

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO
FACULTAD DE ECOLOGIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



**“DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEL
AGUA POR LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS
GENERADOS EN LA CIUDAD DE MOYOBAMBA - 2014 ”**

TESIS

Para obtener el Título de:
INGENIERO AMBIENTAL

Autor:

Bach. Henry Jhonathan Ramírez Pérez

Asesor:

Ing. Ángel Tuesta Casique

Moyobamba – San Martín

2014

N° de Registro: 06056013

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO
FACULTAD DE ECOLOGIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



**“DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEL
AGUA POR LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS
GENERADOS EN LA CIUDAD DE MOYOBAMBA - 2014”**

TESIS

Para obtener el Título de:
INGENIERO AMBIENTAL

Autor:

Bach. Henry Jhonathan Ramírez Pérez

Asesor:

Ing. Ángel Tuesta Casique

Moyobamba – San Martín

2014

N° de Registro: 06056013



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE ECOLOGIA
Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental

**ACTA DE SUSTENTACION PARA OBTENER EL TITULO
PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

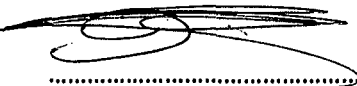
En la sala de conferencia de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín-T sede Moyobamba y siendo las seis de la tarde del día **Jueves 04 de Setiembre del Dos Mil Catorce**, se reunió el jurado de Tesis integrado por:

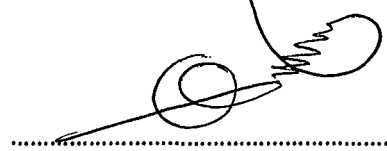
Ing. ALFONSO ROJAS BARDALEZ	PRESIDENTE
Ing. GERARDO CÁCERES BARDALEZ	SECRETARIO
Econ. WILHELM CACHAY ORTIZ	MIEMBRO
Ing. ÁNGEL TUESTA CASIQUE	ASESOR

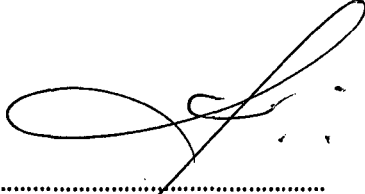
Para evaluar la Sustentación de la Tesis Titulado **“DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y SUELO POR LA DISPOSICIÓN FINAL (BOTADERO MUNICIPAL) DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA CIUDAD DE MOYOBAMBA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”**; presentado por el Bachiller en Ingeniería Ambiental **HENRY JHONATHAN RAMÍREZ PÉREZ**, según Resolución Consejo de Facultad N° **0189-2013-UNSM-T-FE-CF** de fecha **30 de Diciembre del 2013**.

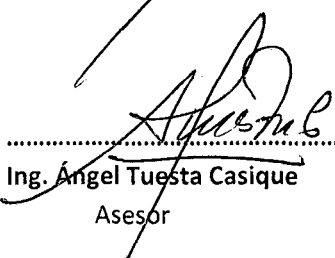
Los señores miembros del Jurado, después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran: **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **BUENO** y nota **QUINCE (15)**.

En fe de la cual se firma la presente acta, siendo las **19:00** horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el presente acto de sustentación.


.....
Ing. Alfonso Rojas Bardalez
Presidente


.....
Econ. Wilhelm Cachay Ortiz
Miembro


.....
Ing. Gerardo Cáceres Bardalez
Secretario


.....
Ing. Ángel Tuesta Casique
Asesor

DEDICATORIA.

A mis queridos padres Carlomagno y Albina
Quienes me apoyaron en todo momento
a forjar una carrera en mi vida, y a quienes
les debo todo.

Con mucho cariño a mi hijo Diego André
Y a toda mi familia que siempre ha estado
pendientes de mí, durante mi formación
profesional.

AGRADECIMIENTO.

- En primer lugar agradecer a Dios quien es el único que permitió que no desistiera en el camino de realizar mi tesis, a mis padres Carlomagno Ramírez Mendoza y Albina Pérez de Ramírez, mi familia y mi enamorada que siempre confiaron en mí, y que me apoyaron en los momentos difíciles y por ser la razón de mí existir.
- En segundo lugar quiero agradecerle a la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN, que durante estos años se ha convertido en mi centro de formación, dándome los recursos necesarios para poder convertirme en un competitivo profesional.
- A todos los docentes de la facultad de ecología de la especialidad de Ingeniería Ambiental, por compartir todos sus conocimientos en aulas y además de guiarme en mi formación profesional.
- Agradecer también a mis amigos por su sincera amistad, confianza y por todos los momentos que compartimos juntos, brindándome su apoyo y perseverancia y lealtad ante mi personas.

ÍNDICE.

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE	iv
RESUMEN	x
ABSTRACT	xiii
CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.	01
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	01
1.2. OBJETIVOS.	05
1.2.1. Objetivo General	05
1.2.2. Objetivos Específicos	05
1.3. FUNDAMENTO TEORICO.	05
1.3.1. Marco de Política Ambiental.	05
1.3.2. Antecedentes de la Investigación.	06
1.3.3. Bases Teóricas.	13
1.3.4. Definición de Términos.	36
1.4. VARIABLES.	40
1.4.1. Sistema de Variables	40
1.5. HIPOTESIS.	40
CAPITULO II: MARCO METODOLÓGICO.	41
2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.	41
2.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	41
2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.	41
2.3.1. Población	41
2.3.2. Muestra	41
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.	43
2.4.1. Técnicas	43
2.4.2. Materiales y Equipos	44
2.5. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.	45
CAPITULO III: RESULTADOS.	46
3.1. RESULTADOS.	46
3.1.1. Objetivo 1: Analizar la calidad del agua de las fuentes superficiales del sector Paraíso, mediante parámetros.	46
3.1.2. Objetivo 2: Proponer una metodología cualitativa que identifique áreas potenciales de contaminación por lixiviados de los residuos sólidos del botadero	60

municipal expresada mediante un índice de riesgo.	60
3.1.3. Objetivo 03: Analizar interrelaciones de los indicadores de salud acuática con respecto a indicadores de deterioro de calidad del agua.	71
3.2. DISCUSIONES	73
3.3. CONCLUSIONES.	74
3.4. RECOMENDACIONES.	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
ANEXOS	77

RESUMEN.

Este estudio fue realizado para analizar la calidad y riesgo de la contaminación del agua en el Sector Paraíso, Ciudad de Moyobamba. Se realizaron muestreos en 3 estaciones previamente establecidas. Durante los meses de abril a julio tres muestreos se realizaron, en época seca y lluviosa, en los cuales, nitratos, fosfatos, coliformes totales y fecales, temperatura, pH, turbidez, sólidos suspendidos, disueltos y totales, fueron medidos y posteriormente ajustados a un Índice de Calidad de Agua (ICA). Mediante análisis SIG, se determinaron indicadores de deterioro de la calidad del agua, tales como: Índice de Contaminación Poblacional (ICP). Este fue analizado estadísticamente, junto a parámetros de calidad de agua, para determinar su influencia en la contaminación del agua. Los resultados indican que en el sector Paraíso, no ocurre un deterioro significativo de la calidad del agua, aunque, el uso actual del suelo posee una participación notable en la misma. Los sólidos totales, disueltos, turbidez y nutrientes fueron los parámetros que explicaron el comportamiento negativo del ICA, así, como la cobertura vegetal y el área de drenaje influyen positivamente. En este sentido, la parte baja resultaron más contaminadas. En general, el 23% de Sector el Paraíso presenta alta vulnerabilidad de deterioro, constituyente de amenaza de contaminación del agua. Debido a lo anterior, en el sector el Paraíso se evidencia un proceso gradual de deterioro de la calidad del agua, acorde a la disposición de residuos sólidos depositados en el botadero Municipal de la ciudad de Moyobamba, tal, que un marginamiento social en el acceso a agua para consumo está ocurriendo y no por limitaciones en la cantidad, sino por alteración de la calidad del agua.

ABSTRACT

This study was conducted to analyze the quality and risk of water pollution in Paradise City Moyobamba Sector. In 3 previously established sampling stations were performed. During the months of April to July 3 samples were taken in dry and rainy seasons, in which, nitrates, phosphates, total and fecal coliform, temperature, pH, turbidity, suspended solids, dissolved and total, were measured and then adjusted Quality Index Water (ICA). Population Pollution Index (PCI): Using GIS analysis, indicators of deterioration in water quality, such as were determined. This was analyzed statistically, with water quality parameters to determine their influence on water pollution. The results indicate that in the Paradise area, a significant deterioration in water quality does not happen, though, the current land use has a significant participation in it. The total solids, dissolved nutrients and turbidity were the parameters that explained the negative behavior of the ICA, as well as vegetation cover and drainage area positively influence. Here, the bottom were more contaminated. Overall, 23% of Sector Paradise presents high vulnerability of deterioration constituent threat of water pollution. Because of this, in the Paradise area a gradual process of deterioration of water quality is evident, according to the disposal of solid waste deposited in the Municipal dump Moyobamba, such that social marginalization in access to drinking water is going and not by limitations in quantity, but by altering water quality.

