consumo de agua, dispositivos de medida y su control (frecuencia/tipo).
- 3.5 Como parte del control interno anual, se realizarán programas de control de las descargas líquidas y se presentarán los resultados de los auto monitoreos a la Autoridad Ambiental Distrital, utilizando el formulario establecido para el efecto.
- 3.6 Los lixiviados generados en los rellenos sanitarios cumplirán con los parámetros establecidos en la norma de descarga a cuerpos de agua.
- 3.7 Los sedimentos, lodos y sólidos provenientes de sistemas de potabilización de agua, o cualquier tipo de tratamiento doméstico, de servicios o industrial no deberán disponerse en cuerpos de agua. Su disposición cumplirá con las normas específicas que correspondan.



3.33333

- 3.8 Los regulados solicitarán a los laboratorios la medición del caudal como parte de los parámetros a monitorear. El valor del caudal que resulte de los monitoreos deberá registrarse en el formato de caracterizaciones, el cual servirá como dato referencial para el cálculo de la carga contaminante y otros parámetros.
- 3.9 Los laboratorios que realicen ensayos analíticos para la determinación del grado de contaminación de las descargas líquidas deberán contar con el certificado de acreditación otorgado por el Organismo de Acreditación Ecuatoriano (OAE) y el registro ante la Autoridad Ambiental Distrital para los servicios de toma de muestras y ensayos.
- 3.10 Todos los establecimientos deberán presentar para su evaluación el valor de producción anual y el número de días laborables en el año en el formato que la Autoridad Ambiental Distrital establezca para el efecto.
- 3.11 El monitoreo se realizará en condiciones normales de operación, lo cual será verificado por medio de la bitácora.

4. DEFINICIONES

- 4.1 Contaminación del agua: Cualquier alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas, que pueda ocasionar el deterioro de la salud, la seguridad y el bienestar de la población, comprometer su uso para fines de consumo humano, industrial, agropecuario, comercial y recreativos, y/o causar daño a la flora, a la fauna o al ambiente en general.
- 4.2 Descarga puntual: Es la descarga de agentes contaminantes en lugares específicos, por ejemplo a través de tuberías o alcantarillas, o en los cauces de aguas superficiales.
- 4.3 Cuerpo receptor o cuerpo de agua: Es todo río, lago, laguna, aguas subterráneas, cauce, depósito de agua, que sea susceptible de recibir directa o indirectamente la descarga de aguas residuales.
- 4.4 Efluente: Líquido proveniente de un proceso de tratamiento, proceso productivo o de una actividad.
- 4.5 Receptor: Alcantarillado o cuerpo de agua.
- 4.6 Carga contaminante para descargas líquidas: Valor empleado en el seguimiento de las descargas líquidas no domésticas, determinado a través de la siguiente ecuación:

$$CC = \left(\frac{2DBO + DQO}{3} + SS \right) \times Q$$

Donde: CC. Carga Contaminante
 DBO. Demanda Bioquímica de Oxígeno
 DQO. Demanda Química de Oxígeno
 SS. Sólidos Suspendidos
 Q. Caudal Total de descarga

5. LÍMITES MÁXIMOS PERMITIDOS PARA DESCARGAS LÍQUIDAS POR CUERPO RECEPTOR.

000002

- 5.1 Los valores de los límites máximos permisibles, corresponden a promedios diarios de la concentración del correspondiente parámetro.

ANEXO: Tabla No. 1 Límites máximos permisibles por cuerpo receptor.

Tabla No. 2 Métodos de análisis para descargas líquidas.

Tabla No.3 Guía orientativa de los parámetros de descarga a analizarse. Los parámetros listados son orientadores para la caracterización de los efluentes líquidos.

Cada sujeto de control en función de los procesos e insumos que utilice deberá realizar la caracterización, por ejemplo: si la empresa realiza procesos de galvanoplastia se incluyen los metales pesados como parámetros a analizar.

