



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

“ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN
EN LA PRODUCCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LECHE EN LA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI, DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS PECUARIAS”

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del título de:
INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR:

CARLOS RAMIRO SANTOS CALDERÓN

RIOBAMBA – ECUADOR

2007

Esta Tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

Ing. M.Cs. José Vicente Trujillo Villacís
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. M.Cs. Marcelo Eduardo Moscoso Gómez
DIRECTOR DE TESIS

Ing. M.Cs. Jesús Ramón López Salazar
BIOMETRISTA DE TESIS

Ing. M.Cs. Manuel Euclides Zurita León
ASESOR DE TESIS

Riobamba, julio 24 del 2007

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica, por que a través de sus aulas recibí una formación integral.

Al Ing M.Cs. José M. Pazmiño G., Decano de la FCP, así como a los miembros del Tribunal de mi tesis, Ing. M. Cs. Marcelo Moscos G., Director, Ing. Mcs. Jesús López S., Biometrista, Ing. M. Cs. Manuel Zurita L., Asesor, e Ing. M.Cs. Vicente Trujillo V., Presidente; quienes colaboraron durante el desarrollo y culminación del presente trabajo.

Mi agradecimiento a la Estación Experimental Tunshi y a todos quienes laboran en esta.

A todos y cada uno de los que colaboraron durante mi vida estudiantil y que a través de ellos hoy termino esta meta añorada.

DEDICATORIA

A Dios, por darme la fuerza necesaria en la lucha diaria.

A mi padre Angel, que desde el cielo guía mis pasos.

A mi madre María, mi esposa Ximena, a mi hija Stefany y a mis hermanos Geovany, Héctor, Javier y Mercedes, por ser el apoyo incondicional y la inspiración que me lleva a superarme cada día más.

RESUMEN

En la Estación Experimental "Tunshi" de la ESPOCH, se evaluó el nivel de contaminación e impacto ambiental, de las aguas residuales de las áreas de procesamiento de la Planta de Lácteos, como la que reciben los bovinos. Determinándose que las áreas de mayores contaminación fueron la recepción de leche y elaboración de quesos, con Índices de Impacto de 14.5 puntos, que representa un carácter moderado, necesitando medidas correctoras. El agua de los bebederos, presentaron un Índice de Impacto de 2.0 puntos. Las medidas mitigadoras, aplicadas fueron: construcción de dos piscinas de oxidación para los efluentes en las áreas de leche y de quesos, siembra de *Pistia stratiotes* en el tanque reservorio y en las piscinas de oxidación siembra de *Arundo donax* y *Baccharis Racemasa* en los bordes. Limpieza del área de ordeño y lavado de los bebederos. Después de la aplicación de estas medidas, los contaminantes registraron índices totales de impacto entre 1.0 a 2.0 puntos que se consideran de rápida recuperación. La DBO y DQO, fueron altos, pero con la aplicación de las medidas mitigadoras, llegaron a límites permisibles en los bebederos; la calidad microbiológica se mejoró, pero su cantidad (100 NMP/100 ml) sigue siendo superior al valor referencial de 70 NMP/100 ml. Las características físicas de las aguas residuales tuvieron un cambio favorable, recomendándose realizar una limpieza permanente de las piscinas de oxidación, como también realizar resiembra periódica de *Pistia stratiotes* para mejorar la oxigenación y purificación del agua.

ABSTRACT

In the Experimental Station "Tunshi" of the ESPOCH, it was evaluated the level of contamination and environmental impact, of the residual waters of the areas of prosecution of the Plant of Milky, as which you/they receive the bovine ones. Being determined that the areas of more contamination were the reception of milk and elaboration of cheeses, with Indexes of Impact of 14.5 points that represents a moderate character, needing measured proofreaders. The water of the drinking troughs, they presented an Index of Impact of 2.0 points. The measures of mitigation, applied they were: construction of two pools of oxidation for the effluents in the areas of milk and of cheeses, sow of *Pistia stratiotes* in the tank reserves and in the pools of oxidation sow of *Arundo donax* and *Baccharis racemasa* in the borders, cleaning of the area of I milk and laundry of the drinking troughs. After the application of these measures, the pollutants registered total indexes of impact among 1.0 to 2.0 points that are considered of quick recovery. The DBO and DQO, they were high, but with the application of the measures of mitigation, they arrived to permissible limits in the drinking troughs. The quality microbiologic improved, but its quantity (100 NMP/100 ml) it continues being superior to the value of reference of 70 NMP/100 ml. The physical characteristics of the residual waters had a favorable change, it is recommended to carry out a permanent cleaning of the pools of oxidation, as well as to carry out new periodic sows of *Pistia stratiotes* to improve the oxygenation and purification of the water.

I. INTRODUCCIÓN

En la década de los años 70, con las primeras conferencias, reuniones y encuentros sobre el medio ambiente, cobra amplio reconocimiento la necesidad de incorporar la variable ambiental como factor de garantía del progreso, ya que se detectaba un agravamiento de los problemas ambientales, tanto globales como regionales, nacionales y locales. Además, la utilización racional de los recursos no se consideraba como variable de importancia para lograr un desarrollo estable y continuo. Así, nace el concepto de desarrollo sustentable para resaltar la necesidad de incorporar las variables ambientales en una concepción global y para postular que no puede haber progreso sólido y estable si no existe una preocupación de la sociedad en su conjunto por la conservación ambiental.

La protección ambiental no puede plantearse como un dilema frente al desarrollo, sino como uno de sus elementos. Un desarrollo sustentable debe promover la conservación de los recursos naturales, tales como la tierra, el agua y los recursos genéticos, a la vez que debe ser técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable, de tal manera que permita satisfacer las necesidades crecientes y lograr el desarrollo requerido de un país (McGrath, M. 2005).

La evaluación de impacto ambiental constituyen una de las herramientas de protección ambiental que, apoyada por una institucionalidad acorde a las necesidades de los distintos países, fortalezca la toma de decisiones a nivel de políticas, planes, programas y proyectos, ya que incorpora variables que tradicionalmente no han sido consideradas durante su planificación, diseño o implementación.

En este sentido, en la Estación Experimental Tunshi, se está atravesando por serias dificultades, en cuanto a la contaminación ambiental, especialmente de los fluidos (aguas residuales) que se generan en la planta procesadora de lácteos, ya que esta agua es reutilizada en el suministro a los bovinos lecheros, sin tener ningún control o tratamiento, sino únicamente con los conocimientos empíricos que al ser una mezcla de agua con suero, residuos de sosa cáustica, ácido nítrico

y detergentes, que se desprende luego de realizar los procesos, pero no se considera el riesgo sanitario que puede estar ocurriendo, tanto en la salud de los animales como en la leche producida por los mismos.

El presente trabajo esta orientado a reducir la contaminación e impacto ambiental que se esta generando en la Estación Experimental Tunshi, al ser reutilizadas las aguas residuales de la planta de producción de lácteos, como agua de bebida para los bovinos, provocando serios trastornos en la salud de los animales, por lo que al conocer la fuente de contaminación de esta agua, se pueda aplicar medidas de mitigación, que favorezcan el uso de los residuos producidos y se mejore la calidad del agua y por consiguiente el manejo sanitario de los bovinos lecheros de esta estación.

Por lo anotado, en la presente investigación, se plantearon los siguientes objetivos:

- Establecer las principales fuentes de contaminación e impacto ambiental por el uso de las aguas residuales del procesamiento de la leche en la Planta de Lácteos y su efecto en la Unidad Bovinos de Leche de la Estación Experimental Tunshi, mediante la matriz de Leopold.
- Tipificar los principales impactos ambientales de la producción de leche del programa bovino y planta de lácteos.
- Aplicar las medidas mas convenientes de mitigación para reducir la contaminación del agua en el proceso de producción.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. GESTIÓN E IMPACTO AMBIENTAL

Dellepiane, S (2005), reporta que la gestión e impacto ambiental, es un documento técnico, objetivo y de carácter interdisciplinario, encaminado a predecir la consecuencias del proyecto u obra sobre el medio ambiente y establecer medidas correctivas. Los estudios de impacto ambiental tratan de evaluar consecuencias de una actividad, para conocer la calidad del medio ambiente.

1. Definiciones importantes

De acuerdo a Espinoza, H (2001), el sistema de evaluación de impacto ambiental funciona bajo las siguientes líneas conceptuales:

- Impacto Ambiental: es cualquier alteración significativa positiva (beneficiosa) o negativa (dañina) de uno o más de los componentes bióticos, abióticos, socioeconómicos, culturales y estéticos del ambiente.
- Evaluación de Impacto Ambiental: es el proceso administrativo y técnico destinado a incorporar la variable ambiental dentro del ciclo del desarrollo de proyecto.
- Estudio de Impacto Ambiental: es el conjunto de actividades técnicas y científicas destinadas a la identificación, predicción y control de los impactos ambientales positivos y negativos de un proyecto y sus alternativas, presentado en forma de informe técnico y realizado según los criterios establecidos por reglamentos y guías técnicas.
- Programa de Gestión Ambiental: es el conjunto de planes y sus respectivas acciones para que un proyecto sea realizado según los principios de protección del ambiente, establecidos en el Permiso Ambiental.

- Plan de Gestión Ambiental: Representan el conjunto de medidas a ser implementadas para la mitigación o prevención del impacto ambiental de un proyecto, definiendo su diseño, tiempo de aplicación, responsables de su aplicación e indicadores de monitoreo.

2. Clasificación de los impactos ambientales

De acuerdo Dellepiane, S (2005), existen tantas formas de clasificar los impactos como aspectos a estudiar sobre ellos. Aquí se desarrolla y se ejemplifica algunas de estas clasificaciones.

a. Según su efecto

Los impactos se clasifican según su efecto en positivos y negativos (Dellepiane, S. 2005):

- Impactos positivos: son aquéllos que implican un mejoramiento de las condiciones de sustentabilidad y/o subsistencia de un ecosistema o de sus componentes. Algunos ejemplos de impactos positivos son: Mejoramiento de la calidad de vida por la instalación de un emprendimiento relacionado con servicios a la comunidad (Un polideportivo, un hospital, una escuela); mejoramiento de las comunicaciones por la instalación de una autopista; mejoramiento de la calidad de aire a causa de algún proceso de reforestación; mejoramiento de la calidad del agua por el saneamiento de cursos hídricos contaminados.
- Impactos negativos: son aquéllos que implican un empeoramiento de las condiciones de sustentabilidad y/o subsistencia de un ecosistema o de sus componentes. Algunos ejemplos de impactos negativos: Empeoramiento de la calidad de la atmósfera por la emisión de contaminantes de chimeneas de establecimientos industriales; empeoramiento de la calidad del agua por el vuelco de efluentes cloacales sin tratamiento; empeoramiento de la calidad del suelo por la sobreexplotación agrícola.

b. Según su alcance espacial

Los impactos se clasifican según su alcance espacial en locales, regionales o globales (Dellepiane, S. 2005):

- Impactos de alcance local: son aquéllos en los que el impacto involucra sólo las zonas aledañas al origen del mismo. Ejemplos: Efecto invernadero, disminución de ozono atmosférico; disminución de la biodiversidad; cambio del clima por caídas de grandes meteoritos o catástrofes naturales.
- Impactos de alcance regional: son aquellos cuyos efectos se extienden a una región determinada más allá del ámbito local. Ejemplos: Accidentes nucleares, contaminación de las napas, contaminación de cursos hídricos, cambio de fertilidad del suelo por talas indiscriminadas.
- Impactos de alcance global: son aquéllos cuyos efectos se extienden a todo el globo. Molestias ocasionadas por el ruido, afectación del tránsito por movimientos vehiculares, cambios en la valoración de los bienes, contaminación del suelo por derrames, contaminación de la atmósfera local por emisión de contaminantes.

Es muy difícil establecer cuál es el límite entre un impacto local y uno regional, pues esto está asociado a la definición de región, la cual depende del objetivo que busca la misma definición. En lugar de intentar una definición académica, optaremos por ejemplificar en los casos más representativos dejando para una discusión en particular los casos problemáticos.

c. Según su alcance temporal

Los impactos según su alcance temporal se clasifican en permanentes y transitorios (Dellepiane, S. 2005):

- Los impactos permanentes son aquellos cuyos efectos perduran en el tiempo, salvo que se tomen medidas correctoras de remediación. Ejemplos:

Contaminación del suelo por derrames, agotamiento de recursos, por ejemplo, fertilidad del suelo, modificación del paisaje por asentamientos urbanos, desaparición de especies.

- Los impactos transitorios son aquellos que desaparecen cuando desaparece la causa de su generación. Ejemplos: Contaminación por ruidos molestos, contaminación por emisiones gaseosas, afectación al tránsito por movimiento vehicular, afectación de la calidad de vida de los vecinos por actividad de obradores de construcciones, afectación de la calidad de vida por la afluencia turística.

d. Según su forma de acción

Los impactos se clasifican según su forma de acción en directos e indirectos (Dellepiane, S. 2005):

- Los impactos directos son aquellos que actúan directamente sobre el medio afectado. Ejemplos: Emisiones de efluentes gaseosos, vuelco de contaminantes a cursos de agua, ruidos molestos, sobreexplotación agrícola, afectación del recurso suelo por derrames.
- Los impactos indirectos son aquellos que no actúan directamente sobre el medio afectado. Ejemplos: Afectación a una especie por cambio en las condiciones de su medio, afectación de las napas por lixiviación de derrames sobre suelo absorbente, afectación de la calidad del suelo por tala indiscriminada.

e. Según su capacidad de recuperación

Dellepiane, S (2005), indica que entre estos impactos se tienen:

- Impacto irrecuperable: aquel en que la alteración del medio o pérdida es imposible de reparar, tanto por la acción natural como por la humana. Ejemplo: Extinción de una especie.

- Impacto irreversible: aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar, por medios naturales, a la situación anterior a la acción que lo produce. Ejemplo: Zonas que se van degradando por erosión.
- Impacto reversible: aquel en que la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a corto, mediano o largo plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales y de los mecanismos de auto depuración del medio. Ejemplo: Contaminación de un lago.
- Impacto mitigable: efecto en que la alteración puede paliarse o mitigarse de una manera ostensible, mediante el establecimiento de medidas correctoras. Ejemplo: Control de derrames. Diseño del recorrido de las autopistas según las rutas migratorias de las aves.
- Impacto recuperable: efecto en que la alteración puede eliminarse por acción humana, estableciendo las oportunas medidas correctoras, y, asimismo, aquel en el que la alteración que supone puede ser reemplazable. Ejemplo: Hornos de cemento clinker para la eliminación de determinados residuos.
- Impacto fugaz: aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas correctoras o protectoras. Es decir, cuando cesa la actividad, cesa el impacto. Ejemplo: Repoblación de un especie determinada luego del cierre de una planta.

f. Según su intensidad (grado de destrucción)

Dellepiane, S (2005), señala que según su intensidad son:

- Impacto notable o muy alto: con efecto importante sobre el medio ambiente o sobre los recursos naturales. Expresa una destrucción parcial sustantiva del factor considerado. Si la destrucción es completa, se la denomina total. Ejemplo: El impacto que producen los clorofluorcarbonados de todo el mundo sobre la capa de ozono.

- Impacto mínimo o bajo: expresa una destrucción mínima del factor considerado. Ejemplo: El impacto que produce mi heladera sobre la capa de ozono.
- Impacto medio o alto: expresa una alteración del medio ambiente con repercusiones que están comprendidas en los dos puntos anteriores. Ejemplo: El impacto que produce toda la república Argentina sobre la capa de ozono.

g. Según su extensión

Dellepiane, S (2005), según su extensión indica los siguientes:

- Impacto puntual: con efecto muy localizado. Ejemplo: Impacto que produce un determinado emplazamiento.
- Impacto parcial: con incidencia apreciable en el medio. Ejemplo: Impacto que produce una zona industrial determinada.
- Impacto extremo: efecto detectado en una gran parte del medio. Ejemplo: Por el impacto que se genera, muere toda la población de una determinada especie arbórea.
- Impacto total: efecto manifestado de manera generalizada. Ejemplo: Por el impacto que se genera muere toda flora y fauna linderas a la zona del emplazamiento
- Impacto crítico: donde la situación en que se produce es crítica. (impactos puntuales). Ejemplo: Debido a la contaminación de arsénico en un determinado río por una determinada industria la población cercana presenta casos de hidroarsenismo.

h. Según la necesidad de aplicación de medidas mitigadoras

Dellepiane, S (2005), manifiesta que entre estos anota:

- Impacto ambiental crítico: efecto cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Produce una pérdida permanente de la calidad ambiental, sin recuperación con adopción de medidas correctoras o protectoras. Se trata de un impacto irrecuperable. Ejemplo: Creación de una autopista sobre un parque nacional donde habita una colonia de ñandúes.
- Impacto ambiental severo: efecto en que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa de un período de tiempo dilatado. Solo los impactos recuperables, posibilitan la introducción de medidas correctoras. Ejemplo: Vertido de efluentes líquidos tóxicos de una planta a un cuerpo receptor.
- Impacto ambiental moderado: efecto cuya recuperación no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas y en el que el retorno al estado inicial del medioambiente no requiere un largo espacio de tiempo. Ejemplo: Instalación de una planta industrial pequeña.

i. Según el momento en que se manifiesta

En esta categoría se tienen (Dellepiane, S. 2005):

- Impacto latente: el que se manifiesta al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad, con aporte progresivo de sustancias o agentes que se encuentran inicialmente en el umbral permitido y que por sinergia y/o acumulación, permite que el límite sea sobrepasado. Ejemplo: Algún contaminante que se vertía en dosis permitidas pero luego de un tiempo determinado se sobrepasó la capacidad de depuración del cuerpo donde era vertido.
- Impacto inmediato: aquel en el que el plazo entre el inicio de la acción y el de manifestación del impacto es nulo. Ejemplo: Contaminación del cuerpo en el momento de vertido del contaminante.

- Impacto de momento crítico: aquel en que el momento en que tiene lugar la acción impactante es crítico, independientemente del plazo de manifestación. Ejemplo: Pesca en época de veda.

j. Según su interrelación de acciones y/o efectos

Dellepiane, S (2005), señala los siguientes:

- Impacto simple: cuyo impacto se manifiesta sobre un solo componente ambiental o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de su sinergia. Ejemplo: Extinción de una especie.
- Impacto acumulativo: cuyo efecto al prolongarse en el tiempo, incrementa progresivamente su gravedad por carecer el medio de mecanismos de eliminación efectivos similares al incremento del impacto. Ejemplo: Acumulación del nivel de plomo en la sangre.
- Impacto sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes o acciones supone una incidencia ambiental mayor que el efecto de las incidencias individuales aisladas. Ejemplo: Contaminación de monóxido de carbono y de óxidos nítricos en la atmósfera.

k. Según su periodicidad

Dellepiane, S (2005), en este grupo anota los siguientes:

- Impacto continuo: aquel cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia. Ejemplo: Calentamiento global
- Impacto discontinuo: cuyo efecto se manifiesta en forma irregular. Ejemplo: Vuelco de un establecimiento fabril de residuos líquidos a un cuerpo receptor.
- Impacto periódico: cuyo efecto se manifiesta con un modo de acción

intermitente y continúa en el tiempo. Ejemplo: Salida del sol, corriente del niño, las estaciones.

- Impacto de aparición irregular: cuyo efecto se manifiesta de forma imprevisible en el tiempo y cuyas alteraciones es preciso evaluar en función de una probabilidad de ocurrencia, sobre todo en aquellas circunstancias ni periódicas ni continuas, pero de gravedad excepcional. Ejemplo: Manchas solares; Erupción volcánica; Inundación; Movimientos sísmicos.

B. MARCO CONCEPTUAL DEL PROCESO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

McGrath. M (2005), reporta que la evaluación de impacto ambiental, en el contexto actual, se entiende como un proceso de análisis que anticipa los futuros impactos ambientales negativos y positivos de acciones humanas permitiendo seleccionar las alternativas que, cumpliendo con los objetivos propuestos, maximicen los beneficios y disminuyan los impactos no deseados. La experiencia de diversos países permite su aplicación no tan sólo para grandes proyectos de inversión, tales como embalses, carreteras y plantas de energía, sino que también a actividades de desarrollo que involucren planes y programas de ordenamiento territorial, políticas y alternativas de acción, entre otras. A pesar del probado valor intrínseco de la evaluación de impacto ambiental, la experiencia muestra que éstas no se pueden aplicar en forma indiscriminada. Su utilización debe considerar los contextos económicos, sociales e institucionales de los países o regiones, además de sus diferencias físicas y ecológicas. Es evidente que métodos de evaluación detallados, largos, sofisticados y de alto costo, tendrán escaso valor operacional en países en desarrollo. Por lo tanto, la evaluación del impacto ambiental debe ser flexible y acorde con las realidades del país, región o localidad. El avance de esta herramienta en el mundo permite afirmar que se cuenta con experiencia de base en el campo de las metodologías para evaluar impactos ambientales, en los procedimientos a seguirse y en la definición de los diferentes aspectos que hacen de esta herramienta un instrumento eficaz para la protección ambiental.

