

# Contaminación en los recursos agua y suelo generada por vertimientos de las actividades de fabricación del queso en algunos municipios del Departamento de Bolívar

Fecha de Recepción: Enero de 2010  
Fecha de Aprobación: Abril de 2010



MARÍA MARÍA BLANCO PIZARRO<sup>1</sup>  
JHONATAN OROZCO VELÁSQUEZ<sup>1</sup>  
GUSTAVO CALDERÓN CARRASCAL<sup>2</sup>  
CLAUDIA PATRICIA DÍAZ MENDOZA<sup>3</sup>

1. Ingenieros Ambientales
2. Ingeniero Civil, Especialista en Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Magister en Gestión Ambiental
3. Ingeniero Civil, Especialista en Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

Fundación Universitaria  
Tecnológico Comfenalco.  
Programa de ingeniería ambiental  
Grupo de Investigaciones Ambientales GIA

**RESUMEN:** El presente proyecto presenta la evaluación de la Contaminación en los recursos agua y suelo generada por vertimientos de las actividades de fabricación del queso en los municipios de Calamar, San Cristóbal, San Estanislao Kostka, Maríalabaja y Mahates (Bolívar), y tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de los recursos agua y suelo ante los vertimientos provenientes de las actividades de fabricación del queso en las poblaciones antes mencionadas. Para el desarrollo de esta investigación, inicialmente se realizó la identificación de queseras y puntos de vertimientos, seleccionándolos de acuerdo a su producción, a los resultados de las visitas de campo y a los resultados de encuestas aplicadas a cada propietario de quesera.

Como resultado de los monitoreos, este estudio presenta el comportamiento mensual de los parámetros físico- químicos de los recursos agua y suelo ante la presencia de vertimientos de residuos líquidos provenientes de la fabricación del queso en cada uno de los municipios y la calificación ecológica para evaluación de impactos ambientales en el proceso de la fabricación de queso.

**PALABRAS CLAVE:** Contaminación, Queseras, Vertimiento.

**ABSTRACT:** This project presents the assessment of contamination in water and soil resources caused by dumping of the cheese-making activities in the municipalities of squid, St. Kitts, St. Stanislaus Kostka, Marialabaja and Mahates (Bolivar), and aimed to assess the behavior of water and soil resources to the dumping activities from manufacturing of cheese in the aforementioned towns.

For the development of this research was conducted initially to identify cheese and dumping points, selected according to their production, the results of field visits and survey results applied to each owner of cheese. As a result of monitoring, this study presents the monthly behavior of physical and chemical parameters of water and soil resources in the presence of dumping of liquid waste from cheese manufacturing in each of the municipalities and the ecological status assessment environmental impacts in the process of making cheese.

**KEY WORDS:** Contamination, cheese factory, Dumping.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo económico de los municipios del Departamento de Bolívar gira alrededor de las siguientes actividades: agricultura, ganadería, pesca, comercio, servicios e industria. Estas últimas son netamente pequeñas y Medianas Industrias – MIPYME, fabricantes de productos lácteos<sup>1</sup>. Actividades que generan de una u otra forma un impacto en el ecosistema presente en esta región.

Actualmente la actividad industrial generadora de vertimiento líquido ubicado en los municipios de Bolívar identificadas como de mayor incidencia negativa al medio ambiente es la producción de queso, actividad que los habitantes realizan para la obtención de ingresos<sup>2</sup>.

Este estudio demostró los impactos a través de la realización de una evaluación del comportamiento de los recursos agua y suelo ante la presencia de vertimientos líquidos generados en la fabricación de productos lácteos, específicamente los provenientes de la elaboración de queso de mayor y menor impacto. Los municipios que se analizan en este proyecto son Calamar, San Cristóbal, San Estanislao de Kostka, Maríalabaja y Mahates (Bolívar).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### FASE DE SELECCIÓN Y FRECUENCIA DE MUESTREO

De las queseras ubicadas en cada municipio fueron seleccionadas una (1) o dos (2) de ellas para llevar a cabo el monitoreo por siete meses para analizar el comportamiento de recursos agua y suelo ante la

presencia de estos vertimientos. Para la selección se tuvo en cuenta dos aspectos: la producción y ubicación de los vertimientos.

### TOMA DE MUESTRAS

#### Recurso agua

Se tomaron muestras en tres puntos:

Punto No. 1: a un metro antes del vertimiento

Punto No. 2: en el vertimiento

Punto No. 3: un metro después del Vertimiento.

