



## **4.2. PROCEDIMIENTO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO DE LECHE EN POLVO**

Las aguas residuales de la industria alimenticia (proceso de leche en polvo) tiene turbidez, color y materias orgánicas en suspensión; en esta condición este agua se constituye en un contaminante ambiental pero para preservar el ambiente se hace necesario el tratamiento de las aguas residuales. Este proceso de tratamiento se lo hace a través de operaciones básicas como la coagulación y la floculación, con neutralización de pH.

**4.2.1. Coagulación.-** Desestabilización de las partículas coloidales, que puede conseguirse especialmente a través de la neutralización de sus cargas eléctricas con un coagulante.

**4.2.2. Floculación.-** Es la agrupación de las partículas descargadas al ponerse en contacto unas con otras, esta agrupación esta favorecida por algunos productos llamados floculantes.

La coagulación y floculación es un proceso utilizado generalmente en todas las plantas de tratamiento de agua (potabilizadoras) para eliminar del agua la turbiedad y por lo tanto también color. En general este proceso consiste en: cloración, dosificación del coagulante, agitado rápido, agitado lento, sedimentación, filtración y desinfección.

**4.2.3. Neutralización.-** Es un proceso indispensable para aguas que van a sufrir tratamientos biológicos posteriores y cuyo pH se haya alejado de la neutralidad. Se trata de ajustar el pH a valores entre 6.5 – 7.5. Estos procesos se pueden dar mediante la mezcla de aguas ácidas con aguas alcalinas, o mediante agentes neutralizantes.

El tratamiento primario reduce aproximadamente el 35% de la DBO, el 60% de los sólidos en suspensión en el que se incluye el 20% de nitrógeno total y el 10% del fósforo total, pero ninguno de los sólidos disueltos. Obviamente, el tratamiento primario debe completarse con métodos adicionales de tratamiento. **(Bustos Fernando, 2001)**

La hipótesis planteada en este estudio es que:

Las aguas residuales en la industria alimenticia NESTLÉ de Cayambe a través de operaciones básicas como: coagulación y floculación, disminuirán los sólidos en suspensión y consecuentemente los parámetros DQO y DBO.

El ensayo realizado en este estudio fue el de floculación – coagulación mediante la “Prueba de Jarras”.

Se utilizó vasos de precipitación de 1000 ml, se añadió a cada uno la muestra a tratar.

En cada uno de ellos se agregó el coagulante con diferentes concentraciones y se determinó cual era el mejor (por la formación de pequeños flóculos).

Posteriormente el que dio mejor resultado, se consideró como la dosis de coagulante óptima. El coagulante utilizado es el que tiene pH óptimo (pH = 9).

El coagulante en el presente estudio es el sulfato de aluminio (5%).

Es importante indicar que el pH óptimo puede sufrir modificaciones ante la presencia de coadyugantes como ácidos o bases. En el presente estudio se utilizó como coadyugantes: la sosa y el ácido sulfúrico.

De la misma forma se operó con el floculante conocido como envifloc (0.01%), terminando con la optimización de la dosis.

Todo el proceso se controló mediante el análisis de la D.Q.O. realizada antes y después del ensayo para ver el porcentaje de materia orgánica que se ha eliminado en el tratamiento físico-químico.

El procedimiento anteriormente mencionado es lo que se conoce universalmente como la Prueba de Jarras, apreciado y comúnmente usado para el control de la coagulación y la floculación.

Además, la prueba de jarras puede ser usada para:

- 1.- Selección del coagulante.
- 2.- Selección de la dosificación.
- 3.- Selección del ayudante del coagulante y selección de la dosificación.
- 4.- Determinación del pH óptimo.
- 5.- Determinación del punto de adición de las sustancias químicas para la regulación del pH y de las ayudas al coagulante.
- 6.- Optimización de la energía de mezclado y del tiempo de mezcla rápida y de mezcla lenta.
- 7.- Determinación de la dilución de coagulante y otras medidas similares.