No obstante lo apropiado que pueda ser la incorporación de las variables ambientales, a través de un proceso de evaluación de impacto ambiental, en la planificación de acciones de distinto nivel, desde políticas a proyectos de individuales, hasta el momento esta herramienta ha sido más frecuentemente aplicada en la toma de decisiones a nivel de proyectos de inversión. Aunque se reconoce la importancia de su aplicación en otros niveles, la introducción de un proceso ordenado y coherente, en sus efectos prácticos inmediatos, es prioritario para ser utilizado en proyectos o actividades concretas.

C. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

En la página <http://www.cpmlnic.org.ni>. (2000), se indica que la industria en los países en desarrollo se caracteriza por ser baja en tecnologías avanzadas y altamente manufactureras. Además del problema de la tecnología obsoleta, la industria enfrenta el problema del deterioro de la infraestructura, lo que se traduce en muchos casos en una problemática ambiental de contaminación y alto riesgo, que afecta mayormente al grueso de la población urbana que se concentra en la región del pacífico. En nuestro país existen sectores industriales que son objeto de importantes iniciativas en pro del ambiente por parte de entes gubernamentales y algunos organismos privados. Los reconocimientos a las actividades ambientales desarrolladas por algunos sectores productivos, organizaciones educativas y personas individuales, los cuales son otorgados por el Ministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente, son con el objeto de motivar la labor a favor del ambiente, que se ha vuelto una exigencia para todas las industrias, incluso a nivel internacional.

Actualmente existen empresas e instituciones que ofrecen consultorías en gestión ambiental a la industria con el propósito de capacitar, sensibilizar y brindar asistencia técnica higiénico-sanitarias, en temas agropecuarios y agroforestales, producción más limpia, especializaciones en gestión, evaluación de impacto ambiental entre otros, lo que muestra un desarrollo sustancial pero no suficiente para lograr que el tema ambiental sea una parte integral del proceso productivo. Un proceso de evaluación de impacto ambiental para proyectos de inversión debe ser diseñado para compatibilizar la protección ambiental y la ejecución de

actividades humanas con el propósito de no deteriorar la calidad de vida de la población, permitir un uso sostenido de los recursos naturales y, al mismo tiempo, no constituir un impedimento o traba de acciones que contribuyan al desarrollo de un país (McGrath, M. 2005).

D. POLÍTICA Y LEGISLACIÓN AMBIENTAL

1. Principios sustantivos de la Declaración de Río

Veintimilla, F (2002), señala que los principios sustantivos de la Declaración de Río son:

- Los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible, tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.
- Los Estados tienen el derecho soberano de aprovechar sus propios recursos según sus propias políticas ambientales y de desarrollo y la responsabilidad de velar porque las actividades no causen daños al ambiente de otros Estados.
- El derecho al desarrollo debe ejercerse de forma tal que responda equitativamente a las necesidades de desarrollo y ambientales de las generaciones presentes y futuras.
- A fin de alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo y no podrá considerarse en forma aislada.
- Todos los Estados y todas las personas deberán cooperar en la tarea esencial de erradicar la pobreza como requisito indispensable para el desarrollo sostenible.

- Se dará especial prioridad a la situación y necesidades especiales de los países en desarrollo.
- Los Estados deberán cooperar con espíritu de solidaridad mundial para conservar, proteger y establecer la salud y la integridad del ecosistema de la tierra.
- Para alcanzar el desarrollo sostenible y una mejor calidad de vida para todas las personas, los Estados deberán reducir o eliminar las modalidades de producción y consumo insostenibles.
- Los Estados deberán cooperar en el fortalecimiento de su propia capacidad de lograr el desarrollo sostenible, aumentando el saber científico.
- El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados en el nivel que corresponda.
- Los Estados deberán cooperar en la promoción de un sistema económico internacional favorable y abierto que lleve al crecimiento económico y al desarrollo sostenible de todos los países, a fin de abordar en mejor forma los problemas de la degradación ambiental.
- Los Estados deberán desarrollar la legislación nacional relativa a la responsabilidad y la indemnización respecto de las víctimas de la contaminación y otros daños ambientales.
- Los Estados deberán cooperar efectivamente para desalentar o evitar la reubicación o la transferencia de cualesquiera actividades o sustancias que causen degradación ambiental grave o se consideren nocivas para la salud humana.
- Los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades con el fin de proteger el medio ambiente.

- Las autoridades nacionales deberán fomentar la internalización de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos, teniendo en cuenta el criterio de que el que contamina, debe, en principio, cargar con los costos de la contaminación, teniendo debidamente en cuenta el interés público y sin distorsionar el comercio ni las inversiones internacionales.
- Deberá emprenderse una evaluación del impacto ambiental, en calidad de instrumento nacional, respecto de cualquier actividad propuesta que probablemente haya de producir un impacto negativo.
- Los Estados parte deberán notificar inmediatamente a otros Estados de los desastres naturales u otras situaciones de emergencia que puedan producir efectos nocivos súbitos en el medio ambiente de esos Estados.
- Los Estados deberán proporcionar la información pertinente, o notificar previamente y en forma oportuna, a los Estados que posiblemente resulten afectados por actividades que puedan tener efectos ambientales transfronterizos adversos y celebrar las consultas con estos Estados en fecha temprana y de buena fe.
- Las mujeres desempeñan un papel fundamental en la ordenación del medio ambiente y en el desarrollo.
- Deberán mobilizarse la creatividad, los ideales y el valor de los jóvenes del mundo para lograr forjar una alianza mundial orientada a lograr el desarrollo sostenible y asegurar un mejor futuro para todos.
- Las poblaciones indígenas y sus comunidades, así como otras comunidades locales, desempeñan un papel fundamental en la ordenación del medio ambiente y el desarrollo, debido a sus conocimientos. Los Estados deberán reconocer y apoyar debidamente su identidad, cultura e intereses y hacer posible su participación efectiva en el logro del desarrollo sostenible.

2. La ley ambiental

Veintimilla, F (2002), indica que luego de un extenso proceso de cabildeo, consultas públicas y participación de los actores institucionales y sociales involucrados, finalmente el 30 de julio de 1999, mediante Ley 37 se emite y publica, en el Registro Oficial 245, la Ley de Gestión Ambiental, cuerpo normativo que por primera ocasión en el país tuvo como objetivo el manejo integral de la gestión sobre los recursos naturales en el país. Esta Ley contiene una serie de principios y herramientas fundamentales para la gestión ambiental en el país, entre los que se refieren:

- El establecimiento de un Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental, mecanismo de coordinación transectorial, interacción y cooperación entre los distintos ámbitos, sistemas y subsistemas de manejo ambiental y de gestión de recursos naturales, considerando en el mismo la participación de la sociedad civil.
- La aplicación de Instrumentos de la Gestión Ambiental, como la planificación, sistemas de cuentas patrimoniales ambientales, Ordenamiento Territorial, Plan Ambiental Ecuatoriano, evaluación de impacto ambiental y control ambiental, participación social, capacitación y difusión ambiental, e instrumentos de aplicación de las normas ambientales.
- La obligatoriedad de contar con estudios ambientales referentes a toda obra pública, privada o mixta y proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, deben ser calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control de conformidad al Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio, así como deben contar con una licencia ambiental otorgada por el Ministerio del ramo.
- Mecanismos de participación social, la Ley determina la existencia de mecanismos como las consultas, audiencias públicas, iniciativas, propuestas o cualquier forma de asociación entre el sector público y el privado,

concediéndose acción popular para denunciar a quienes violen esta garantía, constituyendo el incumplimiento a estas normas causal de nulidad de los contratos respectivos.

- Instrumentos de aplicación de las normas ambientales como los parámetros de calidad ambiental, normas de efluentes y emisiones, normas técnicas de calidad de productos, régimen de permisos y licencias administrativas, evaluaciones de impacto ambiental, listados de productos contaminantes y nocivos para la salud humana y el medio ambiente, certificaciones de calidad ambiental de productos y servicios y otros que serán regulados en el respectivo reglamento.
- El establecimiento que cualquier acción u omisión dañosa que genera impactos negativos ambientales es susceptible de demandas por daños y perjuicios, así como por el deterioro causado a la salud o al medio ambiente.

Estos principios y herramientas determinados en la Ley de Gestión Ambiental, establecen los mandatos, prohibiciones y permisiones sobre las actividades que puedan generar impactos al ambiente, constituyendo en sí un importante avance legislativo para el país.

Pero al igual que sucedió con la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, han transcurrido aproximadamente tres años desde la emisión de la Ley de Gestión Ambiental y aún no se reglamenta. El que no se establecieran los procedimientos y contenidos que operativicen la Ley, no solo impiden que estos principios esenciales para la gestión ambiental en el país se apliquen, tal como se procuró mediante la emisión de la Ley, sino que han generado en ciertos casos serios vacíos jurídicos que empeoran el cumplimiento de mandatos y prohibiciones antes existentes (Veintimilla, F. 2002)

Quizás el ejemplo más evidente de esta situación se ha presentado respecto de los parámetros, límites permisibles, usos y métodos de medición para prevenir y controlar la contaminación sobre los recursos agua, aire y suelo, los cuales

estaban anteriormente reglamentados a partir de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental; la Disposición Transitoria

La Segunda Ley de Gestión Ambiental los derogó de manera expresa a partir del 30 de Julio del 2001, y al no haber emitido los nuevos Reglamentos que sustituyan a los anteriores, actualmente no existen parámetros legales de medición y de límites permisibles.

En el caso de la industria hidrocarburífera, si bien poseen sus propias herramientas jurídicas de gestión ambiental, se presentan actualmente algunos vacíos en temas como los métodos aceptados para la medición de la contaminación atmosférica, la modelación sobre la dispersión de contaminación sobre el recurso aire, entre otros aspectos, por lo que se requiere la emisión de los Reglamentos respectivos a la Ley de Gestión Ambiental que superen los vacíos existentes, y establezcan los procedimientos a seguir para la correcta aplicación de la Ley.

En la actualidad, el Ministerio del Ambiente se encuentra en el proceso de discusión de los futuros Reglamentos a la Ley de Gestión Ambiental, proceso que constituye no el fruto de una gestión particular, sino que debe convertirse en una exigencia social para lograr el país que todos queremos, en el que logremos equilibrar lo social, lo económico y lo ambiental para las actuales y futuras generaciones (Veintimilla, F. 2002), por lo que a continuación se cita textualmente su contenido:

EXTRACTO Nº 1

DISPOSICIONES GENERALES

Art. 1. El derecho a vivir en un medio libre de contaminación, la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental se regularán por las disposiciones de esta ley, sin perjuicio de lo que atrás normas legales establezcan sobre la materia.

Art. 2. Para todos los efectos legales, se entenderá por:

- a) Biodiversidad o Diversidad Biológica: la variabilidad entre los organismos vivos, que forman parte de los ecosistemas terrestres y acuáticos.
- b) Conservación del Patrimonio Ambiental: el uso y aprovechamiento racionales, o la reparación, en su caso, de los componentes del medio ambiente, especialmente aquellos propios del país que sean únicos, escasos o representativos, con el objeto de asegurar su permanencia y su capacidad de regeneración.
- c) Contaminación: La presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, en concentraciones o concentraciones y permanencia superiores o inferiores, según corresponda, a las establecidas en la legislación vigente;
- d) Contaminante: todo elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido, o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, concentraciones o períodos de tiempo, pueda constituir un riesgo para la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental;
- e) Daño ambiental: Toda pérdida, disminución, detrimento o menoscabo significativo inferido al medio ambiente o a uno o más de sus componentes;
- f) Declaración de Impacto Ambiental: el documento descriptivo de una actividad o proyecto de vida de personas, fundado en medidas apropiadas de conservación y protección del medio ambiente, de manera de no comprometer las expectativas de las generaciones futuras;
- h) Educación Ambiental: proceso permanente interdisciplinario, destinado a la formación de una ciudadanía que reconozca valores, aclare conceptos y desarrolle habilidades y actitudes necesarias para una convivencia armónica entre seres humanos y su medio bio-físico circundante;

- i) Estudio de Impacto Ambiental: el documento que describe pormenorizante las características de un proyecto o actividad que se pretende llevar a cabo a su modificación. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental y describir la o las acciones que ejecutará para impedir o minimizar sus efectos significativos adversos;
- j) Evaluación de Impacto Ambiental: el procedimiento, a cargo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente o de la comisión Regional respectiva, en su caso, que, en base a un Estudio o Declaración de Impacto Ambiental, determina si el impacto ambiental de una actividad o proyecto se ajusta a las normas vigentes;
- k) Impacto Ambiental: la alteración del Medio Ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o una actividad en un área determinada;
- l) Línea de Base: la descripción detallada del área de influencia de un proyecto o actividad, en forma previa a su ejecución;
- m) Medio Ambiente: el sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones;
- n) Norma Primaria de Calidad Ambiental: aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población;
- ñ) Norma Secundaria de Calidad Ambiental: aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de

sustancias, elementos energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza;

- o) Normas de Emisión: las que establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante, medida en el efluente de la fuente emisora;
- p) Preservación de la Naturaleza: es el conjunto de políticas, planes, programas, normas y acciones, destinadas a asegurar la mantención de las condiciones que hacen posible la evolución o el desarrollo de las especies y de los ecosistemas propios del país,
- q) Protección del Medio Ambiente: el conjunto de políticas, planes, programas, normas y acciones destinadas a mejorar el medio ambiente y a prevenir y controlar su deterioro;
- r) Recursos Naturales: los componentes del medio ambiente o uno o más de sus componentes a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado, o en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas;
- s) Reparación: la acción de reponer el medio ambiente susceptible de ser utilizados por el ser humano para la satisfacción de sus necesidades o intereses espirituales, culturales, sociales y económicos;
- t) Zona latente: aquella en que la medición de la concentración de contaminantes en el aire, agua o suelo, se sitúa entre el 80% y el 100% del valor de la respectiva norma de calidad ambiental, y
- u) Zona Saturada: aquella en que una o más normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas.

Art. 3. Sin perjuicio de las sanciones que la Ley, todo el que culpose o dolosamente cause daño al medio ambiente, estará obligado a repararlo

materialmente, a su costo, si ello fuere posible, e indemnizarlo en conformidad a la ley.

Art. 4. Es deber del Estado facilitar la participación ciudadana y promover campañas educativas destinadas a la protección del medio ambiente.

Art. 5. Las medidas de protección ambiental que, conforme a sus facultades dispongan ejecutar las autoridades no podrán imponer diferencias arbitrarias en materia de plazos o exigencias.

EXTRACTO N° 2

DE LOS INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL

PÁRRAFO 2º

Art. 8. Los proyectos o actividades señalados en el artículo 10 sólo podrán, ejecutarse o modificarse previa evaluación de su impacto ambiental, de acuerdo a lo establecido en la presente ley.

Todos los permisos o pronunciamientos de carácter ambiental, que de acuerdo con la legislación vigente deban o puedan emitir los organismos del Estado, respecto de proyectos o actividades sometidos al sistema de evaluación, serán otorgados a través de dicho sistema, de acuerdo a las normas de este párrafo y su reglamento.

Corresponderá a la Comisión Regional o Nación del Medio Ambiente, en su caso, la administración del sistema de evaluación de impacto ambiental, así como la coordinación de los organismos del Estado involucrados en el mismo, para los efectos de obtener los permisos o pronunciamientos a que se refiere el inciso precedente.

Art. 9. El titular de todo proyecto o actividad comprendido en el Art. 10, deberá presentar una Declaración de Impacto Ambiental o elaborar un estudio de Impacto ambiental, según corresponda. Aquellos no comprendidos en dicho artículo podrán acogerse al sistema previsto en este párrafo.

Las Declaraciones de Impacto Ambiental o Estudios de Impacto Ambiental se

presentarán ante la Comisión Regional del Medio Ambiente correspondiente a la región en que se realizarán las obras materiales que contempla el proyecto o actividad, con anterioridad a su ejecución. En los casos en que la actividad o proyecto pueda causar impactos ambientales en zonas situadas en distintas regiones, las Declaraciones o Estudios de Impacto Ambiental deberán presentar ante la dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

En caso de dudas, corresponderá a esta Dirección determinar si el proyecto o actividad afecta zonas situadas en distintas regiones, de oficio o a petición de una o más Comisiones Regionales del Medio Ambiente o del titular del proyecto o actividad.

El proceso de revisión de las Declaraciones de Impacto Ambiental y de calificación de los Estudios de Impacto Ambiental considerará la opinión fundada de los organismos con competencia nacional, en las materias relativas al respectivo proyecto o actividad, para lo cual la Comisión Regional o Nacional del Medio Ambiente, en su caso, requerirá los informes correspondientes.

Art. 10. Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualquiera de sus fases, que deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental, son los siguientes:

- a) Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas; presas, drenaje, desecación, dragado, defensa o alteración significativa, de cuerpos o cursos naturales de aguas;
- b) Líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje y sus subestaciones;
- c) Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW.
- d) Reactores y establecimientos nucleares e instalaciones relacionadas;
- e) Aeropuertos, terminales de buses, camiones y ferrocarriles, vías férreas,

estaciones de servicio, autopistas y los caminos públicos que puedan afectar áreas protegidas;

- f) Puertos, vías de navegación, astilleros y terminales marítimos;
- g) Proyectos de desarrollo urbano o turístico, en zonas no comprendidas en alguno de los planes a que alude la letra siguiente;
- h) Planes regionales de desarrollo urbano, planes intercomunales, planes reguladores comunales, planes seccionales, proyectos industriales o inmobiliarios que los modifiquen o que se ejecuten en zonas declaradas latentes o saturadas;
- i) Proyectos de desarrollo minero, incluidos los de carbón, petróleo y gas, comprendiendo las prospecciones, explotaciones, plantas procesadoras y disposición de residuos y estériles, así como la extracción industrial de áridos, turba o greda;
- j) Oleoductos, gasoductos, ductos mineros u otros análogos;
- k) Instalaciones fabriles, tales como metalúrgicas, químicas, textiles, productoras de materiales para la construcción, de equipos y productos metálicos y curtiembres, de dimensiones industriales;
- l) Agroindustrias, mataderos, planteles y establos de crianza, lechería y engorda de animales de dimensiones industriales
- m) Proyectos de desarrollo o explotación forestal en suelos frágiles, en terrenos cubiertos de bosque nativo, industrias de celulosa, plantas astilladoras, elaboradoras de madera, todos de dimensiones industriales;
- n) Proyectos de explotación intensiva, cultivo, y plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos;

- ñ) Producción, almacenamiento, transporte, disposición o reutilización habituales de sustancias tóxicas, explosivas, radioactivas, inflamables, corrosivas o reactivas;
- o) Proyectos de saneamiento ambiental, tales como sistemas de alcantarillado y agua potable, plantas de tratamiento de aguas o de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos o sólidos;
- p) Ejecución de obras, programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas o en cualesquiera otras áreas colocadas bajo protección oficial, en los casos en que la legislación respectiva lo permita, y
- q) Aplicación masiva de productos químicos en áreas urbanas o zonas rurales próximas a centros poblados o a cursos o masas de aguas que puedan ser afectadas.

Art. 11. Los proyectos o actividades requerirán la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental, si generan o presentan a lo menos uno de los siguientes efectos, características o circunstancias:

- a) Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos;
- b) Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire;
- c) Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos;
- d) Localización próxima a población, recursos, áreas protegidas, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar;

- e) Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de la zona, y
- f) Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

Art. 12. Los estudios de Impacto Ambiental considerarán las siguientes materias:

- a) Una descripción del proyecto o actividad;
- b) La línea de base;
- c) Una descripción pormenorizada de aquellos efectos, características o circunstancias del artículo 11 que dan origen a la necesidad de efectuar un Estudio de Impacto Ambiental;
- d) Una predicción y evaluación del impacto ambiental del proyecto o actividad incluidas las eventuales sanciones de riesgo;
- e) Las medidas que se adoptarán para eliminar o minimizar los efectos adversos del proyecto o actividad y las acciones de reparación que se realizarán, cuando ello sea precedente;
- f) Un plan de seguimiento de las variables ambientales relevantes que dan origen al Estudio de Impacto Ambiental, y
- g) Un plan de cumplimiento de la legislación ambiental aplicable.

Art. 13. Para los efectos de elaborar y calificar un estudio de Impacto Ambiental, el proponente y la Comisión Regional o Nacional del Medio Ambiente, en su caso, se sujetarán a las normas que establezca el reglamento.

Este reglamento será dictado mediante decreto supremo, por intermedio del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, y contendrá, a lo menos, lo siguiente:

- a) Lista de los permisos ambientales sectoriales, de los requisitos para otorgamiento y de los contenidos técnicos y formales necesarios para acreditar cumplimiento;
- b) Contenidos mínimos detallados para la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental, conforme con lo dispuesto en los artículos 11 y 12,
- c) Procedimiento administrativo para la tramitación de los Estudios de Impacto Ambiental, en conformidad con el artículo siguiente.