6. MONITOREO Y EJECUCIÓN DE ENSAYOS

- 6.1 Para las determinaciones analíticas, se deberán aplicar los métodos establecidos en el Anexo Tabla No. 2, u otras técnicas analíticas más precisas, de menores límites de cuantificación y que hayan sido validadas en el proceso de acreditación del laboratorio ante el OAE.
- 6.2 Para el monitoreo de efluentes líquidos industriales se requiere que se suministren las facilidades técnicas para la toma de muestra y la medición del caudal.
- Para descargas discontinuas, se deberá recolectar en un tanque de almacenamiento y reportar el valor de volumen alcanzado y la frecuencia de vaciado, dicha información deberá ser recogida en la bitácora.
 - Para descargas continuas, el regulado obligatoriamente deberá implementar algún mecanismo de medición del caudal, sean estos metrológicos o a su vez la utilización de vertederos.
 - La medición del caudal se realizará previo a la descarga en el cuerpo receptor y deberá contemplar el total de las descargas existentes en el predio.
 - El regulado elegirá el tipo de vertedero conveniente para su instalación en función de las características del flujo descargado.
 - En caso de condiciones fuera de las especificadas por razones técnicamente justificadas, la AAD determinará los criterios y modificaciones a que deberán someterse los casos específicos para que puedan efectuarse los muestreos y la cuantificación del caudal de descarga.
- 6.3 Los resultados de laboratorio se deberán obtener del análisis de muestras compuestas. En todos los casos los valores de las concentraciones de los parámetros corresponden a valores medios diarios.
- En el caso de flujo continuo las muestras compuestas resultarán de muestras simples de acuerdo a la Tabla No. 4.

TABLA No. 4

0-00002

FRECUCIA DE MUESTREO

Horas por día que opera el proceso generador de la descarga	Número de muestras Simples	Intervalo entre toma de muestras simples (Horas)	
		Mínimo	Máximo
Hasta 8	4	1	2
Más de 8 y hasta 16	4	2	3
Más de 16 y hasta 24	6	3	4

Fuente: Autoridad Ambiental Distrital, 2013

7. BIBLIOGRAFÍA

- 7.1 DIRECCIÓN METROPOLITANA DEL MUY ILUSTRE MUNICIPIO DE GUAYAQUIL, "Guía para el Monitoreo de Aguas Residuales Industriales", 2004.
- 7.2 FORO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS, "Guía Metodológica de inventario de Los Recursos Hídricos", Folleto temático 3, 2004.
- 7.3 MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR, LIBRO VI De La Calidad Ambiental Ecuatoriana, Anexo No. 1 "Norma de descargas Líquidas a cuerpos de Agua o Al Sistema de Alcantarillado Sanitario", 2003.
- 7.4 MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR, "Proyecto MAE/BID ATN/SF-8182 -EC. Desarrollo del Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental", Propuesta de Norma Prioritaria N° 3, 2004.
- 7.5 REPÚBLICA DE CHILE, DECRETO N° 609/98, "Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillado", 1998.
- 7.6 STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF THE WATER AND WASTERWATER, Ed. 20, 1998.
- 7.7 DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE, AYUNTAMIENTO DE TIJUANA, Formato "Registro Municipal de Descargas de Aguas Residuales", www.tijuana.gob.mx.
- 7.8 <http://www.cepis.org.pe/scripts/wds.exe>