CAPÍTULO I.

EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La eliminación de los Residuos Sólidos constituye desde hace mucho tiempo un gran problema para nuestra sociedad; en el caso de los Residuos Sólidos Urbanos el primer eslabón de la cadena del problema empieza desde el momento en que el habitante de la zona se preocupa solamente en deshacerse de ellos, sin preocuparse en lo más mínimo del destino que le espera y de las consecuencias que traerá al medio ambiente; el siguiente eslabón lo constituyen las municipalidades al no impulsar programas alternativos de Gestión de Residuos Sólidos (se dice alternativo, porque el procedimiento "oficial" utilizado es el uso de Rellenos Sanitarios).

Entre los muchos problemas que origina una falta de Gestión de Residuos Sólidos y el crecimiento alarmante de los Residuos Sólido urbanos, se tiene el aumento de los desechos Incontrolados a Cielo Abierto o también conocidos como Botaderos de Basura los cuales contaminan la zona en donde vienen funcionando. Los Rellenos Sanitarios erradican todo tipo de basura, incluso la que puede ser reciclada, lo cual elimina la posibilidad de que algunas plantas industriales puedan comprar estos residuos y emplearlos como materia prima, y quizás el problema más alarmante sea el que familias enteras, incluyendo niños, trabajen como segregadores informales dentro de montículos de basura o en las bolsas de residuos que dejan los vecinos para el recojo municipal, sin las protecciones elementales necesarias para este trabajo estando expuestos a diversas enfermedades, llevándolas a sus familias y éstas a sus vecinos, generando así una cadena de contaminación Sin embargo existen varias experiencias a nivel mundial sobre la Gestión de los Residuos Sólidos.

La calidad del agua se define por sus características físicas, químicas y biológicas y corresponde a las propiedades que influirán en su aceptabilidad para un uso específico

es decir, cuán bien la calidad del agua satisface las necesidades del usuario (Sacha et al., 2005)

En ese sentido y considerando la situación actual de una mala pre-disposición de los residuos sólidos provenientes de la ciudad de Moyobamba, se pretende de determinar los niveles de contaminación del agua y del suelo por la disposición de residuos sólidos. En tal sentido me permito en presentar el siguiente planteamiento del problema Central:

¿Cuál es el nivel de contaminación del agua por la disposición final de residuos sólidos generados en la ciudad de Moyobamba?

➤ **Situación que motivó la realización del proyecto.**

Uno de los más graves problemas sanitarios que afectan a la ciudad de Moyobamba, lo constituye la mala disposición final de los residuos sólidos, los cuales son arrojados en el botadero municipal, los mismos que emiten gases tóxicos, además de la producción de lixiviados, conduciendo a la liberación de peligrosos contaminantes, constituyendo un grave problema sanitario, causante de efectos adversos al medio ambiente y a la salud humana.

La emisión de gases contaminantes constituye un problema de contaminación ambiental importante a tomar en cuenta en Abancay, percibiéndose la falta de interés por parte de las autoridades para dar solución a este problema ambiental que se agudiza cotidianamente. En el presente artículo, se realiza una descripción del proceso de recolección de residuos sólidos hasta su disposición final, la presencia de focos de contaminación, problemática ambiental ocasionada, medidas correctivas, conclusiones y recomendaciones.

➤ **Características del problema que se pretende Solucionar.**

Uno de los problemas más graves relacionados con el manejo de los residuos sólidos en el Perú es su disposición final. Es común observar que las ciudades, aunque tengan un apropiado sistema de recolección de residuos sólidos, disponen sus residuos en los ríos, las quebradas y espacios públicos en general. La práctica de disponer los residuos en lugares abiertos, comúnmente denominados “botaderos”, es altamente nociva para el ambiente y pone en grave riesgo la salud de la población.

La contaminación del aire es actualmente uno de los más graves problemas que enfrentan las ciudades de los países en desarrollo, teniendo impactos negativos sobre la salud pública cuando las concentraciones de los contaminantes alcanzan niveles significativos.

Uno de los problemas ambientales que afectan a la ciudad de Abancay lo constituye la mala disposición final de los residuos sólidos, los cuales son arrojados y depositados en el sector El Paraíso. Existen aspectos importantes que agravan este problema, como por ejemplo, la quema de la basura, la producción de todo tipo de contaminantes tóxicos, y la proliferación de vectores que se convierten en causantes de diversas enfermedades infecciosas.

Esto nos indica que sobre este tema a nivel local existe una falta de conocimiento que no permite una adecuada disposición de los residuos sólidos en Moyobamba, toda vez que la población, al parecer, no está bien informada sobre las graves consecuencias que produce este problema principalmente en la salud; además la institucionalidad relacionada con este tema no se involucra totalmente para proponer alternativas de solución que mitiguen este problema.

➤ **Razones para que las autoridades locales resuelvan este problema.** La mala gestión ambiental de los Residuos Sólidos de competencia municipal ha provocado

que se origine problemas de recolección transporte y disposición final de los residuos municipales que son generados en la localidad de Moyobamba.

En ámbito urbano del distrito ha tenido en las últimas décadas un crecimiento a partir del desarrollo de actividades agrícolas. Esto ha traído consigo un mayor incremento de población dedicada al cultivo agrícola, generando a la vez una mayor población en dicha zona.

El polvo llevado desde el botadero a cielo abierto por el viento, puede portar agentes patógenos y materiales peligrosos, además de los gases generados durante la biodegradación y quema del residuo pueden incluir gases orgánicos volátiles, tóxicos y potencialmente cancerígenos (p.ej., bencina y cloruro vinílico), así como subproductos típicos de la biodegradación (p.ej., metano, sulfuro de hidrógeno, y bióxido de carbono).

Debido a que actualmente no se trata los lixiviados y gases en la etapa de disposición final, se han causado daños ambientales que incluyen la contaminación de la calidad del suelo, de las aguas subterráneas y superficiales, y del aire de la zona.

La existencia de servicios de limpieza pública ineficientes, genera mayores presiones de subvención en ese servicio, lo que obliga a reorientar los escasos recursos públicos en desmedro de otros servicios básicos como la educación y la salud.

1.2. OBJETIVOS.

1.2.1. Objetivo General.

Analizar la calidad del agua y riesgos de contaminación de las aguas superficiales del Sector El Paraíso del Distrito y Provincia de Moyobamba – Departamento de San Martín.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Analizar la calidad del agua de las fuentes superficiales del sector Paraíso, mediante parámetros.
- Proponer una metodología cualitativa que identifique áreas potenciales de contaminación por lixiviados de los residuos sólidos del botadero municipal expresada mediante un índice de riesgo.
- Analizar interrelaciones de los indicadores de calidad de agua con respecto a indicadores de deterioro fuentes de agua.

1.3. FUNDAMENTACIÓN TEORICA.

1.3.1. Marco de Política Ambiental.

- Constitución Política del Perú Art. 2º inciso 22.
- Ley 28611 – Ley General del Ambiente.
- Ley N° 27314 Ley General de Residuos Sólidos.
- DL 1065- Modificatoria de la Ley de Residuos Sólidos.
- Ley N° 27972 Ley Orgánica de Municipalidades.
- Plan Nacional de Residuos Sólidos.
- Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos - 2008 - 2017, Provincia de Moyobamba.
- Decreto Legislativo N° 1013 Ley de creación, organización y funciones del Ministerio Ambiente.

1.3.2. Antecedentes de la Investigación.

➤ **Antecedentes a nivel internacional.**

a) NUÑEZ, Rubén (2005), en su tesis “Gestión Integral de Residuos Sólidos en Cerro Pelado”, llegaron a las siguientes conclusiones:

- Este trabajo ha posibilitado detectar las limitaciones que se presentan en la localidad de Cerro Pelado en lo que refiere a la disposición final de residuos y las potencialidades que existen para mejorar el sistema de gestión actual, involucrando a la comunidad local, técnicos y autoridades.
- Por otra parte el involucramiento de diferentes actores en el proceso de elaboración del mismo, posibilitará que la implementación en la zona de este plan de gestión pueda contar con el apoyo de la población y continuar profundizando en otros temas relativos a la gestión ambiental.
- Además la elección de un lugar físico para la deposición final de los residuos que no comprometa la salud de los habitantes y no genere degradación ambiental y cumpla con los requisitos necesarios en el marco de un ordenamiento territorial amparado en la legislación correspondiente es fundamental. Lo que se espera con este trabajo es la solución de un problema que se presenta en Cerro Pelado.
- Por otra parte, al involucrar en el proceso de recolectar información a las nuevas generaciones, se trató de ir creando las condiciones para que la temática ambiental pueda ser profundizada a lo largo del tiempo, con vistas a alcanzar los desarrollos sustentables tan deseables a escala local.

b) JARAMILLO, Gladys y ZAPATA, Liliana (2008), en su Tesis “Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia”, llegaron a las siguientes conclusiones:

- El aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos urbanos es una actividad deseable desde el punto de vista ambiental, siempre y cuando se realice adecuadamente, ésta no es rentable ni obligatoria para todas las ciudades. De acuerdo con las normas vigentes (Decreto 1713 de 2002), la actividad de aprovechamiento no es de carácter obligatorio, únicamente aquellos municipios de más de 8000 usuarios están obligados a realizar análisis de viabilidad de proyectos de aprovechamiento, y en aquellos casos en que dichos análisis demuestren ser sostenibles económica y financieramente, el municipio estará en la obligación de promoverlos.
- Las plantas de aprovechamiento no son sostenibles desde el punto de vista financiero, debido a que no se tiene en cuenta los costos de ahorro. Los ingresos obtenidos, incluidos los aportes municipales cubren el 65% de los costos operacionales, quedando un déficit del 35%. Los aportes municipales representan el 29% de los costos, mientras que los ingresos operacionales (conformados por la venta de los residuos aprovechables y la tarifa del servicio de disposición final) cubren en promedio el 36% de los costos.
- El aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos urbanos en Colombia se enmarca en un alto porcentaje en la producción de compost y humus, siguiéndolo en un rango más bajo la producción de gas y de biocombustibles, caso que se atribuye a el bajo nivel tecnológico para la aplicación de éstas técnicas bajo el cumplimiento de la normatividad. Los factores claves que influyen en el logro efectivo de programas de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos urbanos son: participación efectiva de todos los actores que intervienen en el proceso, apoyo e intervención directa de las Municipalidades como instituciones activas de recolección, transporte, gestión y control de los proyectos, planificación del proceso con una clara visión de los objetivos y los logros a obtenerse a corto y largo plazo, estudios de factibilidad, diseños previos que establezcan

estrategias que permitan una mayor permanencia temporal del proyecto en la comunidad, educación y capacitación interna y externa al proyecto.

c) PASOS, Jairo Enrique (2008), en sus Tesis “Optimización del Manejo de los Residuos Orgánicos para elaborar Bioabono en la planta de tratamiento de residuos sólidos del Valle de Sibundoy Colombia”, llegaron a las siguientes conclusiones:

- Mediante la ejecución de este proyecto se espera obtener abono de excelente calidad el cual permita un desarrollo adecuado en el manejo de los residuos sólidos orgánicos del Valle de Sibundoy.
- Es importante precisar que además de la ganancia en cuanto a nutrientes por parte del abono también se disminuirá considerablemente los gastos de la planta en el manejo de residuos sólidos orgánicos.
- Los ingresos por la venta de abono orgánico se incrementaran considerablemente ya que el abono producido por lombricomposteo es de mayor valor comercial.
- Se puede concluir que este proceso generara ganancia en la parte ambiental y en la parte económica de la Empresa logrando un equilibrio financiero en la parte operativa.
- El bioabono producido por medio de los procesos digestivos de la lombriz roja californiana, contiene un porcentaje considerable de carbono orgánico, necesario para obtener valores adecuados en la relación carbono nitrógeno, considerando a este último como uno de los parámetros fundamentales para determinar la calidad de un abono.
- La presencia de organismos mesófilos en las etapas finales de un proceso de transformación orgánica es de gran importancia, ya que estos son los encargados de mineralizar totalmente los contenidos

orgánicos para la obtención de abonos totalmente maduros, cuyo valor aumentara con el proceso de lombricompuesto.

- El proceso productivo del lombricompuesto se ajusta más a las normas y valores admisibles establecidos por las normas que sobre abonos orgánicos existen en el país.
- Entre más denso sea el residuo orgánico, menores serán los espacios existentes entre sus partículas para permitir el paso del aire y generar condiciones adecuadas para su degradación correcta.
- El comportamiento del pH durante el proceso de transformación del residuo orgánico, es directamente proporcional a la variación de la temperatura.

➤ **Antecedentes a nivel nacional.**

a) OYARCE, Juan Carlos (1999), en su Tesis “Aprovechamiento de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos en la Provincia de Celendín, Departamento Cajamarca”, llegaron a las siguientes conclusiones:

Realizo un estudio en la provincia de Celendín del departamento de Cajamarca, obtuvo los siguientes resultados: PPC = 0,494 kg./hab./día, densidad = 286,7 kg. /m³, composición = 32.8% parte orgánica y 67.2% de naturaleza inorgánica. Asimismo, resultados como, recolección, transporte y / o disposición final, ubicación geográfica, datos de mucha utilidad en el diseño y planificación de propuestas más apropiados y viables, acordes con la realidad, para el tratamiento de los residuos.

b) NOVOA, Jensen y ACOSTA, Wilmer (2004), en su Tesis “Propuesta Técnico Económica Para la Elaboración del Sistema de Manejo Integral de Residuos Sólidos de la Ciudad Rodríguez de Mendoza”, llegaron a las siguientes conclusiones:

- El terreno utilizado actualmente para la disposición final de los residuos sólidos de la ciudad de Mendoza, si puede ser usado para la

construcción del relleno sanitario, ya que cumple con las especificaciones técnicas requeridas.

- Si bien es cierto la Municipalidad Provincial de Rodríguez de Mendoza avoca esfuerzos por mejorar el sistema operativo del servicio de limpieza pública, aún no asume el rol promotor, regulador y normativo en lo que a manejo de residuos sólidos se refiere, puesto que en la actualidad carece de normas que orienten la política municipal hacia el cumplimiento de la Ley General de Residuos Sólidos.
- La presencia de un profesional con conocimientos de manejo de residuos sólidos en la jefatura de la unidad de limpieza pública en forma permanente será indispensable en la implementación del sistema de manejo integral de residuos sólidos, puesto que garantizará la correcta operación del relleno sanitario y la planta de compostaje así como también los demás componentes de este sistema.

➤ **Antecedentes a nivel local.**

a) **VARGAS, Silvia (2000), en su Tesis “Propuesta de Manejo de Residuos Sólidos de la Ciudad de Soritor” llegaron a las siguientes conclusiones:**

- El manejo de residuos sólidos en la ciudad de Soritor, se viene realizando de manera inadecuada, sin criterios técnicos en todas sus etapas, comenzando desde que la ruta de recolección abarca solo el 17 % de la población demandante, originando que la población no atendida vierta sus residuos sólidos en las calles o lugares periféricos de la ciudad lo que conlleva a deteriorar el ambiente y la salud de los pobladores, del vertido final se realiza en un botadero a cielo abierto que es un constante foco de contaminación.
- El personal operativo del servicio de campo, está expuesto a accidentes por el manipuleo de los residuos sólidos, principalmente

de los residuos del Centro de Salud, ya que no cuentan con equipo de protección personal.

- Es evidente la necesidad de mejorar el servicio de limpieza pública en la ciudad de Soritor, tanto por parte de la población como por parte de la municipalidad, puesto que la municipalidad tiene como deber velar por el bienestar de su población y la población a su vez tiene la obligación de velar por el adecuado manejo de los residuos sólidos de su comunidad.

b) CÁCERES, Gerardo y SATALAYA, Carlos (2003), en su Tesis “Evaluación del Sistema de Manejo de Residuos Sólidos de la Ciudad de Rioja”, llegaron a las siguientes conclusiones:

- El sistema de manejo de residuos sólidos municipales en la ciudad de Rioja, se viene realizando de manera empírica, sin criterios técnicos en todas sus Etapas.
- La generación total diaria estimada de residuos sólidos en la ciudad de Rioja (9.5 Tn) conlleva a determinar la construcción y operación de un Relleno Sanitario Manual.
- Las características básicas de composición física y contenido de humedad de los residuos sólidos de la ciudad de Rioja hacen factible la ejecución de un proyecto piloto de producción de compost.
- El actual sistema de manejo de residuos sólidos municipales viene generando impactos ambientales negativos de un grado de manifestación cualitativa de moderados a severos.
- Las medidas y acciones propuestas en el presente estudio deben ser considerados para desarrollar futuros proyectos de mejoramiento del manejo de los residuos sólidos: La Implementación de un sistema no convencional de recolección en las zonas periurbanas, elaboración de compost, recolección selectiva, optimización de rutas de recolección y almacenamiento adecuado de los residuos.

c) LOZANO, Reiner (2006), en su Tesis “Manejo de Residuos Sólidos Municipales en la Ciudad de Cuñumbuque”, llegaron a las siguientes:

- El sistema de manejo de residuos sólidos municipales en la ciudad de Cuñumbuque, se viene realizando de manera empírica, con criterios técnicos limitados en todas sus etapas.
- Si tomamos en cuenta que la ciudad de Cuñumbuque posee una generación total diaria estimada de residuos sólidos en la ciudad ascendiente a (0.8 ton/día), lo cual me permite recomendar la construcción y operación de un Relleno Sanitario Manual.
- Las características básicas de composición física y contenido de humedad de residuos sólidos de la ciudad de Cuñumbuqui contribuye a la realización de un proyecto piloto de producción de compost, el mismo que puede incluir algunas actividades de reciclaje.

d) CHUQIRIMA, Yakelin (2010) en sus Tesis “Manejo de residuos sólidos municipales en la localidad de Habana”, llegaron a las siguientes conclusiones:

- El presente proyecto se inició con el diagnóstico de la situación actual del servicio a mejorar o implementar, habiendo determinado que el incremento de residuos sólidos de forma desordenada es un problema latente contra la salud de la población y particularmente de la población infantil, debido a la proliferación de residuos en la vía pública, lo cual está determinado por causas de carácter técnico, económico, social y de gestión. Los efectos que conlleva este problema es fundamentalmente el deterioro de la calidad de vida de la población de Habana.
- De la caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en la localidad de Habana podemos concluir que la generación per- cápita de residuos sólidos domiciliarios es de 0.691 kg./hab./día y una densidad promedio de 244.45 kg/m³. Además la el componente físico

“Materia orgánica” alcanza el 75.99 %, el segundo es “Plástico rígido” (Botellas descartables, etc.) con 4.2 %.