Art. 14. El procedimiento administrativo a que se refiere la letra c) del artículo anterior, considerará los siguientes aspectos:

- a) Forma de consultar y coordinación de los organismos del Estado con atribuciones ambientales sectoriales que digan relación con el otorgamiento de permisos para el proyecto o actividad evaluado;
- b) Fijación de plazos para las diversas instancias del proceso de calificación de un estudio de Impacto Ambiental, de acuerdo a lo establecido en esta ley;
- c) Definición de los mecanismos de aclaración, rectificación y ampliación de los Estudios de Impacto Ambiental, en el evento de que sea necesario, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 16;
- d) Forma de participación de organizaciones ciudadanas, de conformidad con lo previsto en el párrafo siguiente, y
- e) Forma de notificación al interesado del pronunciamiento sobre el Estudio de Impacto Ambiental.

Art. 15. La Comisión Regional del Medio Ambiente, en su caso, tendrá un plazo de ciento veinte días para pronunciarse sobre el Estudio de Impacto Ambiental. La calificación favorable sobre un Estudio de Impacto Ambiental será acompañada de los permisos o pronunciamientos ambientales que

puedan ser otorgados en dicha oportunidad por los organismos del Estado.

No obstante, si el responsable de cualquier proyecto o actividad presentare, junto al Estudio de Impacto Ambiental, una póliza de seguro que cubra el riesgo por daño al medio ambiente, en el plazo a que se refiere el inciso primero, podrá obtener una autorización provisoria para iniciar el proyecto o actividad bajo su propia responsabilidad, sin perjuicio de lo que la autoridad resuelva en definitiva en conformidad a la presente ley. El Reglamento determinará el beneficiario, requisitos, forma, condiciones y plazo del respectivo contrato de seguro.

Art. 16. Dentro del mismo plazo de ciento veinte días, la Comisión Regional Nacional del Medio Ambiente, en su caso, podrá solicitar las aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones al contenido del Estudio de Impacto Ambiental que estime necesarias, otorgando un plazo para tal efecto al interesado, pudiendo suspenderse de común acuerdo, en el interesado, el término que restare para finalizar el procedimiento de evaluación del respectivo Estudio.

Presentada la aclaración, rectificación o ampliación; o transcurrido el plazo dado para ello, continuará corriendo el plazo a que se refiere el inciso primero del artículo anterior. En casos calificados y debidamente fundados, este último podrá ser ampliado, por un a sola vez, hasta por sesenta días adicionales.

En caso de pronunciamiento desfavorable sobre un Estudio de Impacto Ambiental, la resolución será fundada e indicará las exigencias específicas que el proponente deberá cumplir.

El Estudio de Impacto Ambiental será aprobado si cumple con la normativa de carácter ambiental y, haciéndose cargo de los efectos, características o circunstancias establecidos en el artículo 11, propone medidas de mitigación, compensación o reparación apropiadas. En caso contrario, será rechazado.

Art. 17. Si transcurridos los plazos a que se refieren los artículos 15 y 16, la Comisión Regional o Nacional del Medio Ambiente, en su caso, no se ha pronunciado sobre el Estudio de Impacto Ambiental, éste se entenderá calificado favorablemente.

Art. 18. Los titulares de los proyectos o actividades que deban someterse al

sistema de evaluación de impacto ambiental y que no requieran elaborar un Estudio de Impacto Ambiental, presentarán una Declaración de Impacto Ambiental bajo la forma de una declaración jurada, en la cual expresarán que éstos cumplen con la legislación ambiental vigente.

No obstante lo anterior, la Declaración de Impacto Ambiental podrá contemplar compromisos ambientales voluntarios, no exigidos por la ley. En tal caso, el titular estará obligado a cumplirlos.

Art. 21. Si se declara inadmisibles una Declaración de Impacto Ambiental o se rechaza un Estudio de Impacto Ambiental, el responsable del proyecto o actividad podrá presentar una nueva Declaración o Estudio.

Art. 22. Los proyectos del sector público se someterán al sistema de evaluación de impacto ambiental establecido en el presente párrafo, y se sujetarán a las mismas exigencias técnicas, requerimientos y criterios de carácter ambiental aplicables al sector privado. Las instalaciones militares de uso bélico se regirán por sus propias normativas, en el marco de los objetivos de la presente ley.

La resolución de la respectiva Comisión del Medio Ambiente sobre el proyecto evaluado será obligatoria y deberá ser ponderada en la correspondiente evaluación socioeconómica de dicho proyecto que deberá efectuar el Ministerio de Planificación y Cooperación.

Art. 23. Para dar cumplimiento a lo dispuesto en este párrafo, la Comisión Nacional del Medio Ambiente procurará uniformar los criterios, requisitos, condiciones, antecedentes, certificados, trámites, exigencias técnicas y procedimientos de carácter ambiental que establezcan los Ministerios y demás organismos del Estado competentes.

Art. 24. El proceso de evaluación concluirá con una resolución que califica ambientalmente el proyecto o actividad, la que deberá ser notificada a las autoridades administrativas con competencia para resolver sobre la actividad o proyecto, sin perjuicio de la notificación a la parte interesada. Si la resolución es favorable, certificará que se cumple con todos los

requisitos ambientales aplicables, incluyendo los eventuales trabajos de mitigación y restauración, no pudiendo ningún organismo del Estado negar las autorizaciones ambientales pertinentes.

Si, en cambio, la resolución es desfavorable, estas autoridades quedarán obligadas a denegar las correspondientes autorizaciones o permisos, en razón de su impacto ambiental, aunque se satisfagan los demás requisitos legales, en tanto no se les notifique de pronunciamiento en contrario.

E. CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

McGrath. M (2005), indica que el proceso debe estar sustentado por una ley y/o reglamento jurídico. Al respecto, la experiencia demuestra que, si bien existe a cabo un proceso de evaluación de impacto ambiental, éste debe realizarse utilizando bases conceptuales homogéneas. Cualquier herramienta jurídica debe establecer procedimientos administrativos únicos que establezcan las formas de llevar a cabo el proceso, los roles y responsabilidades institucionales involucradas, la coordinación de actividades, los plazos límites para llevarlo a cabo y las formas de participación ciudadana, entre otras.

Además, indica que es importante destacar que un proceso de evaluación es considerado un instrumento que está al servicio de la toma de decisiones; un proceso de evaluación de impacto ambiental no es en sí mismo un instrumento de decisión; esta última corresponde a la autoridad competente y responsable en cada caso. Además, es importante resaltar que un proceso de evaluación orientado a la toma de decisiones debe ser llevado a cabo en forma previa a la implementación de la acción en cuestión. No tiene sentido pensar en llevar a cabo una evaluación de impacto ambiental para un proyecto ya realizado o en etapas avanzadas de desarrollo. Las evaluaciones de impacto ambiental son herramientas de predicción, y como tales adquieren sentido sólo si pueden influir en el desarrollo futuro de un proyecto. Por ello su aplicación debe hacerse en las etapas de prefactibilidad o de diseño de los proyectos de inversión.

Si se trata de una evaluación ex post se cuenta con otras herramientas, como las

auditorias ambientales o la fiscalización, que son procedimientos inspectivos hechos con el fin de verificar lo establecido por la ley, el cumplimiento de las normas, la marcha de las medidas de mitigación, monitoreo, etc. A este nivel, los diagnósticos ambientales son también útiles para conocer las condiciones en que el medio ambiente se encuentra desde el punto de vista de sus funciones o recursos naturales.

Con el propósito de cumplir con el objetivo antes señalado, un proceso de evaluación de impacto ambiental debe incluir una serie de características que lo hacen intrínsecamente una herramienta objetiva, eficaz e integral, en cuanto a lograr un análisis interdisciplinario de una acción determinada. Entre ellas destacan:

- Permitir establecer un conocimiento técnico-científico amplio e integrado de los impactos e incidencias ambientales de acciones humanas.
- Identificar anticipadamente los efectos ambientales negativos y positivos de acciones humanas y diseñar en forma oportuna acciones que minimicen los efectos ambientales negativos y que maximicen los efectos positivos.
- Permitir a la autoridad tomar decisiones de aprobación, rechazo o rectificación con pleno conocimiento de los efectos negativos y positivos que implica una acción humana.
- Permitir a la autoridad ejercer un debido control sobre la dimensión ambiental de las acciones, a fin de garantizar que ellas no perjudiquen el bienestar y salud de la población.
- Lograr la participación coordinada de los distintos actores involucrados. Esto incluye establecer los nexos entre las diferentes instancias públicas con competencia ambiental y la coordinación simultánea de éstas con los proponentes de las acciones, la ciudadanía y la autoridad superior.

1. Ventajas del proceso de evaluación de impacto ambiental

McGrath, M (2005), reporta que un proceso de evaluación de impacto ambiental presenta un conjunto de ventajas que deben ser respetadas e incluidas, y que lo hace un instrumento apropiado para lograr una adecuada protección ambiental. Al ser incluida en la toma de decisiones acerca de una acción determinada se incorporan variables que de otra manera no son consideradas. Tradicionalmente, las decisiones se han realizado sobre la base de los costos económicos inmediatos, la rentabilidad y las necesidades a corto plazo, entre otros. Sin embargo, se reconoce que éstas deben considerar las relaciones de interdependencia hombre-naturaleza, el uso racional de los recursos y, en definitiva, la sustentabilidad de las acciones humanas. En este sentido, incorporar un proceso de evaluación de impacto ambiental a la gestión de una acción propuesta complementa las decisiones, permitiendo que ellas sean transparentes, informadas y consensuada. Otras ventajas de la evaluación de impacto ambiental se relacionan con aspectos tales como:

- Previsión de los impactos negativos y positivos de una acción sobre la población y el medio ambiente.
- Conocimiento o entendimiento de los principales acción humana para lograr una comprensión profunda y extensa en una determinada localización. Esto se produce al facilitar una información integrada de los posibles impactos sobre el medio natural, construido y social.
- Racionalización de la toma de decisiones, ya que se orienta a la definición de un curso de acción futuro para resolver problemas, satisfacer necesidades y aprovechar oportunidades (McGrath, M. 2005).
- Coordinación adecuada, puesto que conocer los impactos ambientales de una acción permite una interacción multidisciplinaria que requiere de una coordinación intersectorial para abordarlos desde un punto de vista global.
- Flexibilidad para estudiar los efectos ambientales de una acción concreta en

una determinada localización y aplicar medidas correctivas ajustadas a un entorno dado, optimizando el uso de los recursos utilizados. Esto supone una mayor flexibilidad que la rígida aplicación de la legislación general en forma independiente de las particularidades de cada caso. Por lo tanto, facilita una mejor adaptabilidad a las necesidades ambientales.

- Eficiencia en el uso de los recursos públicos y privados, por cuanto se analizan las alternativas de acción que evitan o disminuyan impactos en el medio ambiente, reduciendo la necesidad de destinar recursos en acciones correctivas posteriores.
- Participación ciudadana y búsqueda de concientización, ya que a través de su incorporación en un proceso de evaluación de impacto ambiental la comunidad se interioriza sobre los impactos, tanto ambientales como socioeconómicos y culturales, de una determinada acción, evitando los de carácter negativos sobre su entorno inmediato y conflictos posteriores.

La mayor parte de las veces en grandes proyectos surgen conflictos debido, en buena medida, a la existencia de alternativas de uso del territorio y, más frecuentemente, al desconocimiento de sus efectos ambientales. Un proceso de evaluación de impacto ambiental permite tener un diálogo amplio, basado en información completa, con los diversos grupos sociales, pudiendo estos conocer todos los aspectos del entorno en que se realiza una actividad o proyecto. Se favorece así una mayor transparencia en la toma de decisiones.

2. Requerimientos para la aplicación de cualquier proceso de evaluación de impacto ambiental

McGrath, M (2005), manifiesta que a pesar de las diferentes formas de implementar un proceso de evaluación de impacto ambiental y de los diferentes objetivos perseguidos, para lograr que éste se incorpore como una herramienta efectiva de apoyo a la toma de decisiones es necesario satisfacer al menos los siguientes aspectos:

- La evaluación de impacto ambiental debe ser documentada y Fundamentada en todas sus etapas, de tal manera que sea seria, confiable, relevante y de acceso fácil a las partes involucradas.
- La evaluación debe realizarse sobre la base de la globalidad de la actividad propuesta, por lo tanto debe ser única y no puede ser llevada a cabo por aspectos, partes o territorios. Esto permite considerar efectos sinérgicos que pueden aparecer por la interacción entre las partes y que quedan ocultos al considerarlas en forma independiente.
- El proceso debe estar basado en un sistema "preestablecido que especifique claramente las etapas del procedimiento administrativo, los requerimientos de una evaluación de impacto ambiental para una acción determinada, las bases de la calificación de los documentos correspondientes y la existencia de estándares de la calidad ambiental que permitan hacer referencias claras. Esto permite además que cada una de las partes involucradas conozca sus derechos y deberes, permitiendo así relaciones fluidas.
- La etapa de revisión debe permitir la participación activa y directa bajo criterios y formas preestablecidas para los diferentes actores protagónicos (proponentes, autoridades públicas, expertos y ciudadanía). Al mismo tiempo el proceso debe cautelar claramente las diferencias e incompatibilidades entre las funciones que juegan los distintos actores.
- El proceso debe ser público, de tal manera que exista total conocimiento por parte de los involucrados y que sea absolutamente transparente.
- El proceso debe permitir un seguimiento a la acción evaluada con el propósito de revisar el cumplimiento de las decisiones comprometidas a través del proceso evaluación de impacto ambiental (McGrath, M. 2005).

Al respecto cualquier proceso de evaluación de impacto ambiental consta de una serie de componentes básicos que permiten alcanzar sus objetivos específicos. Estos componentes incluyen un conjunto de normas legales, un procedimiento

administrativo, un informe de impacto ambiental y un pronunciamiento sobre los efectos ambientales de una actividad o proyecto. Las normas legales regulan aspectos tales como:

- Lineamientos de una política ambiental;
- Procedimientos para la evaluación de impacto ambiental;
- Protección del patrimonio cultural;
- Protección de áreas silvestres;
- Protección de la flora y la fauna;
- Niveles aceptables de contaminación del aire, agua y suelo;
- Actividades de producción de bienes y servicios, y
- Localización permitida para diferentes actividades productivas y de servicios.
- El procedimiento administrativo define aspectos claves tales como:
 - Determinación de proyectos que se someten a un impacto ambiental y análisis de las ventajas de ello;
 - Momento adecuado para realizar un informe de evaluación de impacto ambiental;
 - Mecanismo para determinar el contenido mínimo necesario de un informe de evaluación de impacto ambiental;
 - Revisores de los informes de evaluación de impacto ambiental, quienes se deben pronunciar acerca de la calidad ambiental de los proyectos;
 - Plazos para revisar el informe de evaluación de impacto ambiental;
 - Forma de participación de la ciudadanía en el proceso de evaluación de impacto ambiental, y
 - Fiscalizadores del cumplimiento de los planes de manejo y control ambiental, de riesgos y de contingencia propuestos (McGrath, M. 2005).

Además, indica que el informe de evaluación de impacto ambiental es un elemento central del proceso de evaluación de impacto ambiental, mediante el cual un grupo de expertos de diferentes disciplinas identifican los efectos ambientales que una acción humana produce su entorno, los cuantifica y propone las medidas correctivas, mitigadoras, compensatorias y/u otras necesarias para evitar o disminuir los impactos ambientales negativos y optimizar los aspectos positivos. El pronunciamiento dicta o informa sobre la calidad del análisis y sobre

la aceptabilidad de los impactos de una actividad sobre su entorno, incluyendo las modificaciones necesarias para mitigar, corregir o compensar los daños no deseados.

3. Criterios para exigir una evaluación de impacto ambiental

Las consideraciones más importantes para determinar la necesidad de un informe se relacionan no sólo con las normas de calidad y la legislación existente, sino que deben considerarse aspectos subjetivos o difíciles de normar, tales como el paisaje y las costumbres lugareñas. Generalmente estas consideraciones se relacionan al tipo de variables afectadas y/o la magnitud del impacto ambiental producido por el proyecto (McGrath, M. 2005). Algunos de los criterios que pueden utilizarse cuando se trata de decidir la necesidad de un estudio de impacto ambiental son los siguientes:

- Magnitud de la actividad según la superficie involucrada, tamaño de la obra, volumen de producción, número de trabajadores, etc.
- Modificaciones importantes de las características del medio ambiente, tanto en extensión como en intensidad, especialmente si afectan su capacidad de recuperación, o reversibilidad después del impacto.
- Localización próxima a áreas protegidas a recursos naturales que tengan categoría de patrimonio ambiental o población humana susceptible de ser afectada de manera negativa.
- Utilización de recursos no renovables.
- Cantidad y calidad de efluentes, emisiones y residuos que genere el proyecto y que estén próximas a alcanzar los máximos límites permitidos.
- Probabilidad de riesgo para la salud de la población humana.
- Introducción de cambio en las condiciones sociales, económicas y culturales.

- Existencia en el medio de atributos ambientales que hagan deseable evitar su modificación de valores históricos y culturales.

La experiencia demuestra que no todas las acciones requieren evaluación de impacto ambiental. Esta herramienta se debe usar sólo cuando se prevea que el ambiente se verá modificado o en que no exista certeza previa de las variables que serán afectadas, ni de la magnitud de los cambios que se producirán.

4. Acciones que requieren de un estudio de impacto ambiental

McGrath, M (2005), reporta que no existen características únicas de actividades o proyectos que permitan determinar cuáles requieren un informe de evaluación de impacto ambiental. La experiencia internacional demuestra que, en general, se trata de actividades o proyectos que por su tamaño, localización, proceso productivo, emisiones al aire, agua y suelo, incidencia sobre los recursos naturales, efectos ambientales en general, entre otros, pueden causar impactos en el bienestar de la población humana o en su entorno, o que afecten los recursos naturales y el funcionamiento de los ecosistemas. Algunas de estas actividades o proyectos recurrentemente evaluados se listan a continuación. Esta lista no es excluyente y sólo pretende establecer un nivel de referencia en torno a actividades o proyectos más significativos que se han evaluado ambientalmente a nivel internacional.

- Agricultura. Planes de ordenación rural; traspaso de terrenos no cultivados o seminaturales a la explotación agrícola intensiva; proyectos de regadío agrícola; actividades forestales, incluidas forestaciones, reforestaciones y explotaciones; actividades de producción animal, aves, cerdos, ganado, etc.; pisciculturas; recuperación de tierras del mar; etc.
- Industria Extractiva. Perforaciones en profundidad, geotérmicos, para el almacenamiento de residuos nucleares y para abastecimiento de agua; extracción e instalaciones para procesamiento de turba, hulla, lignito, pizarras bituminosas, carbón, petróleo, gas, minerales metálicos y no metálicos, fábricas de cemento; etc.

- Industria Energética. Instalaciones industriales para la producción y transporte de energía eléctrica, vapor y agua caliente; instalaciones para almacenar combustibles; aglomeración industrial de carbón; instalaciones para la producción, enriquecimiento y reelaboración de combustibles residuos radioactivos; etc.
- Elaboración y Uso de Metales. Fábricas siderúrgicas incluidas las fundiciones; instalaciones de producción; instalaciones para la construcción, ensamble y reparación de automóviles, trenes, y aeronaves, astilleros y fabricación de motores; etc.
- Industria Química. Fabricación y tratamiento de productos químicos, plaguicidas, productos farmacéuticos, pinturas, barnices, elastómeros y peróxidos; instalaciones de almacenamiento de petróleo, productos petroquímicos y químicos; etc. (McGrath, M. 2005).
- Industria de Productos Alimenticios. Industria de grasas vegetales y animales; fábricas de conservas, productos lácteos, cervezas, jarabes, de harina y de aceite de pescado, azúcar, confites; instalaciones para sacrificio y faenado de animales, etc.
- Industrias Varias. Industrias de procesamiento de lanas, textiles, fabricas de tableros de maderas aglomeradas, de celulosa, papel, cartón vidrio, tinturas y plásticos; curtiembres; etc.
- Proyectos de Infraestructura. Planes de ordenación de zonas industriales y urbanas; carreteras, líneas de ferrocarril, puertos y aeródromos; tranvías, metros aéreos y subterráneos para el transporte de personas; presas y canalización de aguas; oleoductos y gasoductos; etc.
- Otros Proyectos. Urbanizaciones turísticas y complejos hoteleros; pistas de carreras y pruebas de automóviles y motocicletas; bancos de pruebas de motores, turbinas y reactores; instalaciones para procesamiento y eliminación de residuos industriales y urbanos; depósitos de lodos; plantas de tratamiento

de aguas; instalaciones para fabricar, cargar o almacenar explosivos; saneamientos urbanos; etc.

F. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (E.I.A.)

Dellepiane, S (2005), indica que evaluación de impacto ambiental, es el conjunto de estudios y sistemas técnicos dados como un proceso de análisis, que permite estimar los efectos que la ejecución de un proyecto, obra o actividad referidos a determinadas etapas de la vida de la empresa o emprendimiento, como son su emplazamiento o instalación causa sobre el medio ambiente, así como su corrección prevención y valoración a fin de ser aceptado, modificado o rechazado por las autoridades de control. En cambio cuando se trata de evaluar los riesgos medioambientales generados y establecer y aplicar un programa medioambiental para que se cumpla la legislación medioambiental, no sólo cuando se crea la empresa o emprendimiento, sino también durante su funcionamiento, debemos hablar de auditoría ambiental.