0:00002

ANEXO

TABLA No. 1

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES POR CUERPO RECEPTOR

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
			Alcantarillado	Cauce de agua
Aceites y grasas	A y G	mg/l	70	30
Aluminio	Al	mg/l	5,0	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1	0,1
Bario	Ba	mg/l	-	2,0
Boro Total	B	mg/l	-	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02	0,02
Cianuro Total	CN ⁻	mg/l	1,0	0,1
Cloro Activo	Cl ⁺	mg/l		0,5
Cloroformo	Ext. carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1	0,1
Cloruros	Cl ⁻	mg/l		1 000
Cobre	Cu	mg/l	2,0	2,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml		Remoción > al 99,9%
Color real	Color real	Unidades de color	-	*Inapreciable en dilución:1/20
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2	0,2
Cromo Hexavalente	Cr ⁶⁺	mg/l	0,5	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	170	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	350	160
Estaño	Sn	mg/l		5,0
Fluoruros	F	mg/l		5,0
Fósforo Total	P	mg/l	15	10
Hierro	Fe	mg/l	25	10
Hidrocarburos Totales	TPH	mg/l	20	10
Materia flotante	Visible	-	Ausencia	Ausencia
Manganeso	Mn	mg/l	10,0	2,0
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0	2,0
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l		30
Nitrógeno Total kjedahl	N	mg/l	60,0	50,0
Compuestos Organoclorados	Organoclorados Totales	mg/l	0,05	0,05
Organofosforados y carbamatos	Organofosforad os Totales	mg/l	0,1	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,5	0,1
Piomo	Pb	mg/l	0,5	0,2
Potencial de hidrógeno	PH		6-9	6-9
Selenio	Se	mg/l	0,5	0,1
Sulfuros	S	mg/l	1,0	0,5
Sólidos Suspencidos	SS	mg/l	100	60

0:00002

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
			Alicantarillado	Cauce de agua
Aceites y grases	A y G	mg/l	70	30
Sulfatos	SO ₄	mg/l	400	1000
Temperatura	-	°C	< 40	< 35
Tensioactivos	Substancias activas al azul de metileno	mg/l	1	0,5
Turbidez	-	NTU	-	**
Zinc	Zn	mg/l	2,0	2,0

Fuente: Autoridad Ambiental Distrital, 2013

Notas:

* La apreciación del color se estima sobre 10 ml de muestra diluida

** No se incrementará en 5 unidades, la turbidez del cuerpo receptor

330002

TABLA No. 2

MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA DESCARGAS LÍQUIDAS

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	PROCEDIMIENTOS NORMADOS/VALIDADOS
Potencial de Hidrogeno	pH	APHA4500-H
Temperatura	°C	2550 B
Sólidos Sedimentables	ml/l	2540 F
Aceites y Grasas	mg/l	5520 B 5520 C, 5520 F
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5	mg/l	5210 D
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	5220 D
Sólidos suspendidos	mg/l	2540 D
Caudal	l/s	Método del vertedero
Arsénico	As	3113 B-As 3120 B, 3030 B, 3030 D, 3030 E
Aluminio	Al	3111 B 3120 B, 3030 B, 3030 D, 3030 E
Cadmio	Cd	3113 B 3120 B, 3030 B, 3030 D, 3030 E
Cobre	Cu	3111 B 3120 B, 3030 B, 3030 D, 3030 E
Color	Unidades	2120
Cromo	Cr	3111 B 3120 B, 3030 B, 3030 D, 3030 E
Cinc	Zn	3111 B 3120 B, 3030 B, 3030 D, 3030 E
Cianuro	CN	4500-CNE
Compuestos Fenólicos	Fenol	5530 C
Coliformes Totales y Fecales	NMP/100ml	9221- 9222- 9223
Fósforo total	P	4500-P
Tensoactivos	Substancias activas al azul de metileno	5540 C
Turbidez	NTU	2130 B
Hidrocarburos de Petróleos Totales	TPH	5520 F 5520 C, 5520
Manganeso	Mn	3111 B 3120 B, 3030 B, 3030 D, 3030 E
Mercurio	Hg	3114 B
Níquel	Ni	3111 B
Plomo	Pb	3113 B
Organo clorados		6630 B
Organo fosforados		EPA 8141 A
Carbamatos		6610 B
Sulfato	SO ₄	4500-SO ₄ 4110 B
Sulfuro	S ²⁻	4500-S ²⁻

Fuente: Dirección Metropolitana Ambiental, Resolución No 003, Capítulo III, 14 Octubre 2005.