- Las medidas y acciones propuestas en el presente estudio deben ser considerados para desarrollar futuros proyectos de mejoramiento del manejo de los residuos sólidos: La Implementación de una persona con el equipamiento correspondiente para cumplir con el barrido existente, sistema convencional de recolección en las zonas urbana (camión baranda de 08 m³), planta de reaprovechamiento manual.
- El trabajo de investigación que presento, constituye una herramienta de consulta que ayudará a tomar decisiones adecuadas a las autoridades de Habana con miras a mejorar el sistema el almacenamiento, recolección, reaprovechamiento y disposición final; aportando de esta manera a minimizar impactos al ambiente y por ende a la salud.
- El trabajo de tesis contribuye a mejorar y orientar la toma de decisiones por parte de la autoridad Municipal del distrito Habana.

1.3.3. Bases Teóricas.

Contaminación del Agua, fuentes de contaminación y contaminantes

“La contaminación del agua es la modificación, generalmente provocada por el hombre, de la calidad del agua haciéndola impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para los animales domésticos y la vida natural” (Carta del agua, Consejo de Europa, 1968).

Las fuentes de contaminación, denominadas también, efluentes contaminantes que utilizan como insumo el agua, y presentan elementos y sustancias con característica física, química y bacteriológica que afectan las

condiciones del cuerpo receptor o componente ambiental donde son vertidos; como por ejemplo:

- Vertimiento de aguas negras o servidas a los ríos, lagos o mar.
- Vertimiento de basuras y desmontes en las orillas del mar, ríos y lagos.
- Actividades informales y clandestinas en las orillas de los ríos: curtiembre, fundición de baterías de autos recicladas.
- Los efluentes líquidos que provienen de las distintas actividades de los sectores productivos (labores de excavación, planta de tratamiento de aguas residuales, derrames de aceites, productos químicos como fertilizantes agrícolas y plaguicidas, etc.

Concepto de Calidad de Agua

Si bien en sus primeros orígenes el concepto de “Calidad de Aguas” estuvo asociado con la utilización del agua para el consumo humano, la expansión y el desarrollo de los asentamientos humanos ha diversificado y ampliado los usos y aplicaciones potenciales del agua hasta tal punto, que el significado de Calidad de Aguas ha debido ampliarse, para ajustarse a este nuevo espectro de posibilidades y significados.

En la actualidad, es tan importante conocer la calidad del agua para el consumo humano, como lo puede ser para el riego de cultivos, para el uso industrial en calderas, para la fabricación de productos farmacéuticos, para la expedición de licencias ambientales, para diseñar y ejecutar programas de monitoreo en las evaluaciones ambientales, para adecuarla a las múltiples aplicaciones analíticas de los laboratorios y para regular y optimizar el funcionamiento de las plantas de tratamiento, entre muchos otros fines.

En síntesis, una determinada fuente de aguas puede tener la calidad necesaria para satisfacer los requerimientos de un uso en particular y al mismo tiempo, no ser apta para otro. Puesto que no existe un tipo de agua que satisfaga los

requerimientos de calidad para cualquier uso concebible ni tampoco “un criterio único de calidad para cualquier fin”, el concepto de Calidad de Aguas, se aplica siempre en relación con un uso o aplicación previamente establecida.

Por lo tanto, la **calidad del agua** es un término variable en función del uso concreto que se vaya a hacer de ella. Para los usos más importantes y comunes del agua existen una serie de requisitos recogidos en normas específicas basados tradicionalmente en las concentraciones de diversos parámetros físico-químicos:

- a) Físicos: sabor y olor, color, turbidez, conductividad, t°.
- b) Químicos: pH, O₂, saturación de oxígeno, sólidos en suspensión, cloruros, sulfatos, nitratos, fosfatos, amoniacosulfuros, hierro, manganeso, metales pesados, gases disueltos como dióxido de carbono, etc, DBO₅, DQO
- c) Biológicos.
 - Bacterianos (presencia de bacterias coliformes, indicadoras de contaminación fecal y otras como Salmonellas, etc.); presencia de virus.
 - Comunidades de macroinvertebrados bentónicos: son indicadores de buena calidad del agua en función de las especies más o menos tolerantes a la contaminación que aparezcan

Si el agua reúne los requisitos fijados para cada uno de los parámetros mencionados en función de su uso es de buena calidad para ese proceso o consumo en concreto.

Normativa y Estándares

Para regular la calidad del agua nace dentro del marco de ordenamiento de la gestión ambiental del país, uno de los aspectos principales es el establecimiento de Estándares de Calidad Ambiental acorde a las exigencias y orientaciones ambientales actuales, la que se sustenta en el Reglamento

Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles aprobado mediante Decreto Supremo N° 044-98-PCM, promulgado el 11 de Noviembre de 1998. Este documento establece la conformación del Grupo de Estudio Técnico Ambiental de Agua – GESTA AGUA integrado por representantes de las instituciones de los sectores público y privado; quienes tienen el encargo de realizar el estudio y elaborar el anteproyecto de Estándares de Calidad Ambiental de Agua.

La estrategia de implementación de los Estándares de Calidad Ambiental, para el caso de los recursos hídricos (ECA-AGUA), se sustenta en las siguientes normativas:

- Constitución Política del Perú de 1993.
- Ley Marco para el crecimiento de la Inversión Privada, D. L. N° 757.
- Ley General de Aguas D.L N° 17752.
- Ley General de Salud D.L N° 26842.
- Ley Orgánica de Aprovechamiento sostenible de los Recursos Naturales, Ley N° 26821.
- Ley N° 26839, sobre la Conservación y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad Biológica.
- Ley General de Pesca, D. Ley N° 25977.
- Ley General de Residuos Sólidos N° 27314.
- Ley General del Ambiente N° 28611.

Estas son las principales normas para el ordenamiento jurídico de la gestión de los recursos hídricos y específicamente de la calidad de las aguas en el país.

El GESTA AGUA, fue instalado en la primera sesión efectuada el 16 de Junio de 1999, en cumplimiento de la Resolución Presidencial N° 25-99-CONAM. El grupo tenía como misión de proponer los valores, metodologías de muestreo y análisis, así como la lista de sustancias prioritarias a ser

controladas, las estrategias de gestión a seguir para su implementación y cumplimiento, y el plan de acción a largo plazo. El SENAMHI conjuntamente con otras 27 instituciones del sector público, privado y académico, han venido conformando este grupo de trabajo, participando de reuniones periódicas y talleres con el fin de determinar los ECA.

El ECA nos es otra cosa, que la medida que establece el nivel o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo en su condición de cuerpos receptores, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni del ambiente. Según el parámetro particular a que se refiera, la concentración o grado podrá expresarse en máximos, mínimos o rangos. Dentro del GESTA-AGUA, el SENAMHI participa en el Grupo de trabajo de Uso N° 3, encargado en establecer los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua para el uso en agricultura, explotación y crianza de animales; conjuntamente con INRENA, DIGESA, SENASA, y DGAS.

Actualmente, el GESTA-AGUA se encuentra en revisión final de los estándares propuestos por cada grupo de trabajo, con el fin de elaborar la propuesta final para su posterior publicación. Para esto, el colegio de químicos brinda su apoyo y asesoramiento con respecto a los parámetros a considerar, así como también el tipo de análisis que debe hacerse, con el objetivo de uniformizar los laboratorios; (Tabla 1). Además, en Febrero de 2007 se aprobó la propuesta de Decreto Supremo para la aprobación de los Estándares de calidad ambiental (ECA) para el agua y su estrategia de implementación. Decreto de Consejo Directivo 003-2007 – CONAM/CD (23 de Febrero de 2007).

Tabla 1. Cuadro comparativo de los estándares de calidad de agua.