1. Métodos de evaluación de impacto ambiental

De acuerdo a Espinoza, H (2001), son:

- Lista de Revisión o Lista de Control (check list).
- Listado de control simple.
- Listado de control descriptivo (cuestionarios).
- Listado de control ponderado (magnitud del impacto).
- Valor de tolerancia (analiza niveles de tolerancia).
- Métodos matriciales (simples y complejos).
- Método del Instituto Batelle Columbus.
- Método Delphi: opinión de expertos.

2. Contenidos de la evaluación de impacto ambiental

Dellepiane, S (2005), señala que una Evaluación de Impacto Ambiental está integrada por 6 partes:

1. Tomo 0: Describe las responsabilidades que tiene el director del establecimiento con el medio ambiente, de manera de llevar una Gestión Ambiental óptima en su empresa. Aquí podría agregarse el encuadre legal.
2. Tomo 1: Estudio del medio físico. Incluye un exhaustivo análisis del Medio Natural y del Medio Antrópico. Incluye en lo Natural el aire, suelo, agua, flora, fauna y en lo Antrópico la población, la economía, la vida comunitaria, el planeamiento y desarrollo y las finanzas y servicios públicos.
3. Tomo 2: Auditoria de planta. Debe relevar los objetivos y metas de la planta, su Sistema de Gestión Ambiental, su localización, planos de la planta, servicios principales y secundarios, condiciones de higiene y seguridad en el trabajo, tecnología de producción, descripción del proceso productivo, infraestructura de producción, etc. (Dellepiane, S. 2005).
4. Tomo 3: Descripción de impactos. Se realiza a través de una matriz de doble entrada contiene lo impactado en el eje vertical y lo impactante en el horizontal. Las celdas que quedan en blanco, demuestran que no hay impacto o el mismo es muy leve. Esta matriz puede ser cualitativa o cuantitativa.

La Matriz cualitativa, Consiste en un análisis de los impactos provocados o a provocarse por la radicación y/o funcionamiento de una actividad o emprendimiento sin cuantificar los mismos. La descripción de los impactos se realiza según una clasificación determinada.

Para el cálculo de la Matriz cuantitativa, se utiliza la siguiente fórmula numérica:

$$I = N(3I+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

I: importancia

N: naturaleza

EX: extensión

MO: momento

PE: persistencia

RV: reversibilidad

SI: sinergia

AC: acumulación

EF: efecto

PR: periodicidad

MC: recuperabilidad

En esta matriz, se dan los siguientes rangos:

13:	no hay impacto
25 - 50:	impacto medio
50 - 75:	impacto severo
75 - 100:	impacto crítico

Es importante destacar que los valores de cada celda no guardan relación entre si, es decir, que no se pueden sumar o restar unas con otras.

5. Tomo 4: cronograma de correcciones y/o adecuaciones. Se describe el plan a seguir con las acciones mitigadoras que se deben realizar en la empresa. En las mismas se establece el tiempo que se tiene para tomar cada medida.
6. Tomo 5: Manual de Gestión Ambiental: incluye los principios con los que se compromete la empresa al cuidado del medio ambiente, las metas y objetivos, el alcance, la descripción de las responsabilidades, la implementación y operación y demás evidencias que demuestran el cumplimiento ambiental de la empresa, es la explicación del tomo 0, ya que en él se mencionan estas cosas pero no se describen. Esto es lo que le corresponde al tomo 5.

G. MATRIZ DE LEOPOLD

Conesa, V (1997) y Gómez, O (1999), señalan que la Matriz de Leopold, consiste en un cuadro de doble entrada cuyas columnas están encabezadas por una amplia relación de factores ambientales y cuyas entradas por filas están ocupadas por otra relación de acciones causa de impacto; ambas listas de factores y acciones tienen carácter de listas de chequeo entre los que seleccionar los relevantes para cada caso; en este sentido conviene advertir de que su origen supone el peligro de ignorar aspectos que no siendo importantes allí puedan serlo en otros países. La matriz no es propiamente un modelo para realizar la Evaluación del Impacto Ambiental, sino una forma de sintetizar y visualizar los resultados de tales estudios; así la matriz de Leopold sólo tiene sentido cuando va acompañada de un inventario ambiental y de una explicación sobre los impactos

identificados, de su valor, de las medidas para mitigarlos y del programa de seguimiento y control. En suma se trata de una matriz de relación causa-efecto que añade a su papel en la identificación de impactos la posibilidad de mostrar la estimación de su valor.

Para realizar este tipo de matrices es necesario definir los impactos y caracterizarlos. A la hora de caracterizar un impacto tenemos una serie de criterios legales muy definidos, y que son los siguientes:

- Presencia (Notable/Mínima).
- Carácter genérico (+/-).
- Tipo de acción (directa/indirecta).
- Sinergia (simple/acumulativo/sinérgico).
- Temporalidad (corto/medio/largo plazo).
- Duración (temporal/permanente).
- Reversibilidad (Reversible/irreversible) del sistema: si el medio natural es capaz por sí solo de volver a la calidad original del sistema.
- Recuperabilidad (Recuperable/Irrecuperable): vuelta a la calidad original mediante medidas correctoras.
- Continuidad (Continuo/ Discreto).
- Periodicidad (Periódico/Aperiódico).

Sobre esta caracterización cabe realizar una valoración de los impactos, teniendo en cuenta los criterios legislativos. La valoración se puede realizar con la siguiente clasificación:

- Compatible: de rápida recuperación sin medidas correctoras.
- Moderado: la recuperación tarda cierto tiempo pero no necesita medidas correctoras o solo algunas muy simples.
- Severo: la recuperación requiere bastante tiempo y medidas correctoras más complejas.
- Crítico: supera el umbral tolerable y no es recuperable independientemente de las medidas correctoras.

A la hora de valorar se utilizan diversas metodologías:

- Enjuiciamiento directo.
- Aspectos cualitativos. Criterios simples sobre características no cuantificables y que pueden definirse mejor empleando clases.
- Sistemas cuantitativos:
 - Parciales: aplicación de modelos, tipos.
 - Globales: se realizan modelos específicos para actuaciones concretas. Ej.: método Batelle Columbus.

La gravedad de un impacto va a venir determinada por sus características magnitud (en cuanto a su intensidad y extensión). Hay que transformar esto en un valor de modo aproximativo. Para una concreción mayor existen fórmulas para asignar valores simples a los descriptores o características de los impactos para llegar a un valor estandarizado de todos los impactos.

- (E) Extensión (puntual o amplia, con valores de 1, 3,5).
- (D) Distribución (puntual o continua, con valores de 1 y 0.5).
- (O) Oportunidad (oportuna o inoportuna, con valores de 1 y 2).
- (T) Temporalidad (Infrecuente, frecuente y permanente, con valores de 0.5, 1 y 2). (R) Reversibilidad (reversible e irreversible, con valores de 1 y 2).
- (S) Signo (+ ó -).
- (M) Magnitud (baja, media, alta, con valores de 1,3,5).

Con estos valores calculamos el Índice Total de Impacto (IT), que tiene la siguiente fórmula:

$$IT = [(M * T + O) + (E * D)] * R * S$$

Que se valora de la siguiente manera:

30-50 Crítico.

15-30 Severo.

5-15 Moderado.

< 5 Compatible.

Éste sería el impacto sin las medidas correctoras, tras la aplicación de las medidas correctoras (que se restarían, -MC). Se trata de un análisis cuantitativo para luego llegar a un valor semicuantitativo.

H. IMPACTO AMBIENTAL DE UNA PLANTA DE INDUSTRIALIZACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS

Rizzo, P (2005), indicó que para las actividades industriales que se cumplan en la zona donde se encontrará ubicada la planta de procesamiento de productos lácteos se hace necesario un estudio de identificación de los aspectos ambientales que estará sujeto al reglamento, disposiciones generales y complementarias del Muy Ilustre Municipio de la Ciudad de Guayaquil, no debiéndose encontrar dentro de ningún sector turístico ni de interés arqueológico que puedan ser afectados. En la planta de industrialización de productos lácteos, se llevarán a cabo las siguientes actividades:

1. Recepción del producto
2. Inicio del procesamiento del mismo
3. Clarificación
4. Pasteurización
5. Homogeneización
6. Esterilización y empaque
7. Producción de derivados lácteos: queso, yogur, mantequilla, leche en polvo; y,
8. Distribución.

Además, señala, que como producto de las mismas y de la construcción de obras civiles, tenemos emisión de partículas sólidas a la atmósfera; generación de ruido; generación de desechos sólidos como restos de pastos, granos, plásticos, restos de comida, basuras entre otros; peligro de accidentes de trabajo; peligro de incendios; descargas de líquidos con alta demanda bioquímica de oxígeno, como es el caso del agua residual proveniente del lavado de tanques y potenciales efectos negativos sobre la salud de los trabajadores. Deben determinarse el grado de importancia de dichos impactos, así como establecer medidas de prevención y/o mitigación, entre los que señala:

1. Impactos sobre el suelo

La operación de la planta procesadora de leche, no hace uso ni causa alteraciones sobre el suelo. Tampoco se hará ningún tipo de obra civil, que haga uso del suelo, por lo tanto, esta actividad no atenta contra la geología del terreno en sus aspectos estratigráfico, estructural y de recursos minerales (Rizzo, P. 2005).

2. Impacto sobre el aire

Con el tráfico pesado y al desembarcar el producto en la planta, se producen desprendimientos de polvo a la atmósfera. Estas emisiones no son de consideración y caen rápidamente al suelo, ya que las partículas que lo componen son lo suficientemente pesadas para deslizarse y no ser arrastradas por ninguna corriente de aire hacia otro lugar, no son de carácter tóxico, como si lo son los gases que emiten los camiones que circulan por las vías adyacentes como producto de la combustión incompleta del diesel o gasolina (Rizzo, P. 2005).

3. Impacto sobre los trabajadores

a. Inhalación de los gases de combustión

La salud de los trabajadores se puede ver afectada por el dióxido de azufre, generado en los procesos de combustión, que se disuelve en las mucosas del tracto superior respiratorio, cuya función es la de proteger e impedir el avance de sustancias hacia regiones más delicadas. Pero, éste compuesto químico acarreado por partículas muy pequeñas penetra hasta las zonas más vulnerables de los pulmones causando graves daños. Las deficiencias en la combustión incompleta de automotores también producen sustancias orgánicas particuladas que son de conocidos efectos carcinógenos, como el benzopireno y sus compuestos relacionados (Rizzo, P. 2005).

b. Inhalación del polvo que se desprende en el desembarque del producto y factor climático

Este polvo disperso en el ambiente, tiene un alto contenido de sólidos en suspensión. Puede producir conjuntivitis, quemaduras corneales, gastritis crónica, perforación del tabique nasal, dermatitis vesicular, bronquitis y enfisemas. Además, causa una severa irritación en la piel, si esto lo unimos a los efectos del calor, la humedad relativa del 90 al 100% y temperaturas sobre los 25 °C, se generan ambientes incómodos de trabajo. La exposición prolongada a estos factores puede provocar salpullidos, calambres y agotamiento (Rizzo, P. 2005).

c. Exposición al ruido

La exposición continua a vibraciones y ruidos producidos por diversos equipos e instrumentos pueden ser causantes de hipoacusia temporal o permanente, hipoglucemia y stress. Las vibraciones lesionan los músculos y los nervios ocasionando neuralgias y calambres (Rizzo, P. 2005).

d. Accidentes de trabajo

Estos se pueden presentar por una mala maniobra con los camiones de desembarque del producto y en los diferentes procesos para la obtención de los derivados de los productos lácteos. Una mala maniobra al manejar los camiones podría provocar un choque o atropellamiento de algún trabajador (Rizzo, P. 2005).

e. Enfermedades

Hay que tener mucho cuidado con los desperdicios de carácter orgánico como los restos de grasas, granos, de comida y los charcos de agua ya que al entrar a un grado de descomposición atraen a los insectos como mosquitos, moscas y cucarachas, además de roedores que son los transmisores de enfermedades como paludismo, cólera, entre otras (Rizzo, P. 2005).

4. Impactos sobre los alrededores

La operación de la planta de procesamiento de leche, no causa ningún impacto sobre los alrededores de la misma ó ciudadelas colindantes (Rizzo, P. 2005).

5. Impactos que se originan durante la construcción de obras civiles

Según Rizzo, P (2005), pueden ser:

1. Congestionamiento de tráfico superior al normal, debido a los camiones y volquetas que transportan material para la construcción y material desalojado.
2. Necesidad de facilidades temporales de alimentación, baños y servicios higiénicos extras para los trabajadores.
3. Aumento de residuos originados por los trabajadores.
4. Producción de partículas finas y ruidos durante operaciones de preparación de mezcla.
5. Accidentes de trabajo; y,
6. Acumulaciones de materiales.

6. Otros impactos

Pueden ser (Rizzo, P. 2005):

1. Los desperdicios causan impacto ambiental si no son recogidos, almacenados y manipulados correctamente.
2. El polvo disperso en el ambiente durante la construcción, tiene un alto contenido de cemento en forma de sólidos en suspensión; y,
3. El clima, si es sumamente caluroso, y los trabajadores realizan sus labores en un entorno cerrado, pueden sufrir calambres, desmayos y deshidratación.

I. MEDIDAS TÉCNICAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

Anteriormente citamos los posibles impactos ambientales que se pueden

presentar como producto de la operación y mantenimiento de la planta procesadora de derivados lácteos. Cabe recalcar que los impactos ambientales mencionados, son los que se pueden presentar, sin embargo la magnitud de los mismos son en algunos casos bastante bajos (Rizzo, P. 2005).

1. Emisiones a la atmósfera

Las emisiones del polvo a la atmósfera son bajas. Estas partículas son tan pequeñas, de tal suerte que cae al suelo casi de inmediato y de allí son recogidas y colocadas en saquillos. Las emisiones se producen en los sitios de paso de los camiones y descarga del producto. Un control sobre la velocidad de los vehículos y cuidado en la descargas disminuirá las emisiones y reducirá el radio de expansión de las partículas de polvo, lo que tendrá a su vez una incidencia directa sobre la salud de los trabajadores al reducirse la cantidad que caerá sobre ellos con las consecuencias antes mencionadas. La emisión de gases tóxicos, producto de la combustión incompleta del diesel y/o gasolina que emplean las maquinarias, camiones y vehículos livianos, requieren de un estricto control mecánico (Rizzo, P. 2005).

2. Salud de los trabajadores

Como se indicó, al disminuir la exposición de éstos a partículas suspendidas en el aire, los efectos que producen sobre su salud van a disminuir, por lo tanto, deberán emplear durante sus labores, mascarillas antipolvo; botas de cuero anti-deslizantes; gafas transparentes; mandil mangas largas de tela y guantes domésticos. Para evitar accidentes de trabajo y enfermedades, los trabajadores deben de ser instruidos en normas de seguridad industrial e higiene, debido a que en numerosas, ocasiones ellos cuentan con los equipos de seguridad pero, por comodidad o simplemente por no creerlo necesario, no los emplean (Rizzo, P. 2005).

3. Eliminación de desperdicios

Para tener limpieza y proteger la salud debemos eliminar sanitariamente las

basuras, en el caso de la planta procesadora, se deben colocar tachos de basura con su respectiva tapa en los siguientes lugares: recepción, área industrial, de los tanques líquidos, oficinas y exteriores. Los recipientes deben lavarse al menos una vez por semana con agua, jabón y desinfectante, luego deben secarse al sol y al aire libre. Los residuos de agua en estos recipientes, los oxida destruyéndolos (Rizzo, P. 2005).

4. Aguas residuales

En la planta procesadora se realizan labores de limpieza de los tanques de almacenamiento de líquidos. Esta agua residual, contiene suciedades y grasas. El agua residual, debe de ser recolectada y tratada. Una vez tratada se puede almacenar y reutilizar en servicios higiénicos, limpieza de pisos o simplemente mantenerla aireada para que pueda emplearse como agua contra incendios. Así mismo, deberá incluir pruebas a nivel de planta piloto de otros métodos de tratamiento como por ejemplo trampas de grasa, procesos físico-químicos y biológicos, que pueden llegar a ser alternativas de tratamiento menos costosas que los lodos activados (Rizzo, P. 2005).

5. Implementación de un sistema contra incendios

En la planta no se trabaja con materiales inflamables. Sus áreas están bien distribuidas y cuentan con amplios espacios. Deben existir áreas verdes, es decir, que en caso de que se llegare a presentar un incendio, éste no tendría una forma rápida de propagarse a otras áreas. Sin embargo, el sistema contra incendio comprenderá de la colocación de extinguidotes en la recepción del producto, área industrial, de los tanques líquidos y oficinas. Además deberán tener la reserva de agua, que la constituye la cisterna en donde se almacenará el agua tratada del sistema a implementarse y un equipo hidroneumático (Rizzo, P. 2005).

J. ESTUDIOS DEL IMPACTO AMBIENTAL EN DIFERENTES EMPRESAS LÁCTEAS

<http://www.grupobimbo.com.mx> (2005), indica que, el Grupo Bimbo sensibles a

los temas ambientales que son de interés para nuestros consumidores, por esta razón han integrado los principios de la Cámara de Comercio Internacional en materia de Desarrollo Sustentable, buscando integrar la gestión ambiental a la administración del negocio con el fin de retornar a la naturaleza lo que de ella tomamos y reducir el impacto ambiental generado por nuestras operaciones, generando así, capital ambiental que nos permita preservar el medio ambiente para las generaciones futuras. En el 2001, los indicadores, demuestran una clara reducción en el consumo de agua potable y de energía utilizados para elaborar los productos con respecto al año 2000. Asimismo, muestran un incremento en la cantidad del agua residual tratada, la cual es reutilizada para el riego de áreas verdes y servicios sanitarios.

- Visión integral de la cadena de suministro
- El agua: elemento clave de nuestra gestión ambiental
- Ahorro de energía

1. Visión integral de la cadena de suministro

a. Origen de materias primas

Los productos agrícolas son los principales insumos que utiliza Grupo Bimbo para la elaboración de sus productos. Sin embargo, Grupo Bimbo no posee granjas o ranchos para generar dichos insumos. No obstante, a partir de mayo del 2002, como parte del programa de desarrollo de proveedores, el área de Compras dirige el programa “Campo Verde”, con el fin de promover prácticas de producción amigables con el medio ambiente entre nuestros proveedores agrícolas y de lácteos. También apoyamos el desarrollo del campo a través de asociaciones y fundaciones tales como la Fundación Mexicana para el Desarrollo Rural (<http://www.grupobimbo.com.mx>. 2005)

b. Procesos de manufactura

Los procesos de manufactura se centran en la transformación de las materias primas en productos alimenticios de alta calidad, buscando impactar lo menos

posible al medio ambiente. Para ello, a través del Sistema Integrado de Gestión Ambiental (SIGA), buscan integrar elementos de eco-eficiencia en las operaciones: maximizar el valor de la producción y reducir el consumo de los recursos naturales, las emisiones contaminantes y los desperdicios, de manera simultánea (<http://www.grupobimbo.com.mx>. 2005)

c. El agua: elemento clave en nuestra gestión ambiental

El uso responsable del agua es prioridad de Grupo BIMBO. La estrategia del uso del vital líquido incluye el consumo eficiente, así como el cuidadoso manejo, administración, operación, conducción, tratamiento, re-uso o descarga de aguas residuales generadas en los procesos. Para ello, cumplen con los estándares de calidad establecidos en las Normas Internas de Grupo BIMBO y con los requisitos legales de las zonas donde se encuentran las fábricas y agencias de distribución (<http://www.grupobimbo.com.mx>. 2005)

d. Consumo de agua

En el Grupo BIMBO, reconocen que el agua es un recurso natural indispensable, cuya disponibilidad ha disminuido por diversos factores a escala mundial. Es por ello que es prioritario establecer sistemas que ayuden a utilizarla de manera racional en cada una de las operaciones. Durante el año 2000 consumieron 2.4 m³/ton de producto vendido. Sin embargo, gracias a diversos proyectos en materia de ahorro y re-uso de agua, lograron alcanzar en el año 2001 un consumo de 1.86 m³/ton de producto vendido, significando un ahorro del 24.4% (<http://www.grupobimbo.com.mx>. 2005).

e. Tratamiento de aguas residuales

En grupo Bimbo cuentan con 22 plantas de tratamiento de aguas en diversas instalaciones ubicadas en México y América Latina. El índice de tratamiento del 2001, mejoró un 23% con respecto al año anterior, de .53 a .66 m³/ton de producto vendido (<http://www.grupobimbo.com.mx>. 2005).

f. Volumen de agua descargada

Gracias al tratamiento y reuso de agua, se pudo disminuir en un 23% el volumen de descarga de aguas residuales. En el año 2000 descargaban 1.86 m³ /ton de producto vendido, mientras que en el 2001 se descargó 1.42 m³/ton de producto vendido. Grupo BIMBO cuenta con 3 casos de operaciones con cero descargas de aguas residuales, dos de ellas en la ciudad de San Luis Potosí: Bimbo San Luis y Ricolino San Luis, y una más en Bimbo Colombia. Para mediados del 2003 esperaban contar con 3 plantas más con esa característica en Toluca y Lerma, Estado de México: Bimbo Toluca, Tía Rosa y Barcel (<http://www.grupobimbo.com.mx>. 2005).