Se podrán utilizar otros métodos acreditados por el OAE

26
de

9.3._ Fotografías de medición de caudal y toma de muestras.

a) Caja de revisión.



b) Implementos para medición de caudal.



c) Toma de parámetros *in situ*.



9.4._ Medición de caudal lunes

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
7:00	5	36,785	0,135925
7:15	5	62,979	0,079392
7:30	5	27,335	0,182916
7:45	5	22,099	0,226255
8:00	5	27,454	0,182123
8:15	5	77,714	0,064338
8:30	5	18,13	0,275786
8:45	5	24,444	0,204549
9:00	5	20,132	0,248361
9:15	5	47,194	0,105946
9:30	5	72,954	0,068536
9:45	5	35,749	0,139864
10:00	5	39,424	0,126826
10:15	5	35,749	0,139864
10:30	5	29,96	0,166889
10:45	5	38,339	0,130416
11:00	5	112,98	0,044256
11:15	5	83,72	0,059723
11:30	5	70,21	0,071215
11:45	5	93,45	0,053505
12:00	5	19,789	0,252666
12:15	5	37,569	0,133088
12:30	5	30,674	0,163004
12:45	5	70,539	0,070883
13:00	5	60,655	0,082433
13:15	5	37,24	0,134264
13:30	5	30,744	0,162633
13:45	5	40,95	0,122100
14:00	5	56,175	0,089008
14:15	5	48,979	0,102085
14:30	5	69,769	0,071665

Continúa...

HORA	VOLUMEN	TIEMPO (s)	CAUDAL
-------------	----------------	-------------------	---------------

	(L)		(L/s)
14:45	5	87,129	0,057386
15:00	5	147,49	0,033901
15:15	5	92,694	0,053941
15:30	5	23,289	0,214694
15:45	5	19,509	0,256292
16:00	5	42,595	0,117385
		TOTAL	4,824
		PROMEDIO	0,130381

9.5._ Medición de caudal martes

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
7:00	5	67,48	0,074096
7:15	5	54,614	0,091552
7:30	5	52,395	0,095429
7:45	5	59,339	0,084262
8:00	5	20,279	0,246560
8:15	5	84,644	0,059071
8:30	5	15,848	0,315497
8:45	5	124,194	0,040260
9:00	5	11,445	0,436872
9:15	5	10,164	0,491932
9:30	5	38,01	0,131544
9:45	5	11,039	0,452940
10:00	5	13,44	0,372024
10:15	5	36,414	0,137310
10:30	5	50,309	0,099386
10:45	5	26,789	0,186644
11:00	5	42,714	0,117058
11:15	5	33,04	0,151332
11:30	5	37,674	0,132718
11:45	5	76,944	0,064982
12:00	5	21	0,238095
12:15	5	36,75	0,136054
12:30	5	29,75	0,168067
12:45	5	52,234	0,095723
13:00	5	91,28	0,054777
13:15	5	43,029	0,116201
13:30	5	30,24	0,165344
13:45	5	23,506	0,212712
14:00	5	25,529	0,195856
14:15	5	53,48	0,093493
14:30	5	8,029	0,622743
14:45	5	29,204	0,171209
15:00	5	41,804	0,119606

Continúa...

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
15:15	5	31,115	0,160694
15:30	5	30,149	0,165843
15:45	5	42,469	0,117733
16:00	5	52,584	0,095086
		TOTAL	6,711
		PROMEDIO	0,181370