PARAMETRO	AGUAS CONTINENTALES						A. MARINAS
		Uso 1 (A1)	Uso 1 (A2)	Uso 1 (A3)	Uso 3	Uso 4 (ríos costal)	Uso 2 (ec 2)
GENERALES PRIORITARIOS							
Coliformes Termotolerantes	NMP	0	2000	20000	2000	2000	30
pH	Unidad de pH	6.5 - 8.5	5.5 - 9.0	5.5 - 9.0	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.8 - 8.5
Temperatura	°C						
Conductividad	uS/cm	1500	1600		2000	1500	
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	25	50	100	-	30	50
Oxígeno Disuelto	mg/L	6	5	4	4	5,5	3
D.B.O. ₅	mg/l	3	5	10	15	10	10
Fósforo Total	mg/l P	0.1	0.15	0.15	1	0.5	0,09
Nitrógeno total	mg/l N						
Nitrógeno amoniacal	mg/l N	1.5	2	3.7		0,02	
GENERALES COMPLEMENTARIOS							
turbiedad	UNT	5	100				
Sólidos disueltos totales (SDT)	í000	1000	1500				
Cloruros	mg/l				250		
Dureza total	mg/l	500					
Carbonatos	mg/l				5		
Bicarbonatos	mg/l				370		
Nitratos	mg/l N	10	10	10	10	5	0,28
Sulfatos	mg/L	250			300		
Fluoruros	mg/l	1			1		
Sodio	mg/l				200		
Potasio	mg/l						
Calcio	mg/l				200		
Magnesio	mg/l				150		
Boro	mg/L	0,5	0,5	0,75	0,7		
D.Q.O.	mg/l	10	20	30	40		
Sulfuros	mg/L	0,05			0,005	0,002	0,06
Cianuro libre	mg/L	0,005	0,022	0,022		0,022	
Cianuro WAD	mg/L	0,08	0,08	0,08	0,1		
Acétes y grasas	mg/l	1	1	1	1	ausencia	1
Hidrocarburos totales de petróleo, HTP	mg/L	0,05	0,5	0,5		ausencia	0,007
Detergentes (SAAM)	mg/l	0,5	0,5				
Fenoles	mg/l	0,003	0,01	0,1	0,001	0,001	
METALES							
Aluminio	mg/L	0,2	0,2	0,2	5		
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	0,02			
Arsénico	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	0,01	0,05
Bario	mg/L	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	
Berilio	mg/L	0,004	0,04	0,04			
Cadmio	mg/L	0,003	0,003	0,01	0,005	0,005	0,009
Cobre	mg/L	2	2	2	0,2	0,02	0,05
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1	0,05	0,05
Cromo total	mg/L	0,05	0,05	0,05			
Hierro	mg/L	0,3	0,3	1	1		
Manganeso	mg/L	0,1	0,4	0,5	0,2		
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,0001
Niquel	mg/L	0,02	0,025	0,025	0,2	0,02	0,1
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	0,001	0,008
Selenio	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05		
Zinc	mg/L	3	5	5	2	0,03	0,08
Sodio					200		
Molibdeno	mg/L	0,07					
Talio	mg/L	0,1					
Tungsteno	mg/L	0,001					
Vanadio	mg/L	3	5	5			
Uranio	mg/L	0,1	0,1	0,1			
Plata	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,05		

Fuente: Quim. Betty Cheng Propuesta ECA – GESTA AGUA

RESIDUOS SOLIDOS:

Se entiende como residuos sólidos toda basura, desperdicio, lodo u otro material que se descarta (incluyendo sólidos, semisólidos, líquidos y materiales gaseosos en recipientes). En términos generales, la descarga indiscriminada de residuos sólidos puede originar riesgos para la comunidad y su entorno, que se traducen en contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, de los suelos y de la atmósfera; en el deterioro del paisaje y la proliferación de roedores, insectos, y otros vectores de enfermedades.

Si queremos llegar a las generaciones futuras las oportunidades de vida que nosotros tenemos, el hacer lo que nos da la gana dejará de ser una opción. Con menos de un cuarto de la población mundial, los países industriales consumen cuatro quintos de los recursos naturales y generan tres cuartos de los desechos producidos anualmente.

En las cuatro décadas anteriores a 1990, el consumo global sobrepasó el nivel alcanzado por todas las generaciones pasadas desde cuando por primera vez apareció el hombre. Más del 80 por ciento del consumo tuvo lugar en los países desarrollados.

Los estudios demuestran que el cuidado del ambiente está determinado por la calidad y frecuencia de los primeros contactos del niño con la naturaleza. El hogar y el escuela son lugares donde se desarrolla hábitos y se aprenden actitudes positivas hacia el medio ambiente.

CLASES DE RESIDUOS SOLIDOS

- ❖ Residuos Domiciliarios.
- ❖ Residuos Comerciales.
- ❖ Residuos de Establecimientos de Salud.
- ❖ Residuos de Limpieza Pública.
- ❖ Residuos Industriales.

- ❖ Residuos de Construcción de Civil.
- ❖ Residuos Agrícolas.
- ❖ Residuos de Instalaciones Especiales.

Los tipos de residuos más comunes son los residuos orgánicos, principalmente restos de alimentos; las pilas, que producen contaminación por su contenido de cadmio y/o mercurio; los vidrios y las latas; los plásticos, principalmente envases; el papel y el cartón, llantas y, finalmente, los residuos de hospitales, tales como jeringas, gazas u otras sustancias y productos ya utilizados.

RESIDUOS DOMICILIARIOS

Los residuos domiciliarios se dividen en dos grandes grupos: orgánicos e inorgánicos. Los primeros son biodegradables, es decir que se descomponen naturalmente. Por ejemplo, los restos de comida, frutas, verduras, carnes o huevos, tienen la propiedad de transformarse en otro tipo de materia orgánica. Los inorgánicos son aquellas químicas sufren una descomposición natural muy lenta, como las latas, vidrios, plásticos y gomas. Por eso tienen valor comercial y son buscados por los recicladores. Generalmente se reciclan con métodos artificiales o mecánicos. Estos son los desechos que deberán separarse del resto de la basura.

No obstante, algunos productos degradables, como el papel y el cartón, irán con los inorgánicos, mientras que otros no reciclables, como el tecnopor, los pañales, los pañuelos y las toallas íntimas, irán con los orgánicos. El caso del teflón es emblemático desde el punto de vista ecológico, porque no tiene proceso de transformación, es decir que una simple bandeja de supermercado quedará en el planeta al menos durante 500 años. También hay desechos peligrosos o contaminantes como las pilas, que necesitan un tratamiento especial.

ETAPAS DEL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS

El tratamiento de Residuos Sólidos no queda en el recojo, sino contempla varias etapas que son:

- Generación por la fuente.
- Almacenamiento en la fuente.
- Recojo.
- Transporte al lugar de disposición.
- Transferencia al lugar de la disposición final.
- Disposición final.

La separación y el reciclaje son labores que pueden hacerse en cualquiera de las etapas, pero se recomienda hacerlas en la fuente, es decir en la etapas de generación y almacenamiento.

Por otro lado, la solución que han dado, tanto las instituciones encargadas de los problemas como los ciudadanos, al problema de residuos sólidos, ha sido altamente inconveniente, pues consiste en arrojarlos, siguiendo las formas de disposición final que se detallan a continuación:

- ✓ **A la vía pública:** los residuos son arrojados en cualquier lugar, con el fin de trasladar el problema desde la fuente (hogar, empresa o institución) a las calles.
- ✓ **A pequeños botaderos** donde llegan transportadores por métodos incipientes (carretillas). Generalmente se encuentra dentro de la ciudad.
- ✓ **A botaderos municipales sin control:** existe el recojo municipal, pero arrojando los residuos sólidos en un determinado lugar, sin controlar su uso y consecuencias de dicho arrojado.
- ✓ **A botaderos municipales controlados:** existe recolección municipal y los residuos son arrojados a un lugar donde normalmente son enterrados. Se ubican en un lugar deliberadamente fuera de la ciudad.

- ✓ **A rellenos sanitarios:** lugares de disposición final, manejados con criterios de ingeniería sanitaria y ambiental. Cuenta con permisos de ley y se realiza un monitoreo permanente.

La solución está no solo en la búsqueda de respuestas institucionales, sino además en generar respuestas personales que sustenten aquellas.

El problema de residuos sólidos no es solo responsabilidad de las autoridades gubernamentales. Requiere también de respuestas personales. Si bien es cierto que el gobierno puede contribuir mejorando los servicios de recolección, los empresarios pueden, por ejemplo, disminuir el uso de empaques innecesarios o que no sean reciclables o biodegradables. Por su parte, los pobladores pueden reducir el consumo de aquello que sea necesario o no sea biodegradable, así como pueden modificar sus hábitos de disposición de residuos.

EFFECTOS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA COMUNIDAD

Los seres humanos no pueden continuar siguiendo un patrón de utilización de materiales, según el cual los productos se utilizan y luego se desechan. Muchos de nuestros recursos se están agotando rápidamente. En los ciclos naturales por los que pasan los materiales (como el agua) hay un incipiente conocimiento acerca de la reutilización y reciclaje.

Los consumidores deben tomar decisiones sobre qué productos comprar, basándose en la cantidad y el tipo de recursos con los que se han elaborado, tomando en cuenta si estos recursos pueden ser reutilizados o reciclados. Cada material debe ser empleado al máximo.

El progreso ha traído muchas ventajas al ser humano. Sin embargo, también ha generado hábitos que atentan contra el ambiente. Uno de ellos es el consumo elevado de artículos, materiales, plantas, energía, agua, etc., que muchas veces

sobrepasa no solo las necesidades específicas, sino también la capacidad de uso de los ecosistemas. También se generan residuos sólidos que son arrojados muchas veces sin control y sin orden, como producto de este consumo que puede calificarse de excesivo.