La Prueba de Jarras se debe realizar con cada agua que tiene que ser coagulada y tiene que repetirse con cada cambio significativo del tipo de agua conocida.

Este ensayo se realiza en recipientes de vidrio de al menos un litro y de tamaños y formas uniformes. Normalmente son 6 vasos los que se utiliza a los que se les introduce un mecanismos de agitación para que se mezclen simultáneamente los contenidos de cada vaso a una velocidad uniforme.

La Prueba de Jarras para la optimización de la dosificación de coagulante incluye los siguientes pasos:

- 1.- Durante la mezcla rápida del agua, se añaden diferentes dosis del coagulante a los vasos que contengan todos el agua de las mismas características. Se utilizan jeringuillas, de tal forma que el aditivo se pueda inyectar en el vaso cerca del agitador.
- 2.- Se mantiene la agitación rápida durante un tiempo que oscile entre 0.5 y un minuto para que la dispersión de las sustancia química sea completa. La velocidad de agitación, en este caso, rondará las 100 revoluciones /minuto.
- 3.- Se mezclan lentamente las suspensiones a 25 – 35 revoluciones por minuto durante 15 – 20 minutos para ayudar a la formación de flóculos.
- 4.- Se deja reposar los flóculos formados entre 30 y 45 minutos sin ningún tipo de agitación.

5.- Se mide la turbidez del agua reposada mediante muestras pipeteadas de agua, tomadas justo por debajo de la superficie del agua en los vasos.

Los factores que influyen en la coagulación de las aguas residuales son:

- Tipo de coagulante.
- Cantidad de coagulante (mediante ensayos de laboratorio)
- Características del agua, pH óptimo de operación.
- Tiempo de mezcla y floculación (período de coagulación)
- Efecto de la temperatura del agua (efectos sobre el tiempo para la formación del flóculo)
- Fuerza de agitación.

Los factores que influyen en la floculación son:

- Coagulación previa lo mas perfecta posible.
- Agitación lenta y homogénea, así se favorece la unión entre los flóculos. Un mezclado demasiado rápido no interesa porque rompería los flóculos formados. Generalmente se trabaja a 35-60 rpm durante 5-10 minutos. Los resultados obtenidos se presentan en las tablas del ANEXO No. 4, mientras que en la tabla siguiente se resumen los parámetros óptimos de funcionamiento para la coagulación y la concentración de los parámetros después de aplicado el tratamiento

## CAPÍTULO V

### MARCO LEGAL

#### 5.1. Norma De Calidad Ambiental Del Recurso: Agua

*Decreto Supremo # 3516, Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente, 31/03/03*

“La presente Norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.”

La presente Norma técnica determina o establece:

- a) Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado.
- b) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos.
- c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

“ La norma tiene como objetivo la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo referente al recurso agua.

El objetivo principal de la presente Norma es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general.

Las acciones tendientes a preservar, conservar o recuperar la calidad del recurso agua deberán realizarse en los términos de la presente Norma.”

## **5.2. Criterios generales para descarga de efluentes.**

### **5.2.1. Normas generales para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado, como a los cuerpos de agua.**

- “ El regulado deberá mantener un registro de los efluentes generados, indicando el caudal del efluente, frecuencia de descarga, tratamiento aplicado a los efluentes, análisis de laboratorio y la disposición de los mismos, identificando el cuerpo receptor. Es mandatorio que el caudal reportado de los efluentes generados sea respaldado con datos de producción.”
- “Se prohíbe la utilización de cualquier tipo de agua, con el propósito de diluir los efluentes líquidos no tratados.”
- “ Las municipalidades de acuerdo a sus estándares de Calidad Ambiental deberán definir independientemente sus normas mediante ordenanzas, considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. En sujeción a lo establecido en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación.”
- “ Las aguas residuales que no cumplan previamente a su descarga. Con los parámetros establecidos de descarga de esta Norma, deberán ser tratadas mediante tratamiento convencional, sea cual fuere su origen: público o privado. Por lo tanto, los sistemas de tratamiento deben ser modulares para evitar la falta absoluta de tratamiento de las aguas residuales en caso de paralización de una de las unidades, por falla o mantenimiento.”
- “ Los laboratorios que realicen los análisis de determinación del grado de contaminación de los efluentes o cuerpos receptores deberán haber implantado buenas prácticas de laboratorio, seguir métodos normalizados de análisis y estar certificados por alguna norma internacional de laboratorios, hasta tanto el