9.6._ Medición de caudal miércoles

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
7:00	5	66,164	0,075570
7:15	5	30,135	0,165920
7:30	5	27,335	0,182916
7:45	5	22,654	0,220712
8:00	5	31,598	0,158238
8:15	5	72,52	0,068946
8:30	5	56,434	0,088599
8:45	5	44,674	0,111922
9:00	5	75,964	0,065821
9:15	5	38,115	0,131182
9:30	5	12,145	0,411692
9:45	5	28,478	0,175574
10:00	5	19,325	0,258732
10:15	5	55,615	0,089904
10:30	5	96,369	0,051884
10:45	5	61,404	0,081428
11:00	5	56,889	0,087890
11:15	5	64,155	0,077936
11:30	5	99,96	0,050020
11:45	5	21,224	0,235582
12:00	5	41,23	0,121271
12:15	5	43,925	0,113830
12:30	5	48,86	0,102333
12:45	5	43,54	0,114837
13:00	5	52,325	0,095557
13:15	5	39,165	0,127665
13:30	5	44,394	0,112628
13:45	5	9,499	0,526371
14:00	5	65,079	0,076830
14:15	5	76,86	0,065053
14:30	5	68,474	0,073020
14:45	5	69,944	0,071486
15:00	5	36,799	0,135873

Continúa...

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
15:15	5	85,204	0,058683
15:30	5	51,8	0,096525
15:45	5	29,89	0,167280
16:00	5	57,813	0,086486
		TOTAL	4,936
		PROMEDIO	0,133411

9.7._ Medición de caudal jueves

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
7:00	5	68,299	0,073208
7:15	5	108,185	0,046217
7:30	5	195,944	0,025517
7:45	5	51,135	0,097780
8:00	5	46,165	0,108307
8:15	5	38,22	0,130822
8:30	5	28,525	0,175285
8:45	5	22,645	0,220799
9:00	5	33,796	0,147947
9:15	5	9,079	0,550721
9:30	5	72,506	0,068960
9:45	5	30,275	0,165153
10:00	5	28,154	0,177595
10:15	5	37,569	0,133088
10:30	5	42	0,119048
10:45	5	31,444	0,159013
11:00	5	11,095	0,450653
11:15	5	28,105	0,177904
11:30	5	27,965	0,178795
11:45	5	61,635	0,081123
12:00	5	25,375	0,197044
12:15	5	12,075	0,414079
12:30	5	42,77	0,116904
12:45	5	50,365	0,099275
13:00	5	30,345	0,164772
13:15	5	37,394	0,133711
13:30	5	36,435	0,137231
13:45	5	30,3625	0,164677
14:00	5	29,855	0,167476
14:15	5	25,725	0,194363
14:30	5	33,229	0,150471
14:45	5	45,99	0,108719
15:00	5	20,51	0,243784

Continúa...

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
15:15	5	121,345	0,041205
15:30	5	118,65	0,042141
15:45	5	117,404	0,042588
16:00	5	134,764	0,037102
		TOTAL	5,743
		PROMEDIO	0,155229

9.8._ Medición de caudal viernes

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
7:00	5	160,454	0,031162
7:15	5	101,395	0,049312
7:30	5	113,085	0,044215
7:45	5	211,75	0,023613
8:00	5	168,875	0,029608
8:15	5	49,28	0,101461
8:30	5	57,995	0,086214
8:45	5	18,424	0,271385
9:00	5	18,69	0,267523
9:15	5	42,28	0,118259
9:30	5	94,1675	0,053097
9:45	5	50,6275	0,098761
10:00	5	57,26	0,087321
10:15	5	45,85	0,109051
10:30	5	14,49	0,345066
10:45	5	36,799	0,135873
11:00	5	22,057	0,226685
11:15	5	28,434	0,175846
11:30	5	21	0,238095
11:45	5	52,115	0,095942
12:00	5	35,854	0,139454
12:15	5	59,605	0,083886
12:30	5	27,734	0,180284
12:45	5	70,539	0,070883
13:00	5	44,359	0,112717
13:15	5	14,385	0,347584
13:30	5	22,855	0,218771
13:45	5	19,39	0,257865
14:00	5	68,845	0,072627
14:15	5	41,195	0,121374
14:30	5	60,375	0,082816
14:45	5	36,89	0,135538
15:00	5	27,93	0,179019

Continúa...