En cada uno de estos puntos se realizó una caracterización de la calidad del agua, teniendo en cuenta parámetros como: pH, acidez, alcalinidad, DBO5 y DQO.

Las muestras de agua en cada punto fueron tomadas en tres recipientes limpios, uno de plástico y dos de vidrio, con tapa rosca de cierre hermético con capacidad mínima de un litro.

Las muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Calidad de Ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique - CARDIQUE para ser analizadas siguiendo las recomendaciones de Standard Methods edición 20.

#### Recurso suelo

Para el recurso suelo se tomaron tres muestras a diferentes profundidades por cada uno de los puntos a 20, 40 y a 60 cm, realizando perforación manual, mediante Barra y Paladraga. Las muestras fueron recolectadas en bolsas con cierre hermético y los parámetros analizados fueron: pH, acidez, alcalinidad y Salinidad. De igual forma procesaron muestras blanco, con el fin de reconocer el comportamiento del suelo en condiciones normales; y clasificar el suelo a diferentes profundidades.

1. Plan de desarrollo del Departamento de Bolívar: periodo 2003 – 2007.

2. Caracterización y actualización de los vertimientos de las pequeñas y medianas industrias en la bahía de Cartagena y el Canal del Dique "primera fase" Cartagena 2005.

## ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DEL AGUA

La tabla 1 presenta los factores Fisicoquímicos, unidades y técnicas aplicadas en las muestras de aguas de acuerdo a los criterios del laboratorio de calidad ambiental (CARDIQUE).

**Tabla 1. Factores Fisicoquímicos, unidades y técnicas aplicadas en las muestras de aguas.**

Parámetros	Unidades	Métodos
pH	mg/L	S. M. 4500 - H - B
Acidez	mg/L	S. M. 2310 - B
Alcalinidad	mg/L CaCO <sub>3</sub>	S. M. 2320 - B
DQO	mg/L	S. M. 5210 - D
DBO5	mg/L	S. M. 5220 - B

## ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DEL SUELO

La tabla 2 presenta los factores Fisicoquímicos, unidades y técnicas aplicadas en las muestras de Suelo de acuerdo a los criterios del laboratorio de calidad ambiental (CARDIQUE).

**Tabla 2. Factores Fisicoquímicos, unidades y técnicas aplicadas en las muestras de Suelo.**

Parámetros	Unidades	Métodos
pH	mg/g	S. M. 4500 - H - B
Acidez	mg/g	S. M. 2310 - B
Alcalinidad	mg/g CaCO <sub>3</sub>	S. M. 2320 - B
Salinidad	%	S. M. 2520 - D

### Granulometría y Determinación de los Límites de ATTERBERG.

**Granulometría:** Las muestras de suelo fueron secadas en horno a 105 °C por 24 horas. Una porción del suelo seco se pasó por los tamices en agitación

constante. El material retenido en cada tamiz fue pesado y con este dato se calculó el porcentaje de suelo retenido en cada uno.

**Determinación del límite líquido (LL):** Para la determinación del límite líquido se pesaron 100 g de suelo seco al horno y se pasó por la malla # 40 (2mm). Una porción de la muestra fue colocada en el horno a 105° para secar y determinar humedad.

El ensayo se repitió 3 veces tomando dos puntos por encima de 25 golpes pero menor de 35 y dos puntos menores de 25 pero mayores de 15. Se graficaron el número de golpes vs humedad y se determinó el % de humedad para 25 golpes.

La formula aplicada para este ensayo fue la siguiente:  
 $LL = (msh - mss / mss) \times 100$

**Determinación limite plástico inferior (LP):** Se tomó una porción de la muestra usada en el límite líquido y se dejó secar Enrollamos hasta formar dos cilindros de 3 mm de diámetro y 5 cm de largo por muestra de suelo. Determinamos la humedad colocando las muestras en el horno a 105 °C.

Las formulas que se aplicaron para este ensayo fueron las siguientes:

$$LP = (msh - mss / mss) \times 100$$

$$IP = LL - LP$$

LL: limite líquido

LP: limite plástico

IP: índice de plasticidad

### Clasificación del suelo por el método S.U.C.S. (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)

La clasificación del suelo por el sistema unificado de clasificación de suelos (s.u.c.s.), se define en base a la granulometría y limites de atterberg incluyendo identificación y descripción.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Identificación de Queseras y Vertimientos:** En total fueron identificadas treinta y cuatro (34) queseras distribuidas de la siguiente manera (ver Tabla 3).