2. Planes de trabajo y resultados

<http://www.conep.org.pa> (2005), señaló que el plan de producción más limpia se enfocó en el mejoramiento del desempeño ambiental, mismos que se reportan en los siguientes cuadros:

Cuadro 1. MATERIALES Y DESECHOS DEL PROCESO

Aspecto Ambiental	Acciones
Mejoras en el manejo y reducir la generación de desechos sólidos.	Adecuada segregación de materiales. Opciones de reutilización de empaques de materias primas.

Fuente: <http://www.conep.org.pa>. (2005)

Cuadro 2. ASPECTOS AMBIENTALES

Aspecto Ambiental	Acciones
Mejoras en gestión ambiental, orden	Continuar con el programa de capacitación y concienciación al personal. Mantenimiento de tanques de almacenamiento. Mejoras en drenajes de piso de plana. Pintar las escaleras de acero para evitar corrosión.
Cumplir con la normativa legal nacional en emisiones de gases (cuando exista)	Caracterización de las emisiones atmosféricas.

Fuente: <http://www.conep.org.pa>. (2005)

Cuadro 3. CONSUMO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS

Aspecto Ambiental	Acciones
Reducción del consumo de agua en proceso.	<p>Ubicación de llave de control de agua para lavado de garrafones, próxima al operario que voltea los tanques de leche.</p> <p>Reuso de agua del primer lavado de garrafones (área de recibo).</p> <p>Mantenimiento de sellos en mangueras y llaves de paso.</p> <p>Recircular agua del sistema de enfriamiento secundario (área de envasado de cartón).</p> <p>Reparación de piso de instalaciones de la planta para facilitar lavado.</p> <p>Instalación de segundo medidor de agua (en línea de entrada por gravedad).</p> <p>Registro de consumo diario de agua separado por área de la planta.</p> <p>Redefinir opciones de producción más limpia según seguimiento a los resultados obtenidos en las opciones que han implementado en los últimos años</p>
Reducción de carga orgánica en las aguas residuales.	<p>Recoger leche del escurrimiento de garrafones.</p> <p>Colocación de drenaje frente a tinajas de elaboración de queso.</p> <p>Mejorar colocación de mangueras de traslado de leche.</p> <p>En la línea de queso procesado, descargar el residuo directamente a un tanque.</p> <p>Análisis de posibilidad de uso de químicos y otros detergentes de menor impacto ambiental.</p> <p>Separación y canalización de los drenajes de la planta (incluye levantamiento de plano general de drenajes que reúne planta vieja y nueva).</p> <p>Captación de rebalse del tanque de suero e incorporación del suero en la línea de suero a la finca.</p> <p>Sistema de riego de suero en la finca.</p> <p>Sistema de extracción de proteína del suero en un 100%.</p> <p>Diseño del sistema de tratamiento de aguas.</p> <p>Diseño y construcción de separación de grasas y sólidos.</p> <p>Construcción de la planta de tratamiento de aguas.</p>

Fuente: <http://www.conep.org.pa>. (2005)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la planta de Producción de Lácteos, así como en el Programa de Bovinos de leche de la Estación Experimental “Tunshi” de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, ubicada a 12 km de la Ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo.

La variación climática donde se efectuó el trabajo experimental se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA HACIENDA “TUNSHI” - ESPOCH

PARÁMETROS	AÑOS			Promedio
	2001	2003	2004	
Temperatura, °C	13.0	13.5	12.9	13.13
Precipitación, mm/año	531.6	500.4	573.6	535.20
Humedad Relativa, %	70.0	63.0	61.0	64.67

Fuente: Estación Agrometeorológica, Facultad de Recursos Naturales, ESPOCH. 2006.

Mientras que en el cuadro 5 se registran las condiciones edáficas del sitio donde se realizó la investigación.

Cuadro 5. ECOLOGÍA DE LA ESTACIÓN “TUNSHI” – ESPOCH

PARÁMETRO	MEDIDA
pH del suelo	6.5 a 7.5
Relieve	Plano inclinado
Tipo de suelo	Franco arenoso
Riego	Existe
Drenaje	Bueno

Fuente: Proyecto P.BID. 016, 2005.

El estudio tuvo una duración de 120 días, distribuidos en la recolección de muestras de las aguas residuales de las diferentes áreas del procesamiento de la leche en la Planta de Lácteos, así como de la que se recibe en la Unidad Bovinos de Leche de la Estación Experimental Tunshi, para evaluar el nivel de contaminación e impacto ambiental, luego la propuesta y aplicación de las medidas mitigadoras que se propongan, para posteriormente realizar la tabulación y procesamiento de la información obtenida.

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Las unidades experimentales que se consideraron para el presente trabajo, estuvieron conformadas por las muestras de las aguas residuales de las diferentes áreas del procesamiento de la leche en la Planta de Lácteos, como de la que se reciben los bovinos de la Estación Experimental Tunshi, las muestras se enviaron al laboratorio de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH, para evaluar la presencia de coliformes, sólidos en suspensión, carbono orgánico, emanación de amoníaco, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), la demanda química de oxígeno (DQO) y emanación de olores, para en base a estas respuestas proponer las medidas de mitigación, en las áreas necesarias.

C. INSTALACIONES, EQUIPOS Y MATERIALES

Las instalaciones, equipos y materiales que se utilizaron en el presente trabajo fueron:

1. De campo

- Vasos plásticos esterilizados para la toma de las muestras
- Registro de Campo
- Guantes
- Implementes personales
- Cinta adhesiva
- Esferográfico y/o marcador
- Libreta de Campo

2. De laboratorio

- Microscopio
- Balanza eléctrica
- Colador
- Espátula
- Pinzas
- Vasos plásticos desechables
- Pipetas Pasteur
- Probeta de 100 ml
- Porta y cubre objetos
- Mesa de laboratorio
- Gasa

3. De oficina

- Material de escritorio
- Cámara fotográfica
- Computador

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En el presente experimento, por tratarse de un estudio del nivel de contaminación e impacto ambiental, no se consideraron tratamientos experimentales, sino que responde a un análisis de muestreo completamente al azar con la obtención de las muestras de las aguas residuales, recogidas en las diferentes áreas de la planta de lácteos, así como de la que reciben los bovinos en los bebederos, por lo tanto, el estudio se trató de un diagnóstico de tipo técnico mediante la aplicación de la matriz modificada de Leopold y aplicar las medidas mitigadoras y evaluar su efecto.

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las variables experimentales que se consideraron en el presente estudio fueron

de acuerdo al área de procedencia de las muestras (Planta de lácteos y Programa de bovinos de leche), en las mismas que se evaluaron:

- Presencia de coliformes patógenos
- Sólidos en suspensión
- Emanación de amoníaco
- Emanación de olores
- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)
- Demanda química de oxígeno (DQO)
- Medidas mitigadoras

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN

Los resultados experimentales fueron sometidos a análisis mediante las estadísticas descriptivas, en las que se considerarán: valores medios y desviación estándar.

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. De campo

Para la recolección de las muestras se realizó una división de las diferentes áreas, las mismas que fueron:

1. Toma de agua (canal de riego)
2. Tanque reservorio
3. Sala de ordeño
4. Área de recepción de la leche
5. Área de elaboración de quesos
6. Área de los bebederos de los corrales donde toman el agua los bovinos.

En estos sectores se tomaron aproximadamente 200 cc de las aguas residuales, en los vasos esterilizados, con las manos debidamente enguantadas, para luego ser tapados, identificados y ser transportados por medio de una caja térmica al

Laboratorio de Técnico de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH, para realizar los respectivos análisis del control de la calidad.

La toma de las muestras se realizó cada 15 días, por un intervalo de dos meses (32 muestras), para luego volver a evaluar, una vez que se hayan aplicado las medidas mitigadores, y establecer su efecto, evaluación que se realizó de igual manera con un intervalo de tiempo de 15 días (16 muestras). Con estos resultados reportados por el laboratorio, se aplicaron las siguientes medidas mitigadoras:

- Construcción de piscinas de oxidación para los efluentes de el área de leche en numero de 2, conectados entre si, y en el área de quesos 1.
- Siembra de lechuguines (*Pistia stratiotes*) en un tanque de prueba.
- Notificar al técnico de la planta de lácteos a que recicle las sustancias ácidas y básicas que se utiliza para lavar el pasteurizador y se reúnan en un tanque colector hasta que sean neutras, para luego ser evacuadas hacia los tanques de oxidación del área de leche.
- Transporte de suero de leche hacia el programa porcino de la facultad.
- Siembra de lechuguines (*Pistia stratiotes*) en el tanque reservorio de agua para bebida de los bovinos una vez que los resultados del tanque de prueba fueron satisfactorios.
- Siembra de carrizos (*Arundo donex*) y chilca (*Baccharis Racemasa*) en los bordes de los tanques de oxidación.
- Siembra de lechuguines (*Pistia stratiotes*) en las piscinas de oxidación.
- Lavado periódico del bebedero del corral

- Limpieza diaria del área de ordeño (pisos, sistema de ordeño, bidones y baldes)

Para medir el grado de contaminación e impacto ambiental, se utilizó la matriz modificada de Leopold, que se basa en un cuadro de doble entrada cuyas columnas estarán encabezadas por las mediciones experimentales consideradas, y cuyas entradas por filas están ocupadas por la relación de acciones que causen el impacto; ambas listas de factores y acciones tienen carácter de listas de chequeo entre las que hay que seleccionar los relevantes para cada caso.

A la hora de caracterizar el impacto, se basó en los siguientes criterios:

- Presencia (Notable/Mínima).
- Carácter genérico (+/-).
- Tipo de acción (directa/indirecta).
- Sinergia (simple/acumulativo/sinérgico).
- Temporalidad (corto/medio/largo plazo).
- Duración (temporal/permanente).
- Reversibilidad (Reversible/irreversible).
- Recuperabilidad (Recuperable/Irrecuperable)
- Continuidad (Continuo/ Discreto).
- Periodicidad (Periódico/Aperiódico).

La valoración se puede realizar con la siguiente clasificación:

- Compatible: de rápida recuperación sin medidas correctoras.
- Moderado: la recuperación tarda cierto tiempo pero no necesita medidas correctoras o solo algunas muy simples.
- Severo: la recuperación requiere bastante tiempo y medidas correctoras más complejas.
- Crítico: supera el umbral tolerable y no es recuperable independientemente de las medidas correctoras (este es el tipo de impactos que, en teoría al menos, hacen inviable un proyecto y lo paran).

Para asignar valores se tomara como referencia las siguientes puntuaciones:

- (E) Extensión (puntual o amplia, con valores de 1, 3, 5).
- (D) Distribución (puntual o continua, con valores de 1 y 0.5).
- (O) Oportunidad (oportuna o inoportuna, con valores de 1 y 2).
- (T) Temporalidad (Infrecuente, frecuente y permanente, con valores de 0.5, 1 y 2).
- (R) Reversibilidad (reversible e irreversible, con valores de 1 y 2).
- (S) Signo (+ ó -).
- (M) Magnitud (baja, media, alta, con valores de 1, 3, 5).

Con estos valores calculamos el Índice Total de Impacto (IT), que tiene la siguiente fórmula:

$$IT = [(M \cdot T + O) + (E \cdot D)] \cdot R \cdot S$$

Que se valora en:

30 - 50	Crítico.
15 - 30	Severo.
5 - 15	Moderado.
< 5	Compatible.

En el Anexo 1 se reporta la matriz que sirvió como guía para la correspondiente evaluación.

2. De laboratorio

a. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para estabilizar la materia orgánica carbonosa que existe en la muestra.

- Preparar la solución madre, adicionar 1 ml de cloruro férrico, adicionar 1 ml de

cloruro de magnesio, mas 2 ml de de una solución de pH 7

- Tomar 250 ml de esta solución y aforar con agua destilada (750 ml), esta solución llenar en los 2 embudos winkler, el uno se guarda para ser analizado dentro de 5 días y en el otro adicionamos 1 ml de sulfato manganoso, transcurrido 10 minutos adicionar ácido sódico 1 ml, dejar en reposo; transcurrido este tiempo adicionar 1 ml de ácido sulfúrico concentrado y agitamos con el fin de diluir el precipitado.
- Transvasar el precipitado a un Erlenmeyer de 500 ml, titular con tío sulfato de sodio a 0.025 N hasta que de una coloración amarillo, en este momento adicionar de 5 a 10 gotas de almidón, dando una coloración azul oscura, seguir titulando hasta que la solución se vuelva incolora, a los 5 días hacer lo mismo con el otro embudo winkler.

b. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Corresponde a la cantidad de oxígeno necearía para oxidar la materia orgánica mediante la utilización de un fuerte oxidante químico en un medio ácido. Se usa dicromato de potasio como oxidante

- Colocar 25 ml de muestra en un balón de reflujo, adicionar 10 ml de dicromato de potasio a 0.025 N adicionar 30 ml de ácido sulfúrico concentrado , adicionar 1 g de sulfato de plata, adicionar núcleos de ebullición y someter a reflujo en un lapso de 2 horas , apagar el equipo , adicionar 100 ml de agua destilada , dejar enfriar y titular con ferro sulfato de amonio a 0.25 N

c. Sólidos en suspensión

Tomamos 250 ml de solución a ser analizada y dejamos decantar, para luego ser separadas las dos partes y poder ser secada la parte sólida a 65°C y ser medida

d. Presencia de coliformes patógenos

Se prepara una solución madre donde sembró un cultivo para luego de 5 días, analizar y hacer el conteo respectivo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. CONTAMINACIÓN E IMPACTO AMBIENTAL

Tomando en consideración que contaminante es todo elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido, o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, concentraciones o períodos de tiempo, pueda constituir un riesgo para la salud de las personas, la calidad de vida de la población, la preservación de la naturaleza por cuanto se genera la llamada contaminación (McGrath, M. 2005); tomándose en cuenta que en el presente trabajo se trata de establecer el nivel de contaminación de las aguas residuales que reciben las vacas lecheras de la Estación Experimental de Tunshi, aspecto que está afectando su aspecto sanitario; en cambio que el impacto ambiental se considera a cualquier alteración significativa positiva (beneficiosa) o negativa (dañina) de uno o más de los componentes bióticos, abióticos, socioeconómicos, culturales y estéticos del ambiente (Espinoza, H. 2001), mediante el empleo de la Matriz modificada de Leopold, que consiste en un cuadro de doble entrada cuyas columnas están encabezadas por una amplia relación de factores ambientales y cuyas entradas por filas están ocupadas por otra relación de acciones; ambas listas de factores y acciones tienen carácter de listas de chequeo entre los que se deben seleccionar los aspectos relevantes para cada caso (Conesa, V. 1997 y Gómez, O. 1999), por lo que para medir las principales fuentes de contaminación e impacto ambiental por el uso de las aguas residuales del procesamiento de la leche en la Planta de Lácteos y su efecto en la Unidad Bovinos de Leche de la Estación Experimental Tunshi, se recolectaron las muestras de las aguas residuales de las diferentes áreas de proceso, cuyos resultados obtenidos se analizan a continuación:

1. En el canal de riego

En el agua del canal de riego (cuadro 6), se determinó que la presencia de coliformes patógenos, sólidos en suspensión, emanación de amoníaco, emanación de olores, demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y demanda química

de oxígeno (DQO), fueron notables, de carácter genérico positivo, estableciéndose en los casos de la emanación de amoníaco, DBO y DQO una acción directa, pero respecto a la presencia de coliformes patógenos, sólidos en suspensión y emanación de olores su tipo de acción es indirecta, dependiendo muchas de las veces de diferentes sustancias que se arrastran con el agua que ingresa a lo largo del canal de riego.

Con relación a la sinergia los casos de acción simple fueron la cantidad de sólidos en suspensión, la emanación de amoníaco y de los olores, mientras que de acción acumulativa en los casos de la presencia de coliformes patógenos, DBO y DQO, es decir que los microorganismos requieren de una mayor cantidad de oxígeno para estabilizar y oxidar la materia orgánica, siendo estos de duración permanente, mientras que la cantidad de sólidos en suspensión, la emanación de amoníaco y la emanación de olores presentaron ser temporales; siendo en todos los casos reversibles, discretos y aperiódicos, que representan que las alteraciones pueden ser asimiladas por el entorno de forma medible, a corto y mediano plazo, en base a la aplicación de medidas mitigadoras para la auto depuración del agua (Dellepiane, S. 2005).

La presencia de coliformes patógenos y sólidos en suspensión presentaron una valoración de compatibles, es decir, que pueden tener una rápida recuperación sin ser necesario la aplicación de medidas correctoras, en cambio que la emanación de amoníaco, emanación de olores, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y demanda química de oxígeno (DQO), para su recuperación se requiere de cierto tiempo, aplicándose adicionalmente ciertas medidas correctoras simples.

Totalizando los resultados encontrados en base a los promedios determinados de la suma de los diferentes contaminantes considerados en el agua del canal de riego, que ingresa a la Estación Experimental Tunshi para las diferentes actividades productivas, se estableció que los contaminantes son de presencia notable, de carácter genérico positivo, con un tipo de acción directa, acumulativa de temporalidad moderada, con una duración permanente considerándose reversible y recuperable, ya que presenta una continuidad discreta y aperiódica,

teniendo una evaluación moderada, aunque su Índice Total de Impacto tiene una valoración de 1.25 puntos, ya que estas características pueden revertirse con medidas correctoras simples, como las que se aplicaron con la construcción de piscinas de oxidación, con la siembra de *Arundo donex* y *Baccharis Racemasa* en sus bordes y la construcción de un tanque reservorio que junta el agua luego de haber pasado por las piscinas de oxidación.

2. En el tanque reservorio

La calidad del agua contenida en el tanque reservorio, presentó similares valores en los diferentes contaminantes evaluados durante la aplicación de las medidas de mitigación, que se enunciaron anteriormente, como son la construcción de piscinas de oxidación, con la siembra de *Arundo donex* y *Baccharis Racemasa* en sus bordes, por lo que se considera una presencia mínima de contaminantes, de carácter negativo, con un tipo de acción indirecta, una sinergia simple, con una acción a corto plazo de carácter temporal, considerada reversible y de fácil recuperación, ya que presenta una continuidad discreta y son de acción aperiódica, considerándose por tanto con una evaluación de compatible ya que su recuperación no requirió de medidas mitigadoras adicionales, por lo que su Índice Total de Impacto alcanzó una valoración de 1.00 punto. Manteniéndose estas características aun después de la aplicación de las medidas mitigadoras (cuadro 7), por lo que se establece que el agua contenida en el tanque reservorio es de calidad satisfactoria, por lo que si se emplearía esta agua directamente en los bebederos de los corrales, se garantizaría la salud de los animales, pero su utilización se dedica casi en su totalidad en la planta de lácteos, la misma que después de haber sido empleada en los diferentes procesos llega a los bebederos de los corrales con una calidad no aceptable, pero que en todo caso, según su capacidad de recuperación, le corresponde un impacto ambiental reversible, por cuanto su alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a corto plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales y de los mecanismos de auto depuración del medio (Dellepiane, S. 2005), proporcionado por la siembra de los lechuguines (*Pistia stratiotes*) en el tanque reservorio, que tienen la función de impedir el desarrollo de los coliformes patógenos para estabilizar y oxidar la materia orgánica contenida en el agua que se mantiene en el tanque reservorio.

3. En el área de ordeño

a. Antes

En el área de ordeño, las aguas residuales muestradas antes de la aplicación de las medidas mitigadoras tuvo las siguientes características (cuadro 8): la presencia de coliformes patógenos, sólidos totales en suspensión, emanación de amoníaco, emanación de olores, demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y demanda química de oxígeno (DQO), fueron notables, teniendo un carácter genérico positivo y de acción indirecta, a excepción de la emanación de olores, que tiene un carácter genérico negativo y de acción directa, que puede deberse a que el agua entra en contacto directo con la piel y las heces de los animales, que proporcionan esta característica. También presentaron una sinergia simple en la presencia de coliformes patógenos, sólidos en suspensión, emanación de amoníaco y emanación de olores, mientras que la DBO y DQO, fueron acumulativas, teniendo todas una temporalidad de corto plazo, de duración permanente, aunque la presencia de sólidos en suspensión fue temporal; considerándose todos los contaminantes de carácter reversible de fácil recuperación, es decir, se puede eliminar los contaminantes para volver a la calidad original mediante medidas correctoras, por cuanto presentan una acción continua y periódica.