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
15:15	5	96,264	0,051940
15:30	5	58,919	0,084862
15:45	5	52,164	0,095852
16:00	5	34,594	0,144534
		TOTAL	4,968
		PROMEDIO	0,134284

9.9._ Medición de caudal sábado

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
7:00	5	118,209	0,042298
7:15	5	108,465	0,046098
7:30	5	104,755	0,047730
7:45	5	114,569	0,043642
8:00	5	71,799	0,069639
8:15	5	73,059	0,068438
8:30	5	73,759	0,067788
8:45	5	40,635	0,123047
9:00	5	18,69	0,267523
9:15	5	26,089	0,191652
9:30	5	23,114	0,216319
9:45	5	42,7	0,117096
10:00	5	44,534	0,112274
10:15	5	37,114	0,134720
10:30	5	47,355	0,105585
10:45	5	86,394	0,057874
11:00	5	39,529	0,126489
11:15	5	50,029	0,099942
11:30	5	24,115	0,207340
11:45	5	22,904	0,218302
12:00	5	32,144	0,155550
12:15	5	12,824	0,389894
12:30	5	15,729	0,317884
12:45	5	41,475	0,120555
13:00	5	91	0,054945
13:15	5	108,465	0,046098
13:30	5	104,678	0,047766
13:45	5	9,954	0,502311
14:00	5	8,029	0,622743
14:15	5	75,215	0,066476
14:30	5	104,104	0,048029
		TOTAL	4,736
		PROMEDIO	0,128001

9.10._ Medición de caudal domingo

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
7:00	5	15,24	0,328084
7:15	5	10,99	0,454959
7:30	5	26,21	0,190767
7:45	5	36,259	0,137897
8:00	5	36,085	0,138562
8:15	5	15,743	0,317601
8:30	5	52,01	0,096135
8:45	5	69,944	0,071486
9:00	5	19,075	0,262123
9:15	5	27,125	0,184332
9:30	5	32,97	0,151653
9:45	5	80,724	0,061939
10:00	5	77,049	0,064894
10:15	5	22,386	0,223354
10:30	5	82,355	0,060713
10:45	5	48,195	0,103745
11:00	5	26,005	0,192271
11:15	5	50,68	0,098658
11:30	5	24,115	0,207340
11:45	5	73,269	0,068242
12:00	5	89,019	0,056168
12:15	5	98,77	0,050623
12:30	5	56,21	0,088952
12:45	5	34,664	0,144242
13:00	5	74,305	0,067290
13:15	5	42,49	0,117675
13:30	5	52,549	0,095149
13:45	5	28,356	0,176330
14:00	5	42,644	0,117250
14:15	5	21,819	0,229158
14:30	5	31,989	0,156304
14:45	5	53,424	0,093591
15:00	5	93,849	0,053277

Continúa...

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
15:15	5	60,76	0,082291
15:30	5	50,204	0,099594
15:45	5	70,28	0,071144
16:00	5	80,365	0,062216
		TOTAL	5,176
		PROMEDIO	0,139892

9.11._ Análisis agua residual previo tratamiento



INFORME DE RESULTADOS

INF.LASA-20-03-15-0686
ORDEN DE TRABAJO No. 000638-15

SOLICITADO POR : ABGES LABORATORIO ANALÍTICO AMBIENTAL CIA. LTDA.
DIRECCION : COOPERATIVA 8 DE MARZO
TELEFONO/FAX : 2836040
TIPO DE MUESTRA: AGUA
PROCEDENCIA: QUECOR
IDENTIFICACIÓN: AGUA RESIDUAL
CÓD DE MUESTRA: 3239-15

FECHA RECEPCIÓN: 05/03/2015
FECHA DE ANALISIS: 05/03-20/03/2015
FECHA ENTREGA: 20/03/2015
NÚMERO DE MUESTRAS: UNA (1)
MUESTREO POR: SOLICITANTE

REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRA	MÉTODO DE ENSAYO
1	ACEITES Y GRASAS	mg/l	1081,60	PEE-LASA-FQ-15 APHA 5520 B*
2	CLORUROS	mg/l	271,02	PEE-LASA-FQ-01-B SM 4500 Cl B*
3	FENOLES	mg/l	0,02	PEE-LASA-FQ-12 SM 5530 C
4	D.B.O5 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO	mg/l	12475,00	PEE-LASA-FQ-07 APHA 5210 B*
5	D.Q.O. DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO	mg/l	20300,00	PEE-LASA-FQ-04 APHA 5220 C*
7	SOLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	1935,00	PEE-LASA-FQ-05 APHA 2540-D
9	TENSOACTIVOS (MBAS)	mg/l	0,01	PEE-LASA-FQ-13 APHA 5540 B*
10	SULFATOS	mg/l	52,03	PEE-LASA-FQ-09a SM 4500-SO ₄ E

LOS ENSAYOS MARCADOS CON * ESTÁN FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACION DEL OAE
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL OAE CON ACREDITACION N° OAE LE 1C 06-002


Dr. Marco Gujardo Ruales.
GERENTE DEL LABORATORIO

LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida en el laboratorio.
Las incertidumbres de los resultados para los ensayos se encuentran disponibles en los registros de Laboratorio LASA.
Prohibida su reproducción parcial o total por cualquier medio sin permiso por escrito del Laboratorio

Pág.1 de 1

9.12._ Fotografías de aireación.

a) Aireación.



b) Aireación.



c) Después de aireación.



9.13._ Fotografías de coagulación y floculación.

a) Antes de coagulación y floculación.



b) Después de coagulación y floculación.



9.14._ Análisis agua residual después de tratamiento.



INFORME DE RESULTADOS

SOLICITADO POR: ABGES LABORATORIO ANALITICO AMBIENTAL CIA. LTDA.AE
 DIRECCION: COOPERATIVA 8 DE MARZO
 TELEFONO: 2836040
 TIPO DE MUESTRA: Agua
 PROCEDENCIA: LABORATORIO
 IDENTIFICACION: AGUA RESIDUAL - SW2

INF. LASA 25-03-15 - 0734
 ORDEN DE TRABAJO No. 000728-15

FECHA DE RECEPCION: 16/03/2015
 FECHA DE ANALISIS: 16/03 - 25/03/2015
 FECHA DE ENTREGA: 25/03/2015
 NUMERO DE MUESTRAS: Una (1)
 MUESTREO POR: Solicitante

COD. DE MUESTRA: 3656-15

SM 003012-15

ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO DE ENSAYO
Aceites y grasas	mg/l	26.40	PEE-LASA-FQ-15
Cloruros	mg/l	65.02	PEE-LASA-FQ-01-B APHA 4500 CI-B
D.B.O5 Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	5250.0	PEE-LASA-FQ-07 * APHA 5210 B
D.Q.O Demanda Química de Oxígeno	mg/l	12957.5	PEE-LASA-FQ-04 * APHA 5220C
Fenoles	mg/l	0.02	PEE-LASA-FQ-12 APHA 5530 C
Sólidos totales suspendidos	mg/l	186.0	PEE-LASA-FQ-05 APHA 2540 D
Sulfatos	mg/l	36.72	PEE-LASA-FQ-09a APHA 4500 SO4 E
Tensoactivos (MBAS)	mg/l	0.25	PEE-LASA-FQ-13 APHA 5540 C

Los ensayos marcados con * estan fuera del Alcance de Acreditación

Dr. Marco Guijarro Ruales
 GERENTE DE LABORATORIO

LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida en el laboratorio. Las incertidumbres de los resultados para los ensayos se encuentran disponibles en los registros de Laboratorios LASA. Prohibida su reproducción parcial o total por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.

Page 1 of 1

9.15._ Fotografías recolección de suero.

a) Preparación de queso.



b) Desmoldado.



c) Recolección de suero.



9.16._ Análisis agua residual sin suero.