**Tabla 3. Identificación y generación de Residuos Líquidos de las Queseras**

Municipio	No. De Queseras	Residuos Líquidos Generados (L/día)
Calamar	4	24
San Cristóbal	9	248
San Estanislao de Kostka	7	250
Marialabaja	11	12
Mahates	3	100

El Municipio de San Cristóbal tiene una particularidad con relación a la disposición de los residuos líquidos, es la única población en la que los propietarios de las queseras no han ubicado los centros de acopio a la rivera de cuerpos de agua por lo tanto no existe un vertimiento puntual. En esta población encontramos habitantes que se encargan de la recolección y disposición final en un 80% de éstos en zonas como lotes baldíos, caminos y vías, entre otros y el 20% restante es aprovechado para la alimentación de bovinos, porcinos y cultivos coco. La cantidad de residuos generados es de 248 L/día, según las encuestas aplicadas. Los cuatro (4) municipios restantes realizan sus vertimientos de los residuos líquidos provenientes de la fabricación del queso en los recursos: Agua, Suelo, como también son aprovechados como alimento de bovinos y/o porcinos.

**Tabla 4. Queseras Monitoreadas**

Municipio	Nombre de la Quesera y/o Razón Social	Cantidad Generada (L/día)	Vertimiento	
			Agua	Suelo
San Estanislao de Kostka	Quesera El Dique	200	Canal del Dique	Ribera Canal del Dique
	Dairo Alberto Vega Muñoz	50		Lote Baldío
Mahates	Quesera El Porvenir	100	Arroyo Grande de Mahates	Ribera Arroyo Grande
Marialabaja	Miguel Mesa Julio	12	Arroyo Paso el Medio	
Calamar	Quesera Natalia	24		Ribera Canal del Dique

## CLASIFICACIÓN DE SUELO

### Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.)

El Tipo de suelo encontrado fue en su mayoría de tipo granular, arenas limo arcillosas (gran capacidad de infiltración con poca retención de líquidos) de gran predominio en los puntos de muestreos y cuyas propiedades físicas son determinantes en el grado de afectación del suelo ocasionado por los vertimientos.

### CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL RECURSO SUELO

La investigación pudo demostrar que el rango típico de pH de los suelos expuestos a los vertimientos de residuos líquidos provenientes de la fabricación del queso se encuentran entre 5 – 8 un, sin embargo, existe un predominio de los valores ácidos en las tres profundidades estudiadas. La muestra de suelo patrón o suelo blanco arrojó valores en los rangos de 7 – 8 un (neutro o ligeramente alcalino), situándose por encima de las muestras de suelo que tienen presencia de residuos líquidos demostrando alteraciones de este parámetro.

Los altos valores de acidez comparados con los valores bajos de alcalinidad muestran una tendencia del recurso a la acidificación. El suelo tomado como patrón la alcalinidad presenta valores más altos que los de acidez.

### Parámetro de Salinidad

Los suelos naturales de las zonas poseen un porcentaje de salinidad de 0.2% en las tres profundidades. Sin embargo se observan porcentajes de sal por encima de los obtenidos en la muestra blanco en todas las caracterizaciones realizadas a las

zonas en presencia de residuos líquidos de la fabricación del queso en los primeros meses. A medida que transcurren los meses estos datos fueron decreciendo hasta llegar a valores de 0.1 y 0% de salinidad; lo cual se puede atribuir a varios factores:

1. La composición granulométrica del suelo: El tipo de suelo predominante corresponde a arenas con bajos porcentajes de limo y arcillas que favorecen la infiltración de líquidos y lavado de nutrientes.
2. Las precipitaciones: las cuales lavan las sales presentes en los suelos a causa de los vertimientos.
3. El nivel freático e inundaciones: las cuales realizan el mismo trabajo que las precipitaciones.

## CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA

### Parámetro de pH

El parámetro de pH dentro del cuerpo de agua presentó variables valores en los diferentes meses. En algunos casos estuvo en el rango de alcalinidad y en otros ácido o neutro. En la zona de mezcla el pH varía entre la alcalinidad y la acidez. Esto se debe principalmente a dos variables:

1. Tiempo de almacenamiento: una parte del residuo líquido corresponde a la salmuera, cuando esta es generada después de la aplicación de la sal posee un comportamiento alcalino. Sin embargo cuando es almacenada los microorganismos comienzan a descomponerla y el pH baja considerablemente.
2. Mezcla de residuos: Cuando la salmuera es mezclada con otros residuos como las aguas de lavado su pH cambia drásticamente tal y como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. pH del vertimiento en estudio

Características físico - químicas del vertimiento		
Parámetros	Valor Típico de salmuera	Valor Típico de vertimiento al cuerpo de agua
pH	<5 unidades	6.6 unidades

### Parámetros de Acidez y Alcalinidad

Al igual que en el suelo el recurso, el agua presenta valores naturales de alcalinidad por encima de la acidez, al llegar a la zona de vertimiento se presenta una variación mínima en los valores de este parámetro y una recuperación y estabilización muy rápida.