En base a lo manifestado, la valoración de los impactos, en cuanto a la presencia de sólidos totales en suspensión tiene un carácter compatible, de rápida recuperación, mientras que el resto de contaminantes se consideran de impacto moderado, con un Índice Total de Impacto de 1.50 puntos, lo que representa que su recuperación tarda cierto tiempo pero necesita medidas correctoras simples, las mismas que según Rizzo, P (2005), este tipo de agua residual, debe de ser recolectada y tratada, una vez tratada se puede almacenar y reutilizar en servicios higiénicos, limpieza de pisos o simplemente mantenerla aireada para que pueda emplearse como agua contra incendios, más no que formen parte del agua que llega a los bebederos de los corrales, ya que los contaminantes contenidos pueden afectar la salud de los animales.

b. Durante

Conocidos los resultados anteriores, se procedió a la construcción de tanques de oxidación, con siembra de *Arundo donex* y *Baccharis Racemasa*, en los bordes, como la limpieza diaria del área de ordeño (pisos, sistema de ordeño, bidones y baldes), la evaluación del agua residual durante la aplicación de estas medidas mitigadoras, se encontró las siguientes caracterizaciones de los impactos:

La presencia de coliformes patógenos, presenta un comportamiento diferente a los otros contaminantes, por cuanto se estableció que el agua residual los coliformes son de presencia notable, de carácter genérico positivo, con un tipo de acción directa, de sinergia acumulativa, de temporalidad moderada, con una duración permanente, considerándose reversible y recuperable, de carácter continuo y periódico, teniendo una evaluación moderada; en cambio, los sólidos totales en suspensión, emanación de amoníaco, emanación de olores, DBO y DQO, registraron una presencia mínima, de carácter genérico negativo, de acción indirecta, con una sinergia simple a corto plazo, de duración temporal, considerándose adicionalmente de reversibles y recuperables, por cuanto presentan una continuidad discreta y es aperiódico, por lo que se considera de un impacto moderado, y un índice de total de impacto de 2.00 puntos, estableciéndose por tanto que las medidas mitigadoras aplicadas favorecieron ligeramente en la calidad del agua residual de esta área, aunque no es considerada apta para que llegue a los bebederos de los corrales sin pasar nuevamente por las piscinas de oxidación.

c. Después

La calidad del agua residual de la sala de ordeño evaluada después de la aplicación de las medidas mitigadoras fue similar a la calidad determinada durante la aplicación de estas medidas, con la diferencia que en la presencia de coliformes patógenos, la temporalidad paso de mediano a corto plazo, pero el resto de los parámetros evaluados fueron similares, razón por lo cual el índice total de impacto para la presencia de coliformes patógenos fue de 2.00 puntos, por cuanto se encontró que los coliformes son de presencia notable, de carácter

genérico positivo, con un tipo de acción directa, de sinergia acumulativa, de temporalidad moderada, con una duración permanente, reversible y recuperable, con una acción continua y periódica; mientras que los sólidos en suspensión, emanación de amoníaco, emanación de olores, DBO y DQO, registraron un índice total de impacto de 1.50 puntos, por cuanto su presencia fue mínima, carácter genérico negativo, acción indirecta, sinergia simple a corto plazo, duración temporal, de carácter reversible y recuperable, con una continuidad discreta y aperiódico, considerándose un impacto moderado. En base a lo analizado el índice total de impacto del agua residual del área de ordeño fue de 1.17 puntos, determinándose que las medidas mitigadoras aplicadas favorecieron la calidad del agua residual

4. Área de recepción de la leche

a. Antes

En el área de recepción de la leche en la planta de lácteos, que es donde llegan los bidones de la leche, los mismos que en su parte exterior se observaba continuamente la presencia de suciedades, lo que puede manifestarse en una contaminación continua, por cuanto la presencia de sólidos en suspensión, emanación de olores, la DBO y DQO, fue notable de carácter genérico negativo, mientras que la presencia de coliformes patógenos, la emanación de amoníaco fue mínima, de carácter genérico positivo; manifestándose un tipo de acción directa, de sinergia acumulativa en la presencia de coliformes, sólidos en suspensión, DBO y DQO, mientras que la emanación de olores y de amoníaco presentaron una sinergia simple, de igual manera la temporalidad varió entre corto y mediano plazo, pero que se consideraron reversibles y recuperables (cuadro 9), pudiendo disminuirse la cantidad de contaminantes en esta área con el lavado de los bidones y recipientes en que se transporta la leche, como medida mitigadora, pero con la consideración de que esta agua residual no deben ser utilizados como agua de bebida de los animales, si no que se le debe utilizar como agua de regadío de los potreros que se encuentran en descanso, por cuanto según Rizzo, P (2005), esta agua residual, contiene suciedades y grasas, por lo que se conside

ra de acción continua y periódica, por lo que evaluando el impacto se consideró como compatible la presencia de sólidos en suspensión mientras que el resto de contaminantes se consideran de acción moderada, las mismas que se pueden recuperar con medidas correctoras simples como las anotadas, además que se construyeron dos (2) piscinas de oxidación en esta área; encontrándose un índice total de impacto de 14.50 puntos, por cuanto en promedio de esta área se registró que los contaminantes fueron de presencia notable, de carácter genérico positivo, con un tipo de acción directa, acumulativa de temporalidad moderada, con una duración permanente considerándose reversible y recuperable, ya que presenta una continuidad discreta y periódica.

b. Durante

Con el lavado de los bidones y recipientes en que se transporta la leche, así como la construcción de las piscinas de oxidación (en número de 2) y la siembra de lechuguines (*Pistia stratiotes*) en estas, como medidas correctoras se logró mejorar la calidad del agua residual, de esta área, a excepción de la presencia de coliformes patógenos, que presentaron un comportamiento diferente a los otros contaminantes, por cuanto se estableció que la presencia de coliformes patógenos fueron de presencia notable, de carácter genérico positivo, con un tipo de acción directa, de sinergia acumulativa, de temporalidad moderada, con una duración permanente, considerándose reversible y recuperable, de carácter continuo y periódico, teniendo una evaluación moderada; en cambio, los sólidos en suspensión, emanación de amoníaco, emanación de olores, DBO y DQO, registraron una presencia mínima, de carácter genérico negativo, de acción indirecta, con una sinergia simple a corto plazo, de duración temporal, considerándose reversibles y recuperables, por cuanto presentan una continuidad discreta y es aperiódico, por lo que se considera de un impacto moderado, con un índice de total de impacto de 2.00 puntos, considerándose por consiguiente que las medidas mitigadoras favorecieron la calidad del agua residual.

c. Después

En la evaluación después de la aplicación de las medidas mitigadoras para

mejorar la calidad del agua residual del área de recepción de la leche, se encontró que la presencia de coliformes patógenos tuvo un índice total de impacto de 9.50 puntos, que representa que es moderado, debido a que posiblemente es necesario realizar prácticas de mantenimiento y limpieza de las piscinas de oxidación, como una resiembra de los lechuguines (*Pistia stratiotes*), por cuanto la presencia de estos contaminantes fue notable, de carácter genérico positivo de acción directa, sinergia acumulativa, de permanencia a corto plazo, pero permanente, considerándose reversibles y recuperables, de acción continua.

Respecto a los otros contaminantes como los sólidos en suspensión, emanación de amoníaco, emanación de olores, la DBO y la DQO, registraron una presencia mínima, de carácter genérico negativo, pero variando el tipo de acción, por cuanto en los sólidos en suspensión, emanación de amoníaco y emanación de olores, fue de acción indirecta, sinergia simple y aperiódica, mientras que la DBO y la DQO presento una acción directa, sinergia acumulativa y periódica, considerándose todos los contaminantes de de acción a corto plazo, de carácter temporal, reversibles y recuperables, estableciéndose los índices totales de impacto de 2.0 puntos que representa que son de tipo compatible, es decir que representan una rápida recuperación con o sin medidas correctoras, pero teniéndose en cuenta que las aguas utilizadas en esta área pasaron por las piscinas de oxidación, lo que mejoró su calidad, pero en base a la calidad final después de su uso, esta debe ser nuevamente tratada para su posterior uso, no como agua de bebida de los animales sino únicamente como agua de regadío por la presencia de los contaminantes, o a su vez se puede almacenar y reutilizar en los servicios higiénicos y limpieza de pisos (Rizzo, P. 2005)

5. Área de elaboración de los quesos

a. Antes

En el área de elaboración de los quesos, donde se utiliza el agua para el lavado de los equipos y materiales antes y durante el proceso de la leche, que luego se mezcla con parte del suero que se desprende después del cuajado de la leche y posterior moldeo y prensado, determinó que antes de aplicarse las medidas

mitigadoras presente un índice total de impacto alto (14.50 puntos), por cuanto la presencia de contaminantes fue notable, de carácter genérico positivos, de acción directa, variando en el carácter sinérgico, ya que la presencia de coliformes patógenos, emanación de amoníaco, la DBO y la DQO fue acumulativa, mientras que el contenido de sólidos en suspensión y la emanación de olores tuvo una sinergia simple; respecto a la temporalidad la presencia de coliformes patógenos se consideran de mediano plazo, mientras que el resto de contaminantes fueron de corto plazo y con relación a la durabilidad se estableció que la emanación de amoníaco y emanación de olores fue temporal, en cambio que se consideraron de una duración permanente la presencia de coliformes patógenos, sólidos totales en suspensión, la DBO y la DQO, teniendo además todos un carácter reversible, recuperables con una acción continua y periódicas, que pueden regresar a su estado original con la aplicación de medidas mitigadoras (cuadro 10).

b. Durante

Conocida la valoración de la contaminación y evaluación del impacto ambiental, del agua residual del área de elaboración de los quesos, se establecieron como medidas mitigadoras notificar al técnico de la planta que recicle las sustancias ácidas y básicas que se utilizan para lavar el pasteurizador y se reutilicen hasta que pierdan su efecto, para luego ser evacuadas hacia los tanques de oxidación del área de recepción de la leche, así como evitar que el suero de la leche se derrame, por el contrario se recolecte y se lo transporte hacia el programa porcino de la facultad para darle un mejor empleo por su calidad nutritiva, acciones que permitieron bajar el índice total de contaminación de 14.5 a 2.0 puntos, que se considera compatible, es decir, con las medidas correctoras empleadas se mejoró la calidad del agua, por cuanto de acuerdo a la Matriz modificada de Leopold se determinó los siguientes factores y acciones, siendo la presencia de coliformes patógenos de presencia notable, de carácter genérico positivo, con una acción directa, acumulativa, de temporalidad a mediano plazo y una duración permanente, continua y periódica; en cambio, el resto de contaminantes considerados como son la presencia de sólidos en suspensión, emanación de amoníaco, emanación de olores, la DBO y la DQO, presentaron una presencia mínima, de carácter genérico negativo, de acción indirecta, sinergia simple, acción

de corto plazo, de duración temporal, teniendo todas un carácter reversible y la calidad del agua recuperable, ya que la presencia de contaminantes fue discreta y aperiódica

c. Después

Luego de aplicarse las medidas mitigadoras, los resultados obtenidos de los contaminantes en las aguas residuales, presento una variación considerable respecto a las respuestas obtenidas durante se aplicaban las medidas correctoras, por cuanto la presencia de coliformes registro una presencia notable, de carácter genérico positivo, de acción directa, acumulativa, de corto plazo, con una duración permanente, reversible, recuperable, con una presencia continua y periódica, con una evaluación del índice total de impacto de 9.50 puntos, lo que pude deberse a que las piscinas de oxidación deben someterse a procesos de limpieza y renovación de la siembra de lechuguines (*Pistia stratiotes*), por cuanto posiblemente estas piscinas se contaminaron por la presencia de estos microorganismos, por lo tanto no cumplen con la función destinada a la que se construyeron, como es la purificación y oxigenación del agua, que debe detener el desarrollo microbiano, lo que a su vez alteró la DBO y la DQO, que a pesar de registrarse una presencia mínima de carácter genérico negativo, su acción fue directa con una sinergia acumulativa de carácter continuo y periódico. En cambio, la presencia de sólidos en suspensión, la emanación de amoniaco y de olores, su sinergia es simple y aperiódica, siendo su presencia mínima, con acción indirecta de duración temporal, de carácter reversible y recuperable, por lo que el índice de impacto es de 2.00 puntos, por lo que se debe enfatizar en la limpieza de las piscinas de oxidación y la resiembra de lechuguines, para mejorar la calidad del agua, que esta destinada para el consumo de los bovinos lecheros de la Estación Experimental Tunshi.

6. En los bebederos de los corrales

a. Antes

La calidad del agua en lo bebederos de los corrales antes de aplicar medidas

correctoras o mitigadoras, presento un índice total de impacto de 2.00 puntos, que se debe a que presentaron las siguientes características (cuadro 11): la presencia de coliformes fecales, emanación de amoníaco y la emanación de olores registraron una presencia mínima, de carácter genérico negativo, variando en el tipo de sinergia, por cuanto en la presencia de coliformes fue acumulativa con una duración permanente, en cambio la emanación de amoníaco y de olores fueron de sinergia simple, con una duración permanente en el primer caso y de temporal en la siguiente, considerándose un efecto moderado.

Con relación a la presencia de sólidos en suspensión, la DBO y la DQO, su presencia fue notable, de carácter genérico positivo, con una sinergia acumulativa, con una duración temporal la presencia de sólidos y permanentes la DBO y DQO; además todos los contaminantes enunciados registraron un tipo de acción directa, de acción a mediano plazo (temporalidad), siendo reversibles y recuperables, de acción continua y periódicas, por lo que se consideraron de una valoración moderada, que representa que la recuperación tarda cierto tiempo con medidas correctoras muy simples, debido a que las aguas que llegaba a los bebederos de los corrales, a más de las provenientes del canal de riego, se sumaban las aguas residuales del área de la recepción de la leche y de la elaboración de los quesos.

b. Durante

Las medidas mitigadoras para mejorar la calidad del agua que llega a bebederos de los corrales fue la construcción de un tanque reservorio, donde se receipta el agua del canal de riego y es clorada, además de las construcciones de piscinas de oxidación en número de dos en el área de recepción de la leche y una en el área de elaboración de los quesos, a lo que se sumó la siembra de *Pistia stratiotes*, con la finalidad mejorar la calidad del agua, reduciendo la presencia de microorganismos patógenos, así como reducir la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para estabilizar y oxidar la materia orgánica presentes en esta agua, se determinó que su índice total de impacto se redujo a 1.00 punto, ya que los contaminantes considerados para su evaluación, tuvieron una presencia mínima, de carácter genérico negativo, de tipo de acción indirecta,

sinergia simple, de corto plazo, una duración temporal, considerándose reversibles y recuperables, ya que presentaron una acción continua y aperiódicas, lo que hace que tengan una valoración de compatible, que representa que tiene una rápida recuperación sin necesidad de aplicar medidas correctoras o mitigadoras adicionales.

c. Después

En la evaluación posterior a la aplicación de las medidas mitigadoras indicadas en el acápite anterior, se determinó que la presencia de coliformes patógenos presentaron un comportamiento diferente a los otros contaminantes considerados, por cuanto la presencia de coliformes patógenos tuvo un carácter genérico positivo de acción directa, sinergia acumulativa, de duración permanente, periodicidad continua y periódica, mientras que los otros factores de contaminación como son los sólidos en suspensión, emanación de amoníaco, emanación de olores, DBO y DQO, su presencia fue mínima, de carácter genérico negativo, de acción indirecta, sinergia simple de corto plazo, de duración temporal de una continuidad discreta y aperiódica, siendo en todos los casos reversibles y recuperables, por lo que la valoración que se registró en el caso de la presencia de coliformes patógenos de acción moderada y el resto de compatibles, que registraron un índice total de impacto de 1.00 punto, estableciéndose por consiguiente que las medidas mitigadoras aplicadas como son la construcción de del tanque reservorio, donde se receipta el agua del canal de riego y es clorada, la construcción de las piscinas de oxidación y la siembra de lechuguines (*Pistia stratiotes*) en estas, mejoraron la calidad del agua que llega a los bebederos de los corrales, con la particularidad, de que es necesario realizar periódicamente una limpieza de estas instalaciones construidas así como la resiembra de los lechuguines (*Pistia stratiotes*), por cuanto al parecer la presencia de coliformes patógenos indica que existe una permanente contaminación.

B. CALIDAD QUÍMICA Y BIOQUÍMICA DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI

1. Nitrógeno Amoniacal

En la evaluación de la cantidad de nitrógeno amoniacal (mg/l) de las aguas residuales de las diferentes áreas de estudio de la Planta de Lácteos y del Programa Bovinos de Leche de la Estación Experimental Tunshi (cuadro 12), determinó que las aguas del canal de riego presentaron una cantidad de 0.07 ± 0.03 mg/l, que se incrementó ligeramente a 0.16 ± 0.00 mg/l, con la aplicación de las medidas mitigadoras, considerándose este incremento no por efecto de los tratamientos aplicados sino posiblemente a una posible contaminación en el trayecto durante el recorrido del agua por el canal, por lo que la cantidad de nitrógeno amoniacal esta por debajo de los valores indicados en el Proyecto Norma Ambiental para Ecuador (citado por Aldas, A. 2004), donde se indica que el Nitrógeno total que debe contener el agua dulce es de 15 mg/l, valor que es superior a los determinados en las aguas residuales de las diferentes áreas evaluadas, cuyas cantidades se indican a continuación.

El agua del tanque reservorio después de la aplicación de las medidas de mitigación, que correspondió a lo recolección del agua del canal de riego y la aplicación de cloro en la proporción de 1/1000 litros, registró una cantidad de 0.17 ± 0.19 mg/l, que se considera apta para el consumo tanto de animales como para los humanos.

En la alcantarilla del área de ordeño, el nitrógeno amoniacal en el agua residual determinado al inicio del estudio fue de 1.59 ± 1.89 mg/l, que se redujo a 1.07 ± 0.0 mg/l, durante la aplicación de las medidas mitigadoras que consistió en la limpieza diaria del área de ordeño (pisos, sistema de ordeño, bidones y baldes), con agua proveniente de las piscinas de oxidación, para incrementarse ligeramente a 1.28 ± 1.10 mg/l posterior a la aplicación de las medidas antes mencionadas, incremento que pudo deberse a falta de mantenimiento y limpieza de las piscinas de oxidación, las mismas que pudieron contaminarse por los residuos retenidos -

en estas, pero que en todo caso se encuentra entre los valores citados por Aldas, A (2004).

En el área de recepción de la leche, las aguas residuales presentaron al inicio una cantidad de nitrógeno amoniacal de 0.65 ± 0.46 mg/l, que se incrementó durante la aplicación de las medidas mitigadoras a 6.40 ± 0.0 mg/l y que se redujo posteriormente a 1.10 ± 1.27 mg/l, resultados que se deben posiblemente a que dentro de las medidas de mitigación, se propuso que los recipientes en que llega la leche sean correctamente lavados en ésta área para su posterior entrega al área de ordeño, por lo que se incrementa este contaminante en el área de recepción de la leche, reduciendo posteriormente cuando se implementaron las medidas higiénicas necesarias en la sala de ordeño.

El agua residual en el área de elaboración de los quesos, la presencia del nitrógeno amoniacal al inicio del trabajo fue de 0.74 ± 0.53 mg/l, que se incrementó a 5.90 ± 0.0 mg/l durante la aplicación de las medidas mitigadoras, debiéndose posiblemente este incremento a que las medidas higiénicas de limpieza se realizaron con mayor cuidado y precaución para mejorar la calidad de los quesos, así como también pudo haber una contaminación con los productos químicos utilizados para la limpieza, pero las cantidades determinadas se redujeron luego de la adopción de las prácticas higiénicas a 1.10 ± 1.27 mg/l, lo que permite indicar que las medidas mitigadoras favorecen a obtener aguas residuales con menores índices de contaminación, ya que estas se utilizan posteriormente para el consumo de los animales.

En los bebederos de los corrales la cantidad de nitrógeno amoniacal registrada fue baja, por cuanto al iniciar el trabajo se determinó 0.50 ± 0.46 mg por litro de agua, que mediante la aplicación de las medidas mitigadoras, es decir, que las aguas residuales de las otras áreas al pasar por las piscinas de oxidación que estuvieron sembradas con *Pistia stratiotes* permitieron mejorar su calidad, ya que se registró una cantidad de 0.20 ± 0.0 mg/l, incrementándose ligeramente después de la adopción de las medidas a 0.30 ± 0.0 mg/l, pero que se debieron a la falta de mantenimiento y limpieza de las piscinas, pero que sigue siendo una cantidad inferior a la inicial, por lo que en base al Proyecto de la Norma Ambiental para

Ecuador (citado por Aldas, A. 2004), se puede indicar que el agua que reciben los bovinos lecheros es apta para su consumo, por cuanto el límite permitido de Nitrógeno total en el agua dulce es de 15 mg/l.

En el gráfico 1, se demuestra el comportamiento del contenido de nitrógeno amoniacal en las aguas residuales de las diferentes áreas evaluadas, tienden a mejorarse después de la aplicación de las medidas mitigadoras.

2. Demanda Bioquímica de Oxígeno

El agua del canal de riego presentó al inicio del trabajo una Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) de 243.33 ± 41.63 mg/l, que es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para estabilizar la materia orgánica carbonosa, cantidad que supera el valor referencial indicado en el Proyecto Norma Ambiental para Ecuador, citado por Aldas, A (2004), donde se señala que el agua dulce apta para el consumo humano debe contener un límite máximo permisible de 100 mg/l, lo que representa que el agua que ingresa a la estación experimental debe mejorarse con la aplicación de medidas mitigadoras para mejorar su calidad y ser apta ser consumida por los bovinos.