Es sabido que, de continuar la tendencia de arrojamiento desmedido, pronto no existirá lugar para acumular tanta basura. Las ciudades han dado muchas respuestas a este problema: arrojar la basura a los ríos, generar rellenos sanitarios, o simplemente convertir grandes extensiones en basureros, que al poco tiempo colapsan, generando como consecuencia el buscar otra área o cuerpo receptor, creando así un círculo vicioso.

Reciclado

La práctica del reciclado de residuos sólidos es muy antigua. Los utensilios metálicos se funden y remodelan desde tiempos prehistóricos. En la actualidad los materiales reciclables se recuperan de muchas maneras, como el desfibrado, la separación magnética de metales, separación de materiales ligeros y pesados, criba y lavado. Otro método de recuperación es la reducción a pulpa. Los residuos se mezclan con agua y se convierten en una lechada pastosa al pasarlos por un triturador.

Los trozos de metal y otros sólidos se extraen con dispositivos magnéticos y la pulpa se introduce en una centrifugadora. Aquí se separan los materiales más pesados, como trozos de cristal, y se envían a sistemas de reciclado; otros materiales más ligeros se mandan a plantas de reciclado de papel y fibra, y el residuo restante se incinera o se deposita en un vertedero.

Las autoridades locales de muchos países piden a los consumidores que depositen botellas, latas, papel y cartón en contenedores separados del resto de la basura. Unos camiones especiales recogen los contenedores y envían estos materiales a las instalaciones de reciclado, reduciendo el trabajo en incineradoras y los residuos en los vertederos.

MÉTODOS DE ELIMINACIÓN

La Eliminación de desechos Sólidos comprende la eliminación de los materiales sólidos o semisólidos que carecen de utilidad y que provienen de las actividades generadas por el ser humano y los animales.

La eliminación de residuos mediante vertido controlado es el método más utilizado. El resto de los residuos se incinera y una pequeña parte se utiliza como fertilizante orgánico. La selección de un método u otro de eliminación se basa sobre todo en criterios económicos, lo que refleja circunstancias locales.

Vertido Controlado

El vertido controlado es la manera más barata de eliminar residuos, pero depende de la existencia de emplazamientos adecuados. En general, la recogida y transporte de los residuos suponen el 75% del coste total del proceso. Este método consiste en almacenar residuos en capas en lugares excavados. Cada capa se prensa con máquinas hasta alcanzar una altura de 3 metros; entonces se cubre con una capa de tierra y se vuelve a prensar. Es fundamental elegir el terreno adecuado para que no se produzca contaminación ni en la superficie ni en aguas subterráneas. Para ello se nivela y se cultiva el suelo encima de los residuos, se desvía el drenaje de zonas más altas, se seleccionan suelos con pocas filtraciones y se evitan zonas expuestas a inundaciones o cercanas a manantiales subterráneos. La descomposición anaeróbica de los residuos orgánicos genera gases. Si se concentra una cantidad considerable de metano se pueden producir explosiones, por lo que el vertedero debe tener buena ventilación. Técnicas más recientes apuestan por el aprovechamiento de estos gases procedentes de la descomposición como recurso energético.

Incineración

Las incineradoras convencionales son hornos o cámaras refractarias en las que se queman los residuos; los gases de la combustión y los sólidos que

permanecen se queman en una segunda etapa. Los materiales combustibles se queman en un 90%. Además de generar calor, utilizable como fuente energética, la incineración genera dióxido de carbono, óxidos de azufre y nitrógeno y otros contaminantes gaseosos, cenizas volátiles y residuos sólidos sin quemar. La emisión de cenizas volátiles y otras partículas se controla con filtros, lavadores y precipitadores electrostáticos.

Elaboración de Fertilizantes

La elaboración de fertilizantes o abonos a partir de residuos sólidos consiste en la degradación de la materia orgánica por microorganismos aeróbicos. Primero se clasifican los residuos para separar materiales con alguna otra utilidad y los que no pueden ser degradados, y se entierra el resto para favorecer el proceso de descomposición. El humus resultante contiene de un 1 a un 3% de nitrógeno, fósforo y potasio, según los materiales utilizados. Después de tres semanas, el producto está preparado para mezclarlo con aditivos, empaquetarlo y venderlo.

Recuperación de Recursos Energéticos

Es posible recuperar energía de algunos procesos de eliminación de residuos. En general se pueden hacer dos grupos: procesos de combustión y procesos de pirolisis. Algunas incineradoras se aprovechan para generar vapor. En las paredes de la cámara de combustión se colocan tubos de caldera; el agua que circula por los tubos absorbe el calor generado por la combustión de los residuos y produce vapor.

La pirolisis o destilación destructiva es un proceso de descomposición química de residuos sólidos mediante calor en una atmósfera con poco oxígeno. Esto genera una corriente de gas compuesta por hidrógeno, metano, monóxido de carbono, dióxido de carbono, ceniza inerte y otros gases, según las características orgánicas del material pirolizado.

Reciclaje del metal

El reciclaje de desechos sólidos es una técnica muy antigua. Los materiales procedentes del metal son fundidos y reutilizados para volver a fabricar instrumentos.

Residuos peligrosos

Algunos desechos químicos tóxicos son peligrosos para el ser humano, para la salud y para el medio ambiente. Este tipo de desechos no se elimina, sino que se almacena en unos grandes contenedores en lugares adecuados para su almacenaje, casi siempre alejados de toda presencia humana y de posibles afluentes, ríos o aguas submarinas, para evitar la filtración.

BOTADERO A CIELO ABIERTO O BASURERO

El botadero es una de las prácticas de disposición final más antiguas que ha utilizado el hombre para tratar de deshacerse de los residuos que él mismo produce en sus diversas actividades. Se le llama botadero al sitio donde los residuos sólidos se abandonan sin separación ni tratamiento alguno. Este lugar suele funcionar sin criterios técnicos en una zona de recarga situada junto a un cuerpo de agua, un drenaje natural, etc. Allí no existe ningún tipo de control sanitario ni se impide la contaminación del ambiente; el aire, el agua y el suelo son deteriorados por la formación de gases y líquidos lixiviados, quemas y humos, polvo y olores nauseabundos.

Los botaderos de basura a cielo abierto son cuna y hábitat de fauna nociva transmisora de múltiples enfermedades. En ellos se observa la presencia de perros, vacas, cerdos y otros animales que representan un peligro para la salud y la seguridad de los pobladores de la zona, especialmente para las familias de los segregadores que sobreviven en condiciones infrahumanas sobre los montones de basura o en sus alrededores.

La segregación de subproductos de la basura promueve la proliferación de negocios relacionados con la reventa de materiales y el comercio ilegal. Ello ocasiona la depreciación de las áreas y construcciones colindantes; asimismo, genera suciedad, incremento de contaminantes atmosféricos y falta de seguridad por el tipo de personas que concurren a estos sitios.

En la actualidad, el hecho de que los municipios abandonen sus basuras en botaderos a cielo abierto es considerado una práctica irresponsable para con las generaciones presentes y futuras, así como opuesta al desarrollo sostenible.

BOTADERO CONTROLADO

Lugar de disposición final de residuos sólidos que no cuenta con la infraestructura necesaria ni suficiente para ser considerado como un relleno sanitario. Puede ser usado de manera temporal debido a una situación de emergencia. En el botadero controlado se darán las condiciones mínimas de operación para que los residuos no se encuentren a cielo abierto; estos residuos deberán ser compactados en capas para reducir su volumen y serán confinados periódicamente con material de cobertura.

BOTADERO MUNICIPAL DE MOYOBAMBA:

Moyobamba en su jurisdicción según datos estadísticos brindados por la sala de Gestión Ambiental de la Municipalidad Provincial de Moyobamba presenta un 12.32% de los ríos contaminados y un 9.24% de suelos, todo esto sumado a que tenemos gran parte de los bosques deforestados ocupando un desagradable tercer lugar en la región de San Martín después del El Dorado y Picota; la cual produce una gran desviación de la temperatura ambiental.

Según Rider Rengifo Ruiz, señaló que el botadero municipal es una grave amenaza para la salud pública por altos niveles de contaminación que produce y

agravada la situación por estar funcionando sin tener autorización del sector Salud.

Rengifo Ruiz, denunció a algunos vecinos del lugar, quienes están alquilando los terrenos aledaños al botadero para ampliar la zona de almacenamiento y depósito de desperdicios tanto orgánicos e inorgánicos, sin que para ello recurran a mecanismos de seguridad y protección medio ambiental.

Desechos procedentes de los hospitales de Moyobamba y catalogados como peligrosos, son depositados sin ningún tipo de tratamiento en el mal llamado botadero municipal de Moyobamba.

Lo más grave del botadero es que las aguas de lluvia estarían filtrando sustancias tóxicas a las capas freáticas, las mismas que en la periferia alimentan de agua a los manantiales y pozos que luego son utilizados para el consumo del ganado y de las propias personas, tal como sucede en las vertientes del fundo La Pedrera.