organismo de acreditación ecuatoriano establezca el sistema de acreditación nacional que los laboratorios deberán cumplir.”

- “ Los sistemas de drenaje para las aguas domésticas, industriales y pluviales que se generen en una industria, deberán encontrarse separadas en sus respectivos sistemas o colectores.”
- “ Se prohíbe descargar sustancias o desechos peligrosos (líquidos – sólidos – semisólidos) fuera de los estándares permitidos, hacia el cuerpo receptor, sistema de alcantarillado y sistema de aguas lluvias.”
- “ Se prohíbe la infiltración al suelo, de efluentes industriales tratados y no tratados, sin permisos de la Entidad Ambiental de Control.”
- “ El regulado deberá disponer de sitios adecuados para caracterización y aforo de sus efluentes y proporcionarán todas las facilidades para que el personal técnico encargado del control pueda efectuar su trabajo de la mejor manera posible.”
- “ La Entidad Ambiental de Control establecerá los parámetros a ser regulados para cada tipo de actividad económica, especificando la frecuencia de monitoreo, el tipo de muestra (simple o compuesta), el número de muestras a tomar y la interpretación estadística de los resultados que permitan determinar si el regulado cumple o no con los límites permisibles fijados en la presente Normativa para descargas a sistemas de alcantarillado y cuerpos de agua.
- “ Toda descarga al sistema de alcantarillado deberá cumplir, al menos, con los valores establecidos en el ANEXO N° 3.”



## CAPITULO VI

### DATOS DE LOS ANALISIS REALIZADOS

#### ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LA PRUEBA 1

N°	PARAMETRO	UNIDADES	ANTES DEL TRATAMIENTO
1	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	113
2	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	301,2

#### ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LA PRUEBA 2

N°	PARAMETRO	UNIDADES	ANTES DEL TRATAMIENTO
1	pH	uni. pH	5
2	Sólidos Suspendidos	mg/L	54
3	Sólidos Sedimentables	mL/L	0,6
5	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	62
6	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	132
7	Nitrógeno Amoniacal	mg/L	1
8	Nitritos	mg/L	1,5

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LA PRUEBA 3**

N°	PARAMETRO	UNIDADES	ANTES DEL TRATAMIENTO
2	pH	uni. PH	11
3	Sólidos Suspendidos	mg/L	87
4	Sólidos Sedimentables	mL/L	1,2
6	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	124
7	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	245
8	Sustancias Solubles en Hexano	mg/L	1,3
9	Fenoles	mg/L	0,011
10	Detergentes	mg/L	0,125
11	Nitrógeno Amoniacal	mg/L	1,5
12	Nitritos	mg/L	1,6
13	Nitrógeno Total	mg/L	32,4

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LA PRUEBA 4**

N°	PARAMETRO	UNIDADES	ANTES DEL TRATAMIENTO
1	Caudal	L/s	7,32
2	pH	uni. PH	6,68
3	Sólidos Suspendidos	mg/L	101
4	Sólidos Sedimentables	mL/L	1,6
5	Sólidos Disueltos	mg/L	187,4
7	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	1250
8	Sustancias Solubles en Hexano	mg/L	0
9	Fenoles	mg/L	0
10	Detergentes	mg/L	0,045
11	Nitrógeno Amoniacal	mg/L	0,65
12	Nitritos	mg/L	0
13	Nitrógeno Total	mg/L	1,6