En el tanque reservorio el agua presentó una DBO de 94.00 ± 0.0 mg/l, durante la aplicación de las medidas mitigadoras, siendo una de ellas, la misma construcción de este tanque, previo el paso por una piscina de oxidación, en la cual posteriormente se sembraron *Pistia stratiotes*, valor que se ajusta al indicado en el Proyecto Norma Ambiental para Ecuador, citado por Aldas, A (2004), en cambio que en la evaluación después de aplicarse las medidas mitigadoras, esta demanda se elevó a 155.00 ± 60.81 mg/l, valor que representa es necesario realizar un mantenimiento periódico de la limpieza de las piscinas de oxidación, así como la resiembra de *Pistia stratiotes*, pero que se considera apta para su consumo por parte de los animales, ya que para los humanos el límite fijado es de 100 mg/l.

La calidad del agua en las alcantarillas del área de ordeño, deja mucho que desear, considerándose no apta para el suministro de los animales, ya que la can-

tividad determinada de DBO es más que elevada, por cuanto se determinó valores de 2566.67 ± 150.11 mg/l al inicio del trabajo, 6400.00 ± 0.00 mg/l, durante la aplicación de medidas mitigadoras, pero con respecto al agua utilizada, reduciéndose considerablemente a 330.00 ± 296.98 mg/l después de la adopción de estas medidas, por lo que en base a estos valores, el agua residual de la sala de ordeño debe destinarse únicamente para el regadío de los potreros, más no aplicar ningún tratamiento adicional, ya que según Rizzo, P (2005), este tipo de agua residual, debe de ser recolectada y tratada, para reutilizarla en los servicios higiénicos, limpieza de pisos o simplemente mantenerla aireada para que pueda emplearse como agua contra incendios, siendo de mayor importancia en la Estación Experimental Tunshi, emplearla para el riego de los potreros que están en recuperación.

Las aguas residuales en el área de recepción de la leche, también presento una alta DBO, ya que como se indicó a esta sector llegan los bidones de la leche, con su parte exterior sucia y muchas veces con la adhesión de heces fecales de los animales, lo que representa una contaminación permanente, ya que al inicio y durante la aplicación de medidas mitigadoras presentaron DBO de 3570.00 ± 974.11 y 8600.00 ± 0.00 mg/l, reduciéndose a 452.50 ± 95.46 mg/l, después de la aplicación de las medidas mitigadoras, que entre las cuales a más de las piscinas de oxidación, se exigía un mejor control higiénico de los bidones y recipientes en que se transporta la leche, notándose por tanto que su calidad se mejora, pero no en las condiciones deseadas, teniendo que destinarse también esta agua para el riego de los potreros.

Respecto al agua residual en el área de elaboración de los quesos, la DBO determina que esta no debería pasar a formar parte del agua de bebida de los animales, por cuanto la presencia de contaminantes naturales, actúan adicionalmente los diferentes compuestos químicos contenidos en los diferentes detergentes y desinfectantes utilizados, por lo que las medidas mitigadoras propuestas como fueron la construcción del tanque reservorio, las piscinas de oxidación, la siembra de *Pistia stratiotes*, *Arundo donex* y *Baccharis Racemasa* en los bordes de los tanques de oxidación, redujeron la DBO, pero no en las cantidades deseadas, ya que inicio, durante y después de la aplicación de las

medidas enunciadas, las cantidades registradas fueron de 4986.67 ± 2586.61 , 4000.00 ± 0.00 y 760.00 ± 311.13 mg/l, respectivamente, siendo necesario buscar otras alternativas de mitigación de los contaminantes, para alcanzar índices de DBO alrededor de los 100 mg/l, que exige el Proyecto de la Norma Ambiental para el Ecuador, citado por Aldas, A (2004).

A diferencia de las cantidades observadas en las áreas anteriores, el agua que reciben los animales en los bebederos de los corrales, de una cantidad inicial de DBO de 1416.33 ± 2081.16 mg/l, se mejoraron con la aplicación de las medidas mitigadoras, siempre y cuando se empleó exclusivamente el agua del canal de riego, sin la mezcla de las otras aguas residuales, es decir, las piscinas de oxidación, la siembra de *Pistia stratiotes*, *Arundo donex* y *Baccharis Racemasa* en los bordes de los tanques de oxidación, la calidad del agua de bebida se mejoró notablemente, por cuanto la DBO durante su aplicación fue de 95.00 ± 0.00 mg/l y posteriormente a su adopción se redujo a 92.50 ± 17.68 mg/l, que se ajustan a los valores requeridos en el Proyecto de la Norma Ambiental para el Ecuador, citado por Aldas, A (2004), siendo necesario adicionalmente realizar el mantenimiento y limpieza de las piscinas, para mantener la calidad del agua.

En el gráfico 2, se representa el comportamiento de la DBO, de las aguas residuales de las diferentes áreas evaluadas, que en la mayor parte de estas a pesar de aplicarse las medidas mitigadoras mejoran su calidad pero no en las cantidades deseadas como sucede con el agua que se suministra a los animales en los bebederos de los corrales.

3. Demanda Química de Oxígeno

La Demanda Química de Oxígeno (DQO), que corresponde a la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica, cuyo valor es siempre superior a la DBO, por que muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente, pero no biológicamente y se usa para comprobar la carga orgánica de aguas residuales que no son biodegradables o contienen compuestos que inhiben la actividad de los microorganismos (Ledoux, L. 2001), en este sentido, el agua del canal de riego presentó al inicio una DQO de 436.67 ± 115.04 mg/l, valor que supe-

ra el referencial indicado en el Proyecto Norma Ambiental para Ecuador, citado por Aldas, A (2004), donde se señala que el agua dulce apta para el consumo debe contener un límite máximo permisible de 250 mg/l, por lo se establece que el agua que ingresa a la estación experimental debe mejorarse con la aplicación de medidas mitigadoras para mejorar su calidad, por lo que se construyó la piscina oxigenadora y el tanque reservorio, que al evaluar la DQO de del agua recolectada se estableció que esta presentó un valor de 126.0 ± 0.0 mg/l, que representa que la calidad del agua se mejoró donde la materia orgánica fue altamente biodegradable, pero cuando se analizó posterior a la aplicación de las medidas mitigadoras, el índice de DQO se elevó a 265.0 ± 63.64 mg/l, que es ligeramente superior al índice referencial citado, por lo que se considera que es necesario realizar una la limpieza periódica de las piscinas de oxidación, así como la resiembra de *Pistia stratiotes*, pero que en todo caso se considera que es apta para su consumo por parte de los animales, por cuanto Stevens, M (1990), señala que en las aguas domesticas la DQO oscila entre 250 a 1000 mg/l.

Con relación al agua residual en las alcantarillas del área de ordeño, se encontró que la cantidad de DQO es más elevada, encontrándose un valor de 3933.33 ± 1962.99 mg/l al inicio del trabajo, elevándose a 8700.00 ± 0.00 mg/l, durante la aplicación de las medidas mitigadoras, pero en la evaluación posterior se encontró que contenían una DQO de 435.00 ± 388.91 mg/l, que aunque se encuentra dentro de los valores señalados por Stevens, M (1990), quien indica que el agua residual obtenida de esta área debe destinarse únicamente para el regadío de los potreros, debido a su presencia alta de nitrógeno amoniacal y una alta demanda de DBO, por lo que se confirma lo señalado por Rizzo, P (2005), quien manifiesta que este tipo de agua residual, debe de ser recolectada y tratada, para reutilizarla en los servicios higiénicos, limpieza de pisos o simplemente mantenerla aireada para que pueda emplearse como agua contra incendios, siendo de mayor importancia en la Estación Experimental Tunshi, emplearla para el riego de los potreros que están en recuperación.

Un comportamiento similar se estableció en la valoración de las aguas residuales en el área de recepción de la leche, por cuanto la DQO al inicio del trabajo fue de 5040.00 ± 901.55 mg/l, durante la aplicación de medidas mitigadoras se elevó a

14800.00±0.00 mg/l, pero con la adopción de un mejor control higiénico de los bidones y recipientes en que se transporta la leche, la calidad del agua se mejoró, pues el valor de la DQO osciló entre 620.00±141.42 mg/l, notándose por tanto que su calidad se mejora, pero no en las condiciones deseadas, debiendo destinarse también esta agua para el riego de los potreros.

El agua residual en el área de elaboración de los quesos, de acuerdo a los valores de la DQO, se consideran que esta no debería destinarse como agua de bebida de los animales, por cuanto a más de la presencia de contaminantes naturales, se mezclan con los diferentes compuestos químicos de los detergentes y desinfectantes utilizados, por lo que se encontró que la DQO al inicio, durante y después de la aplicación de las medidas mitigadoras fueron de 7900.00±265.41, 6212.00±0.0 y 1032.50±123.74 mg/l, considerándose que las medidas mitigadoras propuestas como fueron la construcción de las piscinas de oxidación, la siembra de *Pistia stratiotes*, *Arundo donex* y *Baccharis Racemasa* en los bordes de los tanques de oxidación, redujeron la DQO, pero no en las cantidades deseadas, pues superan a los valores referenciales de Stevens, M (1990), quien señala que en las aguas domesticas la DQO debe oscilar entre 250 a 1000 mg/l.

El agua que llegaba a los bebederos de los corrales al inicio del trabajo presentó una DQO de 2246.67 mg/l, que determinó que la carga orgánica de esta agua no fue biodegradable, por lo que fue necesario la aplicación de las medidas mitigadoras, pues al pasar el agua por las piscinas de oxidación, en las que se sembraron *Pistia stratiotes*, *Arundo donex* y *Baccharis Racemasa* en los bordes de los tanques de oxidación, la calidad del agua que consumieron los bovinos se mejoró considerablemente, ya que durante la aplicación de las medidas mitigadoras señaladas la DQO se redujo a 260.00±0.0 mg/l y más aun en la evaluación final cuyo valor fue de 173.00±94.75 mg/l, valores que se ajustan a los requeridos en el Proyecto de la Norma Ambiental para el Ecuador, citado por Aldas, A (2004), que es de 250 mg/l, así como los referenciales de Stevens, M (1990), quien señala que en las aguas domesticas la DQO debe oscilar entre 250 a 1000 mg/l, aunque es necesario realizar el mantenimiento y limpieza de las piscinas, para mantener la calidad del agua, considerándose adicionalmente que las aguas residuales de las áreas de recepción de la leche y de la elaboración de

los quesos no deben formar parte directamente del agua de bebida de los animales.

En el gráfico 3, se representa el comportamiento de la DQO, de las aguas residuales de las diferentes áreas evaluadas de la Estación Experimental Tunshi, donde se observa que las aguas de las áreas de recepción de la leche y de la sala de ordeño al aplicarse las medidas mitigadoras su calidad se desmejora, pero posteriormente a la adopción de las medidas propuestas como fueron la construcción de las piscinas de oxidación, la siembra de *Pistia stratiotes*, *Arundo donex* y *Baccharis Racemasa* en los bordes de los tanques de oxidación, se redujo la DQO, estableciéndose que la oxidación de las aguas residuales mejoran la calidad del agua que llega a los bebederos para el consumo de los bovinos.

4. Sólidos Totales

Los sólidos totales presentes en el agua que corresponden a los sólidos volátiles y fijos, siendo los volátiles por lo general productos orgánicos y los fijos materia orgánica o mineral, que de acuerdo a su cantidad se consideran elementos contaminantes y propician ser o no aptas para el consumo, por lo que en el Proyecto de la Norma Ambiental para el Ecuador, citado por Aldas, A (2004), se establece su presencia en un máximo permisible de 1600 mg/l, por lo que de acuerdo a este valor, se considera que el agua que llega a la Estación Experimental Tunshi a través del canal de riego cumple con este requisito pues registró una presencia de sólidos totales de 818.67 ± 426.26 mg/l, en cambio en el tanque reservorio durante la aplicación de las medidas mitigadoras la cantidad observada fue alta (2360.0 ± 311.13 mg/l), que posteriormente a la adopción de las medidas mitigadoras la presencia de sólidos totales se redujo (544.00 ± 175.36 mg/l), considerándose apta para su consumo.

En la sala de ordeño, a pesar de que el agua del canal de riego presentó valores aceptables en los sólidos totales, el ingreso de los animales a esta área eleva estos compuestos, pues ellos ingresan de los corrales en espera donde la contaminación orgánica es alta, por lo que al inicio del trabajo en el agua residual de esta área su presencia fue de 4486.67 ± 2147.22 mg/l, pero al aplicarse las me-

medidas mitigadoras como es un lavado principalmente de las patas y las ubres antes del ingreso a la sala de ordeño, su cantidad se redujo a 1440.0 ± 00 mg/l; y, cuando se estableció estas medidas como práctica común, la presencia de sólidos totales en el agua residual fue de 890.00 ± 42.43 mg/l, pero que en base al contenido de nitrógeno amoniacal y la DBO, la hacen no apta para el consumo, debiendo utilizarse especialmente como agua de regadío.

En el área de recepción de la leche en la planta de lácteos la presencia de sólidos totales en el agua residual al inicio del trabajo fue de 5646.67 ± 2220.23 mg/l, debido a que a esta área llegaban los bidones de la leche que en su parte exterior se observaba continuamente la presencia de suciedades, incrementándose su cantidad (27570.00 ± 0.0 mg/l), cuando se realizaba el lavado de los bidones y recipientes en que se transporta la leche en esta área, pero cuando se adoptó que el lavado se realice en una parte aledaña a la sala de ordeño, la calidad del agua residual de la zona de recepción de la leche se mejoró considerablemente, por cuanto la presencia de sólidos totales fue de 738.00 ± 313.96 mg/l, lo que adicionalmente se vio favorecido con el empleo del agua del tanque reservorio, acumulada después del paso de las piscinas de oxidación.

Similar comportamiento se determinó en el área de elaboración de los quesos, ya que los valores determinados, antes, durante y después de las medidas mitigadoras la presencia de sólidos totales fueron de 5207.33 ± 1826.21 , 10400.00 ± 0.0 y 883.00 ± 18.38 , por lo que se ratifica que con la aplicación de las medidas mitigadoras, en la que se incluyen mejoramiento de la calidad higiénica a más de la construcción del tanque reservorio, la piscinas de oxidación y la siembra de *Pistia stratiotes* en estas, mejoran su calidad.

Con relación al agua de bebida que reciben los bovinos en los bebederos de los corrales, la presencia de sólidos totales no se considera un contaminante de importancia, ya que los valores determinados antes, durante y después de la aplicación de las medidas mitigadoras (1268.00 ± 812.14 , 880.00 ± 0.0 y 526.0 ± 76.37 mg/l, respectivamente), no sobrepasan los límites permitidos de 1600 mg/l, enunciados en el Proyecto de la Norma Ambiental para el Ecuador, citado por Aldas, A (2004), pero que en todo caso se establece que su aplicación

mejoran la calidad del agua residual en las diferentes áreas de estudio, como se establece al observar el gráfico 4.

C. CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI

Al evaluarse la calidad microbiológica de las aguas residuales de las diferentes áreas de la Estación Experimental Tunshi, en base a la presencia de coliformes fecales (NMP/100 ml), los resultados encontrados se reportan en el cuadro 13, los mismos que se analizan a continuación.

La presencia de coliformes fecales en el agua del canal de riego fue de $1.67 \times 10^3 \pm 6.66 \times 10^2$ NMP/100 ml, que se considera elevada, al compararlo con el valor referencial reportado por el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH, donde se indica que el valor máximo admisible para preservación de flora y fauna en aguas dulces es de 70 NMP/100 ml, por lo que en función de estos resultados fue necesario aplicar las medidas mitigadoras para mejorar la calidad microbiológica del agua, anotándose entre estas medidas, la construcción de una piscina oxigenadora para que el agua proveniente del canal de riego pase por esta al tanque reservorio, además de la siembra de *Pistia stratiotes*, por lo que el agua del tanque reservorio presente durante su implementación una carga microbiana de $4.45 \times 10^3 \pm 6.15 \times 10^3$ NMP/100 ml; que es mayor que la del canal de riego, pero que se redujo a $4.50 \times 10^2 \pm 2.12 \times 10^2$ NMP/100 ml, luego de su establecimiento (gráfico 5), teniéndose en cuenta que es necesario estudiar la aplicación de otras medidas mitigadoras, como la cloración del agua y la limpieza permanente de las piscinas de oxidación, ya que la cantidad de coliformes fecales, superan los límites referenciales establecidos.

Respecto a las aguas residuales de la sala de ordeño, las cantidades de coliformes fecales fueron demasíadamente elevadas, debido al ingreso de los animales, los mismos que arrastran consigo desechos fecales, los que se incorporan en las aguas residuales, ya que su presencia fue de $5.77 \times 10^5 \pm 7.16 \times 10^5$, $1.60 \times 10^6 \pm 0.0 \times 10^0$ y $7.14 \times 10^6 \pm 8.29 \times 10^6$ NMP/100 ml, en las evaluaciones inicial, durante y después de la aplicación de medidas mitigadoras,

respectivamente, lo que determina que esta agua no son aptas para el consumo de los animales, ya que en vez de reducirse la carga microbiana se eleva (gráfico 6), debiéndose por consiguiente, emplear medidas higiénicas y sanitarias tanto a los animales como a los potreros, pudiendo en el primer caso establecerse un calendario de desparasitación continuo, mientras que en los potreros es necesario realizar un encalado de los suelos, para alterar y cortar la multiplicación y desarrollo de los coliformes fecales.

Sucediendo algo parecido en el área de recepción de la leche, aunque la presencia de coliformes fecales es menor a la de la sala de ordeño, pero su presencia sigue siendo alarmante, por cuanto la carga microbiológica de la evaluación inicial que fue de $7.97 \times 10^3 \pm 8.93 \times 10^3$ NMP/100 ml, luego de aplicarse las medidas mitigadoras planteadas en vez de reducirse, se incrementaron a $5.00 \times 10^5 \pm 0.00 \times 10^0$ NMP/100 ml, durante su aplicación, reduciéndose levemente a $1.50 \times 10^5 \pm 1.41 \times 10^5$ NMP/100 ml, en el período posterior (gráfico 7), lo que pone de manifiesto que el manejo sanitario deja mucho que desear, siendo este el principal vector de contaminación a lo que se suma la calidad higiénica de los animales y los potreros, siendo necesario inmediatamente tomar los correctivos necesarios como es la implementación de las medidas de sanitización a los animales y potreros, respectivamente.

Con respecto a la calidad del agua en el área de elaboración de los quesos, la carga microbiológica inicial fue de $5.61 \times 10^5 \pm 7.75 \times 10^5$ NMP/100 ml, elevándose su presencia ($7.40 \times 10^5 \pm 0.0 \times 10^0$ NMP/100 ml), durante la aplicación de medidas mitigadoras, como son la utilización del agua del tanque reservorio y la aplicación de medidas de limpieza e higienización, por lo que después de la adopción de estas medidas, la presencia microbiana en las aguas residuales de esta área se redujeron considerablemente a $7.07 \times 10^3 \pm 4.00 \times 10^1$ NMP/ 100 ml (gráfico 8), pero de igual manera sigue siendo alarmante la contaminación con coliformes fecales, lo que a su vez produce una contaminación a los productos alimenticios que se elaboran en esta área, teniéndose que poner un mayor énfasis en la higiene y desinfección de las instalaciones y materiales que se utilizan.

Respecto al agua que llega a los bebederos de los corrales, al pasar el agua por

las piscinas de oxidación, a lo que se sumó la siembra de *Pistia stratiotes* en estas, con la finalidad mejorar la calidad del agua, reduciendo la presencia de microorganismos patógenos, así como reducir la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para estabilizar y oxidar la materia orgánica presentes en esta agua, lo que al parecer detuvo de la multiplicación y desarrollo de los coliformes fecales, pues las cantidades encontradas fueron de $2.30 \times 10^3 \pm 1.44 \times 10^3$, $1.20 \times 10^3 \pm 0.0 \times 10^0$ y $1.00 \times 10^2 \pm 0.0 \times 10^0$ NMP/100 ml, en las evaluaciones inicial, durante y después de la aplicación de las medidas mitigadoras (gráfico 9), siendo necesario para mantener esta calidad del agua, la realización de prácticas de mantenimiento y limpieza de las piscinas de oxidación, como una resiembra de los *Pistia stratiotes*.

D. CALIDAD FÍSICA DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI

Con relación a las características físicas, en las que se evaluó el color, olor y aspecto, los cambios observados por efecto de la aplicación de las medidas mitigadoras se reportan en el cuadro 14 y que se describen a continuación.

1. Color

En el canal de riego el agua presentaba una coloración café, debido posiblemente al arrastre de suelo, la misma que ingresada a los tanques reservorios tomaba una coloración gris y luego de la siembra de *Pistia stratiotes* se tornó ligeramente amarillenta; en el área de ordeño, la aplicación de medidas mitigadoras favoreció su calidad física, pues de una coloración café oscura al inicio, se cambio a café durante su implementación, terminando amarillenta posteriormente, pero que es un indicador de contaminación, teniendo un comportamiento similar el agua del área de la recepción de la leche en la planta de lácteos, pues las coloraciones variaron de café, a café amarillenta y posteriormente amarillenta, mientras que en el área de elaboración de los quesos de un color inicial de amarillenta, se volvió blanquecina durante la aplicación de las medidas mitigadoras, pero posteriormente se tornó ligeramente amarillenta, posiblemente a que se empleó un mayor cuidado en la limpieza de las instalaciones, equipos y materiales.