Ingiriendo agua contaminada cuyas consecuencias económicas y de salubridad serían significativas si es que las autoridades competentes no intervienen de inmediato para reubicar esta amenaza medioambiental.

Rider Rengifo Ruiz, invoca a las autoridades competentes a idear de modo urgente una alternativa de solución al problema que viene exponiendo a serio riesgo la salud y la vida de la población aledaña, así como sus consecuencias serán significativas en términos económicos pues las inversiones ganaderas, avícolas y agrícolas están seriamente amenazadas.

TIPOS DE CONTAMINANTES.

GENERADOS: Metales Pesados Tóxicos:

El Botadero Municipal de la Ciudad de Moyobamba es a tajo abierto,

depositándose un promedio de 45 toneladas de basura por día, y sobre todo en épocas de calor solar intenso emiten metales al aire. Los metales presentes en la basura no son destruidos en la incineración, y a menudo son liberados al ambiente en formas más concentradas y peligrosas que en el desecho original. La combustión a altas temperaturas libera metales tóxicos como plomo, cadmio, arsénico, mercurio y cromo de distintos materiales estables como plásticos, caucho, etc., y se liberan en forma de partículas muy pequeñas o gases, aumentando el riesgo de inhalación.

Químicos tóxicos:

Los químicos quemados, debido a incineración provocada o por efecto de los rayos del sol son liberados al medio ambiente en forma de gases peligrosos como emisiones fugitivas durante su disposición en el botadero. Durante el proceso de la quema de residuos sólidos, se encuentran hasta 43 compuestos orgánicos semivolátiles en las cenizas y al menos 16 químicos orgánicos.

Nuevos contaminantes químicos:

Los fragmentos de desechos parcialmente quemados, se recombinan, formando entre otros dioxinas y furanos, compuestos químicos ampliamente reconocidos por ser de los más tóxicos creados por los seres humanos.

Las dioxinas son creadas durante la quema de materiales que contienen cloro y se distribuyen en el ambiente como parte de los gases, cenizas volátiles y cenizas sedimentadas, que pueden ser fácilmente capturadas por animales, peces y humanos produciendo grandes impactos ambientales. Una vez emitidas al ambiente, las dioxinas pueden viajar a grandes distancias en el aire, convirtiéndose en un contaminante global.

Las cenizas restantes de la incineración pueden ser extremadamente tóxicas, conteniendo cantidades concentradas de plomo y cadmio, así como dioxinas

y furanos. Si no se manejan adecuadamente representan riesgos para la salud y el ambiente a corto y largo plazo.

PROBLEMÁTICA AMBIENTAL OCACIONADA

Uno de los principales problemas ambientales que enfrenta la sociedad moderna es el de los residuos sólidos. En los últimos años, en el Botadero de Quitasol, la incineración y la recolección de basura para su posterior reutilización han crecido como camino para quitar de la vista la basura generada, a pesar de las graves consecuencias ambientales que provoca.

El manejo inadecuado de los residuos, especialmente la disposición final deficiente, conlleva a riesgos ambientales que se convierten en riesgos a la salud de corto y largo plazo. Pueden tener las siguientes causas:

- Alteración de la calidad del suelo debido a su contaminación con agentes patógenos procedentes de hospitales, centros de salud y clínicas particulares, que pueden sobrevivir o reproducirse en suelos ricos en materia orgánica.
- Transmisión de diferentes tipos de zoonosis por artrópodos y roedores que viven en los botaderos.
- Contaminación del suelo por excretas de roedores, perros, cerdos y aves.
- Transmisión de organismos patógenos de animales infectados al hombre, por contacto con el suelo, alimentos, agua y por la crianza de animales alimentados con residuos orgánicos contaminados.
- Contaminación del suelo con sustancias químicas o subproductos tóxicos de la materia orgánica que no puede ser absorbida por el medio debido a la cantidad exagerada y concentrada de sustancia orgánica.
- Aumento de vectores de enfermedades, tales como moscas, cucarachas, zancudos y mosquitos, tanto en las zonas aledañas al botadero como en el mismo.

- Producción de olores desagradables y ruidos.
- Contaminación del agua subterránea por percolación de lixiviados.
- Obstrucción de los drenajes abiertos de aguas superficiales.
- Contaminación directa de los cuerpos de agua y modificación de los sistemas naturales de drenaje por el vertido incontrolado de residuos en ellos.
- Contaminación atmosférica por acción de los gases que se producen en la quema de los residuos de los botaderos.
- Riesgos a la salud de los segregadores y trabajadores.

EFFECTOS DIRECTOS

Las personas más expuestas por el contacto directo con los desechos sólidos son los recolectores y los segregadores, que se dedican a extraer material útil de la basura, para comercializarlo posteriormente como medio de subsistencia. Estas personas llegan incluso a tener lugares fijos en los botaderos, donde incluso habitan; la recolección y separación de materiales la realizan en las peores condiciones y sin la más mínima protección.

Con el vertido incontrolado de la basura, el **paisaje** se degrada y se convierte en un lugar sucio y desagradable que al descomponerse la materia orgánica produce malos olores que el viento se encarga de esparcir. Los líquidos lixiviados producidos en la descomposición de la materia contienen sustancias tóxicas de gran poder contaminante que pueden afectar a las aguas superficiales y que al infiltrarse por las capas de la tierra alcancen las aguas subterráneas contaminándolas.

DAÑO QUE OCASIONA AL AMBIENTE

Las emisiones producidas que recaen sobre el ambiente y los seres humanos, no son consecuencia solamente de las inhalaciones directas de

contaminantes de alta toxicidad, persistentes y bioacumulativos suspendidos en el aire. Hasta las emisiones más pequeñas de dichas sustancias en los ecosistemas locales, alcanzan niveles perjudiciales de manera crónica o aguda para el hombre y otras especies. Los productos de las emisiones, como metales y gases tóxicos, una vez dispersos en el aire, agua y suelo, se bioacumulan siendo selectivamente filtradas al medio ambiente.

Los contaminantes emitidos por las emisiones se depositan y son asimilados por los tejidos de las plantas de cultivo (las plantas asimilan el 10% de la concentración de dioxinas y furanos presente en el suelo). Para los contaminantes transportados por el aire, los mayores índices de exposición corresponden a aquellos cultivos en los que la parte comestible queda expuesta, aunque después de un buen lavado, una cantidad importante entre el 15 y 50 % permanece adherida.

Tras su administración en la dieta o la ingestión de suelos contaminados, el ganado vacuno de leche y carne acumula niveles importantes de TCDD y otros compuestos. Las dioxinas y furanos se concentran en los tejidos grasos.

La combustión es la única fuente de suficiente importancia y ubicuidad para ser responsable de los PCDD (Policlorados dibenzodioxina) y PCDF (Policlorados dibenzofuranos) existentes en el tejido adiposo humano, pudiendo permanecer intactos durante años en el medio ambiente, conservando toda su toxicidad.

Determinación de presencia de sustancias en las aguas

Mitchell *et al.* (1991), argumentan que para determinar la presencia de sustancias en las aguas es necesario realizar nueve pruebas utilizando el Índice de Calidad de Agua (ICA), estas pruebas son: oxígeno disuelto, coliformes termotolerantes, pH, demandan bioquímica de oxígeno (5 días), temperatura, fósforo total, nitratos, turbidez y sólidos totales.

Oxígeno disuelto: este es esencial para el mantenimiento de lagos y ríos saludables, pues la presencia de oxígeno es una señal positiva, mientras que la ausencia indica una fuerte contaminación (Mitchell *et al.* 1991). Es muy importante para mantener la vida acuática en los cuerpos de agua (Malina, 1996). Disminuciones repentinas o graduales en el oxígeno disuelto pueden ocasionar cambios bruscos en el tipo de organismos acuáticos, por ejemplo insectos acuáticos sensibles a un nivel bajo de oxígeno disuelto, pueden ser reducidas sus poblaciones (Mitchell *et al.* 1991).

Coliformes termotolerantes: son los microorganismos coliformes capaces de fermentar la lactosa a 45 °C (OMS, 1998). Esta bacteria se encuentra en el excremento humano y de otros animales de sangre caliente entrando al sistema por medio de desecho directo de mamíferos y aves, entre otros (Mitchell *et al.* 1991). También pueden originarse en aguas provenientes de efluentes industriales, materiales vegetales en descomposición y suelos (OMS, 1998). Esta bacteria ocurre de manera natural en el aparato digestivo humano y ayuda en la digestión de los alimentos y por si sola no es patógena, sin embargo, asociada con otros organismos patógenos, causan complicaciones en la salud humana.