### Parámetro de DBO5

La DBO5 y la DQO presentaron un aumento de sus valores en la zona de vertimiento pero 1m después presentan una recuperación muy rápida volviendo cerca del valor inicial. El caudal promedio de vertimiento de la quesera es de  $2.96 \times 10^{-5}$  m<sup>3</sup>/s pero si es confrontado con un caudal de un cuerpo de agua como el del Canal del Dique el cual es de 450 m<sup>3</sup>/s es normal que exista una dilución que no permita que este recurso se vea afectado por los vertimientos de las queseras.

Calificación ecológica para evaluación de impactos ambientales en el proceso de la fabricación de queso en los municipios de Calamar, San Cristóbal, San Estanislao de Kostka, Marialabaja y Mahates (Bolívar). Para la evaluación de impactos se seleccionó la actividad final realizada en la producción de queso, la cual constituye, el vertimiento de salmuera y aguas residuales ( $2.96 \times 10^{-5}$  m<sup>3</sup>/s cantidad total municipios estudiados) de la fabricación del queso, ésta fue adoptada por presentar mayor interacción con el ambiente, generando efectos significativos sobre éste. La actividad de vertido de salmuera y aguas residuales se clasifica como causa del impacto y se describe en la tabla 6.

Tabla 6. Calificación ecológica para evaluación de impactos ambientales

ACTIVIDAD	ESTRUCTURA	COMPONENTE	SUBCOMPONENTE	CAUSA	EFEECTO	INDICADOR	IMPACTO	Valor	C.E
vertimiento de aguas residuales industriales (QUESERAS)	MEDIO ABIOTICO	AGUA	Agua superficial	Descarga de aguas residuales industriales producto del proceso de fabricación de queso, a un cuerpo de agua.	Incremento del consumo de insumo para el tratamiento del agua para hacerla potable. Aumento de la demanda de oxígeno, amenaza a la pesca y vida silvestre, posibles riesgos de largo plazo para el hombre por ingestión.	Índices de Calidad del H <sub>2</sub> O	Reducción de la calidad de agua para destino de consumo humano.	-	0,99
	MEDIO ABIOTICO	AGUA	Agua superficial	vertido de: compuestos inorgánicos, compuesto orgánicos tóxicos (grasas y detergentes)	Reducción del OD y consiguiente descomposición lenta o incompleta de los contaminantes y daño a la vida acuática	Índices de Calidad del H <sub>2</sub> O	Reducción de la calidad de agua para el hábitad acuático, eutrofización.	-	1,30
	MEDIO ABIOTICO	SUELO	PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS	Infiltraciones por Vertimientos directo al suelo de contaminantes líquidos(salmuera aceites, grasas) residuos químicos	Salinización e infertilidad de los suelos, cárcavas	Composición específica, granulometría, permeabilidad.	Variación de las propiedades físico-químicas por la presencia y vertimientos de sustancias contaminantes, arrastre de sedimentos.	-	6,2
	MEDIO BIOTICO	FAUNA	FAUNA ACUÁTICA	Aguas contaminadas a un cuerpo de agua	Desequilibrio en los ecosistemas, reducción de los hábitats de especies valiosas, alteración de las poblaciones faunísticas propias y desplazamiento de especies	Cantidad de población afectada	Disminución de especies, por vertimientos de aguas con contenidos de sales, ácidos, y minerales.	-	0,74

De acuerdo a la Calificación ecológica para la evaluación de impacto ambiental realizada del vertimiento de residuos líquidos generados en las queseras se puede concluir generalmente lo siguiente:

- La salinización e infertilidad de los suelos a causa de las infiltraciones por vertimientos directos de contaminantes líquidos (salmuera, aceites y grasa) y residuos químicos, es un impacto negativo, la cual puede considerarse como alta.
  - La reducción de oxígeno disuelto, aumento de DBO y la consiguiente descomposición lenta o incompleta de los contaminantes y el daño en la vida acuática por el vertimiento de compuestos inorgánicos (1 kg de sal común por cada 55 litros de leche), es un impacto negativo, el cual puede considerarse como baja magnitud, intensidad, efecto puntual de acuerdo a los valores de la calificación ecológica.
- Sin embargo se recomienda un inmediato manejo de residuos líquidos para el control y la mitigación del impacto, diseñar e implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales producto de la actividad de fabricación de queso, para reducir su carga contaminante de acuerdo a lo establecido en el Decreto 1594/84 del ministerio de salud Art. 72 (vertimiento a cuerpos de aguas) y diseñar un adecuado sistema de canalización para evitar la erosión y el contacto directo con el suelo; ajustándose a las necesidades de cada uno de los propietarios.
- CONCLUSIONES**
- La investigación determinó la presencia de pequeñas industrias cuya actividad es catalogada de alta significación ambiental debido a la carga orgánica de sus efluentes líquidos.
  - La actividad de la fabricación de queso en los municipios estudiados se realiza de manera muy artesanal y sin ningún tipo de control sanitario y ambiental.
  - El municipio que cuenta con mayor número de queseras no es el que más residuos líquidos genera, debido que esto va relacionado con la producción.
  - Los residuos líquidos que se generan en una quesera poseen dos comportamientos: pH ácidos, al almacenar y alcalino, cuando no se somete a un almacenamiento temporal y es desechado posterior a su generación.
  - Aunque los sitios de muestreos fueron diferentes son similares los comportamientos de los parámetros ante la presencia del vertimiento.
  - Al verterle los residuos que se generan en las queseras se presenta una alteración representada en los valores ácidos por debajo de la muestra en blanco.
  - El tipo de suelo encontrado fue en su mayoría de tipo granular, arenas limo arcillosas (Gran capacidad de infiltración de líquidos y bajo porcentaje de retención).
  - El impacto negativo ocasionado a las fuentes de aguas, terrenos y caminos, está dado por la carga orgánica que la salmuera contiene (128.127 kg/día), el cambio en el pH y la salinidad en estos recursos.
  - Con el tiempo de monitoreo y los resultados se pudo llegar a la conclusión de que la concentración de las variables medidas en el suelo solo cambia ante la presencia del lavado del suelo producto de las lluvias, nivel freático, brillo solar y temperaturas altas o bajas.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a los docentes por acompañarnos durante el proceso de formación a ingenieros ambientales; especialmente al Dr. Carlos Lambis Lombana.

Agradecerle a nuestro asesor metodológico Dr. Donaldo David Berrio Romero por su valiosa orientación en el desarrollo de este proyecto, a la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique - CARDIQUE a por su apoyo científico, técnico y humano especialmente a su director el Ing. Agustín Arturo Chávez Pérez, como también al Ing. Arnol Guardo Lora, a Jaqueline Ibarra Anaya y a todo el equipo de laboratorio; al área de Línea Base, Eneida, Yair, Islena, Ronald, Ernesto y Alfredo quienes nos apoyaron y nos brindaron todo su conocimiento.

A los propietarios de las queseras por su disposición a colaborar durante los ocho (8) meses de duración del proyecto.

## Referencias bibliográficas

LEMAITRE, Eduardo. Historia del Canal del Dique sus peripecias y vicisitudes. Bogotá: Constructora Sanz & Cia. COBE Ltda., 1996.

DAMA - CINSET, Valoración del impacto ambiental de la pequeña y mediana Industria. Bogotá: DAMA, 1996. 59 p.

Metcalf & Eddy. Ingeniería de Aguas residuales. segunda edición. Bogotá: Mac Graw Hill, 1997.

INGEOMINAS - CARDIQUE. Evaluación del potencial ambiental de los recursos suelo, agua, mineral y bosques en el territorio de la jurisdicción de Cardique. Cartagena: CARDIQUE, 1998. 25 p.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE - REGIÓN METROPOLITANA - CONAMA. Guía para el control y prevención de la contaminación industrial: Fabricación de Productos Lácteos. Santiago de Chile: CONAMA, 1998.

Esquema de ordenamiento territorial - EOT. Municipios: San Estanislao de Kostka, Mahates, Calamar, Maríalabaja, San Cristóbal (Bolívar).

CARDIQUE. Caracterización y actualización de los vertimientos de las pequeñas y medianas industrias en la bahía de Cartagena y el Canal del Dique: Primera fase. Cartagena: CARDIQUE 2005. 23 p.