En cambio la calidad del agua que se favoreció con las medidas mitigadoras, fue la suministrada en los bebederos de los animales, por cuanto el color del agua, de café, cambio a ligeramente amarillenta y posteriormente fue incolora, por lo que se considera que cuando el agua pasa por las piscinas de oxidación, sembradas con *Pistia stratiotes*, esta se purifica, considerándose apta para el consumo de los animales, siempre que no se mezclen con las aguas residuales provenientes de la sala de ordeño y de la sección de recepción de la leche, las mismas que deben utilizarse exclusivamente para regadío.

2. Olor

Respecto al olor, que se debe a la presencia de compuestos volátiles, producidos principalmente por descomposición de la materia orgánica presente en las aguas superficiales (Microsoft Encarta, 2004), se estableció en evaluación antes de aplicarse las medidas mitigadoras, que el agua del canal de riego fue inodora, mientras que en el resto de las áreas estudiadas presentó un olor desagradable, mejorándose su calidad durante la puesta en práctica de las medidas mitigadoras únicamente en las aguas residuales de las áreas de la elaboración de quesos y la suministrada en los bebederos de los corrales, que presentaron una apreciación de inodoras, mientras que en el resto se mantuvo la características de desagradables, pero que se debe a la permanente contaminación por parte de los animales que ingresan al ordeño y la contaminación de bidones y recipientes en los que se transporta la leche, a pesar de las medidas higiénicas implementadas.

3. Aspecto

Las aguas residuales de las diferentes áreas o secciones de la Estación Experimental Tunshi, al inicio del estudio registró la presencia de sólidos, manteniéndose esta característica en el tanque reservorio durante la aplicación de las medidas mitigadoras, ya que través del canal de riego, se arrastran materiales, pero al pasar por las piscinas de oxidación estos son detenidos por lo que el agua posteriormente presentó un aspecto transparente, en las áreas de ordeño, recepción de la leche y elaboración de los quesos, durante todo el estudio se registró la presencia de sólidos, siendo únicamente en el área de recepción de la

leche que al final sus tuvieron un aspecto turbio, debido a que se mejoró la aplicación de las medidas higiénicas, mientras que en los bebederos de corral, durante la aplicación de las medidas mitigadoras su aspecto fue ligeramente turbio y después de la aplicación terminó con una aspecto transparente, por lo que se ratifica que cuando el agua pasa por las piscinas de oxidación, sembradas con *Pistia stratiotes*, esta se purifica, siendo por consiguiente apta para el consumo de los animales, descartándose para este fin las aguas residuales de las áreas de ordeño, recepción de la leche y elaboración de quesos, por su alta demanda bioquímica de oxígeno, así como por la presencia de sólidos totales y su carga microbológica.

V. CONCLUSIONES

Los resultados encontrados determinan las siguientes conclusiones:

1. En el agua del canal de riego los contaminantes fueron de presencia notable, carácter genérico positivo, de acción directa, acumulativa, temporalidad moderada, una duración permanente considerándose reversible y recuperable, ya que presenta una continuidad discreta y aperiódica, teniendo una evaluación moderada, con un Índice Total de Impacto de 1.25 puntos, que representa que estas características pueden revertirse con medidas correctoras simples.
2. Las áreas que mayores índices de contaminación presentaron antes de la aplicación de las medidas mitigadoras fueron en la recepción de la leche y en donde se elaboran los quesos, por cuanto los contaminantes fueron de presencia notable, carácter genérico positivo, de acción directa, acumulativa, temporalidad a corto y mediano plazo, con duración permanente considerándose reversible y recuperable, aunque son de presencia continua y periódicas, con un Índice Total de Impacto de 14.50 puntos, que representa un carácter moderado, cuya recuperación tarda cierto tiempo pero necesita medidas correctoras.
3. El agua de los bebederos de los corrales, presentaron un Índice Total de Impacto de 2.00 puntos, que se debe a que presentaron en la presencia de coliformes fecales, emanación de amoníaco y la emanación de olores una presencia mínima, de carácter genérico negativo, de sinergia acumulativa de mediano plazo, duración permanente, reversible y recuperable, con una presencia periódica, lo que de una valoración moderada, que representa que la recuperación tarda cierto tiempo con medidas correctoras muy simples.
4. Las medidas mitigadoras, aplicadas en base a lo anotado anteriormente fueron: Construcción de piscinas de oxidación para los efluentes en el área de leche en número de 2, conectados entre sí, y en el área de quesos 1, además de la siembra de *Pistia stratiotes* en el tanque reservorio y en las piscinas de

oxidación, siembra de *Arundo donex* y *Baccharis Racemasa* en los bordes de los tanques de oxidación. Limpieza diaria del área de ordeño y lavado periódico de los bebederos de los corrales.

5. En la evaluación después de la aplicación de las medidas mitigadoras para mejorar la calidad del agua residual del área de recepción de la leche, se encontró que la presencia de coliformes patógenos tuvo un índice total de impacto de 9.50 puntos, que representa que es moderado, debido a que posiblemente es necesario realizar prácticas de mantenimiento y limpieza de las piscinas de oxidación, como una resiembra de los *Pistia stratiotes*, por cuanto la presencia de estos contaminantes fue notable, de carácter genérico positivo de acción directa, con una sinergia acumulativa de permanencia a corto plazo, pero permanente, considerándose reversibles y recuperables, de acción continua y permanente.
6. Después de la aplicación de estas medidas, los contaminantes registraron una presencia mínima, de carácter genérico negativo, de sinergia simple, de acción a corto plazo, de carácter temporal, reversibles y recuperables, estableciéndose los índices totales de impacto entre 1.0 a 2.0 puntos que representa que son de tipo compatible, es decir que representan una rápida recuperación.
7. En cuanto a la calidad química de las aguas residuales, se encontró que la presencia del nitrógeno amoniacal, se redujo con la aplicación de las medidas mitigadoras, a excepción de las áreas de recepción de la leche y elaboración de los quesos, que en vez de disminuirse, su cantidad inicial se incremento, durante su aplicación, pero con la adopción de estas medidas, su calidad se mejoró.
8. Respecto a la DBO y DQO, los valores encontrados fueron altos en todas las áreas estudiadas, mejorándose o reduciéndose su cantidad con la aplicación de las medidas mitigadoras, llegando únicamente a los límites permisibles en los bebederos de los corrales, por cuanto adicionalmente el agua residual de las áreas de ordeño, recepción de la leche y elaboración de quesos se

destinaron como agua de regadío, por los índices de contaminación encontrados.

9. Con relación a la calidad microbiológica de acuerdo a la presencia de coliformes fecales, las aguas residuales que mayor contaminación presentaron durante todo el estudio fueron las de las áreas de ordeño y recepción de la leche, por cuanto estuvieron en permanente contacto con las heces de los animales, llegando a mejorarse la calidad microbiológica con las medidas mitigadoras, especialmente la que llega a los bebederos de los corrales, pero que su cantidad (100 NMP/ 100 ml) sigue siendo superior al valor referencial reportado por el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH, donde se indica que el valor máximo admisible para preservación de flora y fauna en aguas dulces es de 70 NMP/100 ml.

10. De igual manera las características físicas de las aguas residuales tuvieron un cambio favorable, por cuanto en su color de café al inicio del estudio, al final fue ligeramente amarillenta e incolora en los bebederos, de un olor desagradable se cambió a inodora en el área de elaboración de los quesos y en los bebederos de los corrales, en cambio que en su aspecto siempre se determinó la presencia de sólidos, pero al pasar por las piscinas de oxidación para llegar a los bebederos llegaron de manera transparente.

VI. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se desprenden del presente estudio, cuya finalidad fue utilizar las aguas residuales del procesamiento de la leche en la Planta de Lácteos en la Unidad Bovinos de Leche de la Estación Experimental Tunshi, mediante la aplicación de medidas mitigadoras, son las siguientes:

1. Realizar una limpieza permanente de las piscinas de oxidación para los efluentes en el área de leche y en el área de quesos, como también realizar resiembra periódica de *Pistia stratiotes* para mejorar la oxigenación y purificación del agua.
2. Descartar las aguas residuales de la sala de ordeño, de la recepción de la leche y elaboración de los quesos, por cuanto tienen una alta contaminación de nitrógeno amoniacal, así como altas demandas bioquímicas y químicas de oxígeno, así como la presencia de coliformes fecales, pudiendo destinarse esta agua al regadío de los potreros.
3. Mejorar la calidad higiénica y sanitaria de los potreros y de los animales, con la aplicación de encalados del suelo y un calendario periódico de desparasitación a los animales, para reducir la presencia de coliformes.
4. Recomendar al personal de la Estación Experimental Tunshi, realizar la limpieza diaria de instalaciones, equipos y materiales, con lo cual se mejorará tanto la calidad higiénica en los diferentes procesos como en los productos obtenidos que son para el consumo humano, siendo estos la leche y los quesos.
5. Construir rejillas de retención de sólidos en acero inoxidable que deben ser colocadas en el trayecto de la tubería de las aguas residuales que salen de las áreas de recepción de la leche y elaboración de los quesos, de la planta de lácteos, hasta las piscinas de oxidación.

VII. LITERATURA CITADA

1. ALDAS, A. 2004. Estudio de la calidad del agua para uso zootécnico en porcinos, evaluación del impacto ambiental y biodegradación. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 135-136.
2. CONESA, V. 1997. Guía Metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 3a ed. Madrid, España. Edit. Mundi-Prensa. pp 66 – 69.
3. ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH). 2006. Departamento Agrometeorológico, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador.
4. ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH). 2006. Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias. Reportes de resultados de los análisis físico-químicos y microbiológicos.
5. ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH). 2005. Proyecto: Establecimiento y manejo del banco de germoplasma de especies forrajeras altoandinas. P.BID-016.
6. GÓMEZ, O. 1999. Evaluación del Impacto Ambiental. 1a ed. Madrid, España. Edit. Agrícola Española S.A. pp 6 -12.
7. <http://www.conep.org.pa>. 2005. Productos Lácteos San Antonio. Producción más limpia. Procesamiento de alimentos. Panamá.
8. <http://www.cpmlnic.org.ni>. 2000. Centro de Producción Más Limpia. Situación Ambiental de la Industria en Nicaragua. Política y Plan Ambiental de Nicaragua, Septiembre del 2000, MARENA (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales; MIFIC (Ministerio de Fomento Industria y Comercio).

9. <http://www.eia-centroamerica.org>. 2001. Espinoza, H. Evaluación de Impacto Ambiental EN NICARAGUA. Definiciones importantes.
10. <http://www.estrucplan.com.ar>. 2005. Dellepiane, S. Salud, Seguridad y Medio Ambiente en la Industria.
11. <http://www.grupobimbo.com.mx>. 2005. Grupo Bimbo, S.A. Con el medio ambiente.
12. <http://www.lauca.usach.cl>. 2002. Veintimilla, F. Extractos de la Ley 19.300 de Bases del Medio Ambiente, Chile.
13. <http://www.lauca.usach.cl>. 2005. McGrath, M. Sustentabilidad y Medio Ambiente. Nociones de evaluación de impacto ambiental.
14. <http://www.sica.gov.ec>. 2005. Rizzo, P. Impacto ambiental de una planta de industrialización de productos lácteos. servicio de información agropecuaria del Ministerio De Agricultura Y Ganadería del Ecuador.
15. Ledoux, L. 2001. Tratamiento del agua de bebida, una oportunidad para tener mejores resultados en la producción de cerdos. 1a ed. Bélgica. Edit. Cid Lines. p 5 - 10.
16. MICROSOFT ENCARTA. 2004. Enciclopedia Didáctica Multimedia. Microsoft.
17. STEVENS, M. 1990. Principios y microbiología del tratamiento de las aguas residuales. Archivo de Internet .pdf.

ANEXOS

CONTENIDO

	Página
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	9
A. GESTIÓN E IMPACTO AMBIENTAL	9
1. <u>Definiciones importantes</u>	9
2. <u>Clasificación de los impactos ambientales</u>	10
a. Según su efecto	10
b. Según su alcance espacial	11
c. Según su alcance temporal	11
d. Según su forma de acción	12
e. Según su capacidad de recuperación	12
f. Según su intensidad (grado de destrucción)	13
g. Según su extensión	14
h. Según la necesidad de aplicación de medidas mitigadoras	14
i. Según el momento en que se manifiesta	15
j. Según su interrelación de acciones y/o efectos	16
k. Según su periodicidad	16
B. MARCO CONCEPTUAL DEL PROCESO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	17
C. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL	18
D. POLÍTICA Y LEGISLACIÓN AMBIENTAL	19
1. <u>Principios sustantivos de la Declaración de Río</u>	19
2. <u>La ley ambiental</u>	22
E. CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	36
1. <u>Ventajas del proceso de evaluación de impacto ambiental</u>	38
2. <u>Requerimientos para la aplicación de cualquier proceso de evaluación de impacto ambiental</u>	39

3.	<u>Criterios para exigir una evaluación de impacto ambiental</u>	42
4.	<u>Acciones que requieren de un estudio de impacto ambiental</u>	43
F.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (E.I.A.)	45
1.	<u>Métodos de evaluación de impacto ambiental</u>	45
2.	<u>Contenidos de la evaluación de impacto ambiental</u>	45
G.	MATRIZ DE LEOPOLD	47
H.	IMPACTO AMBIENTAL DE UNA PLANTA DE INDUSTRIALIZACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS	50
1.	<u>Impactos sobre el suelo</u>	51
2.	<u>Impacto sobre el aire</u>	51
3.	<u>Impacto sobre los trabajadores</u>	51
a.	Inhalación de los gases de combustión	51
b.	Inhalación del polvo que se desprende en el desembarque del producto y factor climático	52
c.	Exposición al ruido	52
d.	Accidentes de trabajo	52
e.	Enfermedades	52
4.	<u>Impactos sobre los alrededores</u>	53
5.	<u>Impactos que se originan durante la construcción de obras civiles</u>	53
6.	<u>Otros impactos</u>	53
I.	MEDIDAS TÉCNICAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	53
1.	<u>Emisiones a la atmósfera</u>	54
2.	<u>Salud de los trabajadores</u>	54
3.	<u>Eliminación de desperdicios</u>	54
4.	<u>Aguas residuales</u>	55
5.	<u>Implementación de un sistema contra incendios</u>	55
J.	ESTUDIOS DEL IMPACTO AMBIENTAL EN DIFERENTES EMPRESAS LÁCTEAS	55
1.	<u>Visión integral de la cadena de suministro</u>	56
a.	Origen de materias primas	56
b.	Procesos de manufactura	56
c.	El agua: elemento clave en nuestra gestión ambiental	57
d.	Consumo de agua	57
e.	Tratamiento de aguas residuales	57

f.	Volumen de agua descargada	58
2.	<u>Planes de trabajo y resultados</u>	58
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	60
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	60
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	61
C.	INSTALACIONES, EQUIPOS Y MATERIALES	61
1.	<u>De campo</u>	61
2.	<u>De laboratorio</u>	62
3.	<u>De oficina</u>	62
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	62
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	62
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN	63
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	63
1.	<u>De campo</u>	63
2.	<u>De laboratorio</u>	66
a.	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	66
b.	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	67
c.	Sólidos en suspensión	67
d.	Presencia de coliformes patógenos	67
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	68
A.	CONTAMINACIÓN E IMPACTO AMBIENTAL	68
1.	<u>En el canal de riego</u>	68
2.	<u>En el tanque reservorio</u>	71
3.	<u>En el área de ordeño</u>	73
a.	Antes	73
b.	Durante	75
c.	Después	75
4.	<u>Área de recepción de la leche</u>	76
a.	Antes	76
b.	Durante	78
c.	Después	78
5.	<u>Área de elaboración de los quesos</u>	79
a.	Antes	79
b.	Durante	80

c. Después	82
6. <u>En los bebederos de los corrales</u>	82
a. Antes	82
b. Durante	83
c. Después	85
B. CALIDAD QUÍMICA Y BIOQUÍMICA DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI	86
1. <u>Nitrógeno Amoniacal</u>	86
2. <u>Demanda Bioquímica de Oxígeno</u>	89
3. <u>Demanda Química de Oxígeno</u>	92
4. <u>Sólidos Totales</u>	96
C. CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI	99
D. CALIDAD FÍSICA DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI	107
1. <u>Color</u>	107
2. <u>Olor</u>	110
3. <u>Aspecto</u>	110
V. <u>CONCLUSIONES</u>	112
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	115
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	116
ANEXOS	112

LISTA DE CUADROS

Nº		Página
1.	MATERIALES Y DESECHOS DEL PROCESO	52
2.	ASPECTOS AMBIENTALES	52
3.	CONSUMO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS	53
4.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA HACIENDA “TUNSHI” – ESPOCH	54
5.	ECOLOGÍA DE LA ESTACIÓN “TUNSHI” – ESPOCH	54
6.	CONTAMINACIÓN E IMPACTO AMBIENTAL DEL CANAL DE RIEGO DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI, DE ACUERDO A LA MATRIZ DE LEOPOLD	63
7.	CONTAMINACIÓN E IMPACTO AMBIENTAL DEL TANQUE RESERVORIO DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI, DE ACUERDO A LA MATRIZ DE LEOPOLD	66
8.	CONTAMINACIÓN E IMPACTO AMBIENTAL DEL AGUA RESIDUAL EN EL ÁREA DE ORDEÑO DE LA ESTACIÓN TUNSHI, DE ACUERDO A LA MATRIZ DE LEOPOLD	68
9.	CONTAMINACIÓN E IMPACTO AMBIENTAL DEL AGUA RESIDUAL EN EL ÁREA DE RECEPCIÓN DE LA LECHE EN LA ESTACIÓN TUNSHI, DE ACUERDO A LA MATRIZ DE LEOPOLD	71
10.	CONTAMINACIÓN E IMPACTO AMBIENTAL DEL AGUA RESIDUAL EN EL ÁREA DE ELABORACIÓN DE QUESOS EN LA ESTACIÓN TUNSHI, DE ACUERDO A LA MATRIZ DE LEOPOLD	75
11.	CONTAMINACIÓN E IMPACTO AMBIENTAL DEL AGUA RESIDUAL EN LOS BEBEDEROS DE LOS CORRALES DE LA ESTACIÓN TUNSHI, DE ACUERDO A LA MATRIZ DE LEOPOLD	78
12.	CALIDAD QUÍMICA DE AGUAS RESIDUALES DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI	81
13.	CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI	95
14.	CALIDAD FÍSICA DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI	103

LISTA DE GRÁFICOS

Nº		Página
1.	Contenido de Nitrógeno amoniacal (mg/l) en las aguas residuales de diferentes áreas de la Estación Experimental Tunshi y su efecto por la utilización de medidas mitigadoras para reducir el impacto ambiental	84
2.	Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l) en las aguas residuales de diferentes áreas de la Estación Experimental Tunshi y su efecto por la utilización de medidas mitigadoras para reducir el impacto ambiental	87
3.	Demanda Química de Oxígeno (mg/l) en las aguas residuales de diferentes áreas de la Estación Experimental Tunshi y su efecto por la utilización de medidas mitigadoras para reducir el impacto ambiental	91
4.	Presencia de sólidos totales (mg/l) en las aguas residuales de diferentes áreas de la Estación Experimental Tunshi y su efecto por la utilización de medidas mitigadoras para reducir el impacto ambiental	94
5.	Comportamiento del contenido de coliformes fecales en el agua residual del tanque reservorio por efecto de la aplicación de medidas mitigadoras para reducir el impacto ambiental en la Estación Experimental Tunshi	96
6.	Comportamiento del contenido de coliformes fecales en el agua residual del área de ordeño por efecto de la aplicación de medidas mitigadoras para reducir el impacto ambiental en la Estación Experimental Tunshi	98
7.	Comportamiento del contenido de coliformes fecales en el agua residual del área de recepción de la leche por efecto de la aplicación de medidas mitigadoras para reducir el impacto ambiental en la Estación Experimental Tunshi	99
8.	Comportamiento del contenido de coliformes fecales en el agua residual del área de elaboración de los quesos, por efecto de la aplicación de medidas mitigadoras para reducir el impacto ambiental en la Estación Experimental Tunshi	100

9. Comportamiento del contenido de coliformes fecales en el agua residual de los bebederos de los corrales, por efecto de la aplicación de medidas mitigadoras para reducir el impacto ambiental en la Estación Experimental Tunshi

LISTA DE ANEXOS

Nº

1. Hoja Guía para la evaluación de la contaminación e impacto ambiental de acuerdo a la Matriz de Leopold para evaluar la calidad del agua residual de la estación Experimental Tunshi
2. Reporte de los resultados de los análisis físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales de las diferentes áreas de la estación Experimental Tunshi
3. Resultados experimentales de la evaluación inicial de la contaminación e impacto ambiental de acuerdo a la Matriz de Leopold para evaluar la calidad del agua residual de la estación Experimental Tunshi
4. Resultados experimentales de la evaluación durante la aplicación de medidas mitigadoras de la contaminación e impacto ambiental de acuerdo a la Matriz de Leopold para evaluar la calidad del agua residual de la estación Experimental Tunshi
5. Resultados experimentales de la evaluación después de la aplicación de medidas mitigadoras de la contaminación e impacto ambiental de acuerdo a la Matriz de Leopold para evaluar la calidad del agua residual de la estación Experimental Tunshi