INFORME DE RESULTADOS

SOLICITADO POR: ABGES LABORATORIO ANALITICO AMBIENTAL CIA. LTDA.AE
 DIRECCION: COOPERATIVA 8 DE MARZO
 TELEFONO: 2836040
 TIPO DE MUESTRA: Agua
 PROCEDENCIA: QUECOR
 IDENTIFICACION: AGUA TRATADA

INF. LASA 17-04-15 - 1036
 ORDEN DE TRABAJO No. 000920-15

FECHA DE RECEPCION: 08/04/2015
 FECHA DE ANALISIS: 08/04 - 17/04/2015
 FECHA DE ENTREGA: 17/04/2015
 NUMERO DE MUESTRAS: Una (1)
 MUESTREO POR: Solicitante
 CODIGO: M1

COD. DE MUESTRA: 5003-15

SM 004116-15

ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO DE ENSAYO
Aceites y grasas	mg/l	111.2	PEE-LASA-FQ-15
Cloruros	mg/l	12.19	PEE-LASA-FQ-01-B * APHA 4500 Cl-B
D.B.O5 Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	508.0	PEE-LASA-FQ-07 APHA 5210 B
D.Q.O Demanda Química de Oxígeno	mg/l	907.7	PEE-LASA-FQ-04 APHA 5220C
Fenoles	mg/l	0.03	PEE-LASA-FQ-12 APHA 5530 C
Sólidos totales suspendidos	mg/l	270.0	PEE-LASA-FQ-05 APHA 2540 D
Sulfatos	mg/l	10.63	PEE-LASA-FQ-09a APHA 4500 SO4 E
Tensoactivos (MBAS)	mg/l	0.24	PEE-LASA-FQ-13 APHA 5540 C

Los ensayos marcados con * están fuera del Alcance de Acreditación


 Dr. Marco Guijarro Ruales
 GERENTE DE LABORATORIO

LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida en el laboratorio. Las incertidumbres de los resultados para los ensayos se encuentran disponibles en los registros de Laboratorios LASA. Prohibida su reproducción parcial o total por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.

Page 1 of 1

9.17._ Análisis agua residual sin suero después del tratamiento.



INFORME DE RESULTADOS

SOLICITADO POR: ABGES LABORATORIO ANALITICO AMBIENTAL CIA. LTDA.AE
 DIRECCION: COOPERATIVA 8 DE MARZO
 TELEFONO: 2836040
 TIPO DE MUESTRA: Agua
 PROCEDENCIA: LABORATORIO
 IDENTIFICACION: AGUA RESIDUAL

INF. LASA 22-04-15 - 1057
 ORDEN DE TRABAJO No. 000973-15

FECHA DE RECEPCION: 13/04/2015
 FECHA DE ANALISIS: 13/04 - 22/04/2015
 FECHA DE ENTREGA: 22/04/2015
 NUMERO DE MUESTRAS: Una (1)
 MUESTREO POR: Solicitante
 CODIGO: M1

COD. DE MUESTRA: 5295-15

SM 004345-15

ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO DE ENSAYO
Aceites y grasas	mg/l	3.68	PEE-LASA-FQ-15
Cloruros	mg/l	44.21	PEE-LASA-FQ-01-B APHA 4500 Cl-B
D.B.O5 Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	148.00	PEE-LASA-FQ-07 APHA 5210 B
D.Q.O Demanda Química de Oxígeno	mg/l	267.50	PEE-LASA-FQ-04 APHA 5220C
Fenoles	mg/l	0.02	PEE-LASA-FQ-12 APHA 5330 C
Sólidos totales suspendidos	mg/l	<20	PEE-LASA-FQ-05 APHA 2540 D
Sulfatos	mg/l	<10	PEE-LASA-FQ-09a APHA 4500 SO4 E
Tensoactivos (MBAS)	mg/l	0.25	PEE-LASA-FQ-13 APHA 5540 C


 Dr. Marco Guizarro Ruales
 GERENTE DE LABORATORIO

LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida en el laboratorio. Las incertidumbres de los resultados para los ensayos se encuentran disponibles en los registros de Laboratorios LASA. Prohibida su reproducción parcial o total por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.

Page 1 of 1