Potencial de hidrógeno (pH): indica las concentraciones de iones de hidrógeno en el agua (Seoáñez, 1999). Los cambios de pH en el agua son importantes para muchos organismos, la mayoría de ellos se han adaptado a la vida en el agua con un nivel de pH específico y pueden morir al experimentarse cambios en el pH (Mitchell *et al.* 1991). Ácidos minerales, carbónicos y otros contribuyen a la acidez del agua (Malina, 1996), provocando que metales pesados puedan liberarse en el agua (Mitchell *et al.* 1991).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO 5 días): es uno de los parámetros más ampliamente utilizados; es una medida de la cantidad de oxígeno usado por

poblaciones microbianas del agua en respuesta a la introducción de material orgánico degradable (Malina, 1996). La materia orgánica se alimenta por las bacterias aeróbicas que requieren oxígeno, en este proceso la materia es degradada y oxidada (Mitchell *et al.* 1991). Esto provoca cambios en la vida acuática, pues mucho del oxígeno disuelto (OD) libre se consume por la bacteria aeróbica, robando a otros organismos acuáticos el oxígeno necesario para vivir, así organismos más tolerantes a niveles bajos de OD pueden aparecer y volverse más numerosos, como la carpa, la larva jején y lombrices de drenaje (Mitchell *et al.* 1991).

Temperatura: influye en la solubilidad de las sales y los gases, también en la disociación de las sales disueltas y por lo tanto en la conductividad eléctrica y pH del agua (Seoánez, 1999). La temperatura en un río es muy importante ya que afecta las características físicas, biológicas y químicas de un río. Así la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, la velocidad de fotosíntesis de algas y plantas acuáticas, la velocidad metabólica de organismos y la sensibilidad de organismos a desechos tóxicos, parásitos y enfermedades, pueden ser afectados (Mitchell *et al.* 1991).

Fosfato total: incluye fosfato orgánico e inorgánico. El fosfato orgánico es parte de las plantas y los animales y se adhiere a materia orgánica compuesta de plantas y animales vivos, ambos son los responsables de la presencia de algas y plantas acuáticas grandes. El exceso de algas ocasiona el "floreamiento de algas" iniciándose así la *eutrofización*, que no es más que un enriquecimiento del agua, comúnmente producida por fosfato proveniente de actividades humanas (Mitchell *et al.* 1991).

Cuando las algas mueren, se depositan en el fondo y sirven como alimento para las bacterias; aumentando los procesos aeróbicos de bacterias que consumen demasiado oxígeno afectando a la vida acuática en general (Aguamarket, 2002).

Nitratos: son obtenidos a partir de aguas de desecho descargadas directamente y de sistemas sépticos en mal funcionamiento. Estos muchas veces son colocados junto a pozos de agua, pudiendo contaminar el agua subterránea con nitratos, los cuales en niveles altos pueden ocasionar una condición llamada *metemoglobinemia* (Mitchell *et al.* 1991). También se han encontrado altos niveles de nitratos en aguas subterráneas debajo de las tierras de cultivo, en las cuales el uso excesivo de fertilizantes pareciera ser la causa, especialmente en áreas de alta irrigación con suelos arenosos (Mitchell *et al.* 1991).

Turbidez: es el resultado de sólidos suspendidos en el agua que reducen la transmisión de luz (Mitchell *et al.* 1991). Estos sólidos suspendidos son variados, así pueden ser arcillas, limos, materia orgánica y plancton y hasta desechos industriales y de drenaje (Seoáñez, 1999) En niveles altos de turbidez, el agua pierde la habilidad de apoyar la diversidad de organismos acuáticos, aumenta la temperatura al sostener partículas que absorben el calor de la luz solar y el agua caliente conserva menos oxígeno que el agua fría, así al entrar menos luz disminuye la fotosíntesis necesaria para producir oxígeno. Otro efecto asociado a turbidez es la obstrucción de las agallas de los peces, por los sólidos suspendidos, reducción del crecimiento y la resistencia a las enfermedades, al igual que limita el desarrollo de huevos y larvas (Mitchell *et al.* 1991).

Sólidos totales disueltos: es una medida de las sales disueltas en una muestra de agua después de la remoción de sólidos suspendidos; también se define como la cantidad de residuos remanentes después que la evaporación del agua ocurre (Malina, 1996). Es común observarlos en terrenos agrícolas que han sufrido procesos fuertes de escorrentía (Ongley, 1997).

1.3.4. Definición de Términos.

- **Basura:** Término que corrientemente se emplea para definir los residuos sólidos.
- **Botadero:** Acumulación inapropiada de residuos sólidos en vías y espacios públicos, así como en áreas urbanas, rurales o baldías que generan riesgos sanitarios o ambientales. Carecen de autorización sanitaria.
- **Botadero Controlado:** Lugar de disposición final de los residuos sólidos que no cuenta con la infraestructura necesaria ni suficiente para ser considerado como relleno sanitario. Puede ser usado de manera temporal debido a una situación de emergencia. En el botadero se dan las condiciones mínimas de operación para que los residuos no se encuentren a cielo abierto; estos residuos deberán ser compactados en capas para reducir su volumen y serán confinados periódicamente con material de cobertura.
- **Clausura de un Botadero:** Es la suspensión definitiva de la disposición final de los residuos sólidos en un botadero. Conlleva a un proceso gradual de saneamiento, restauración ambiental del área alterada debido a la presencia del botadero y las actividades a realizarse después de la clausura.
- **Conversión de un Botadero:** Es el proceso de transformación de un botadero a un sistema de disposición final técnico, sanitario y ambientalmente adecuado, el cual puede ser un botadero controlado o un relleno sanitario.
- **Contenido de Humedad:** Pérdida de peso (expresada en porcentaje) cuando se seca una muestra de residuos con un peso constantes utilizando una temperatura de 100 – 105°C.
- **Contaminación Ambiental:** Acción que resulta de la introducción del hombre directa o indirectamente al ambiente, de contaminantes que por su

concentración, al superar los patrones ambientales establecidos o el tiempo de permanencia, hagan el medio receptor adquiera características diferentes a las originales, perjudiciales o nocivas a la naturaleza o la salud.

- **Densidad de la Basura:** (Peso Volumétrico) Es la relación entre el peso y el volumen ocupado. La basura tiene una densidad, dependiendo del estado de *compresión*.
- **Compost.-** Material que se genera a partir de la descomposición de los residuos sólidos orgánicos y sirve como mejorador del suelo agrícola, parques y jardines, y recuperación de tierras no-fértiles.
- **Compostificación:** Proceso controlado de descomposición biológica de los residuos sólidos orgánicos que permite la producción de compost.
- **Gestión de Residuos Sólidos:** Toda actividad administrativa de planificación, coordinación, concertación, diseño, aplicación y evaluación de políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo de residuos sólidos del ámbito nacional, regional y local.
- **Manejo de Residuos Sólidos:** Toda actividad técnica operativa de residuos sólidos que involucra manipuleo, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición final a cualquier otro procedimiento técnico operativo utilizado desde la generación hasta la disposición final.
- **GPC:** Generación per cápita de residuos sólidos generalmente en kilogramos por habitante por día.
- **Reciclaje:** Reuso de los residuos sólidos, sean tratados previamente o no.
- **Residuos Domiciliarios:** Residuos generados en las actividades domésticas realizadas en los domicilios constituidos por restos alimenticios y otros generados cotidianamente en un domicilio.

- **Residuo Sólido Orgánico:** Son todos aquellos que contienen Carbono en su estructura química y provienen de materia viva tanto vegetal como animal, están representados por residuos de jardinería, restos alimenticios de mercados, industriales y domiciliarios (verduras, frutas, cascaras, huesos, etc.). Se descomponen rápidamente con fuertes olores y son fuente de proliferación bacteriana.
- **Residuo Sólido Inorgánico:** Materia inerte que proviene de material no vivo, incluye la mayoría de los residuos susceptibles de ser recuperados como plásticos, vidrio, papel, latas, metales, telas, etc. No son biodegradables. Proviene en su mayoría de envases y embalajes característicos de los productos comerciales.
- **Ecoeficiencia:** Proporcionar bienes y servicios a precios competitivos, que satisfagan las necesidades humanas y proporcionen calidad de vida, mientras progresivamente reducen los impactos ecológicos y el consumo de recursos a lo largo de su ciclo de vida, por lo menos hasta un nivel acorde con la capacidad de carga estimada de la Tierra.
- **Residuos Comerciales:** Aquellos generados en los establecimientos comerciales de bienes y servicios, tales como: centro de abastos, de alimentos, restaurantes, supermercados, bares, tiendas, centros de comunicaciones, bancos, centros de espectáculos, oficinas de trabajo en general, entre otras actividades comerciales y laborales analógicas.
- **Relleno Sanitario:** Es una alternativa comprobada para la disposición final de los residuos sólidos. Los residuos sólidos se confinan en el menor volumen posible, se controla el tipo y cantidad de residuos, hay ventilación para los gases, se evitan los olores no deseados y hay drenaje y tratamiento para los líquidos que se generan por la humedad de los residuos y por las lluvias.

- **Clausura de un botadero:** Es la suspensión definitiva de la disposición final de los residuos sólidos en un botadero. Conlleva a un proceso gradual de saneamiento, restauración ambiental del área alterada debido a la presencia del botadero y las actividades a realizarse después de la clausura.
- **Contenedores:** Cualquier recipiente de capacidad variable utilizado para el almacenamiento o transporte interno o externo de los residuos.
- **Amenaza o peligro.** Es un fenómeno natural o provocado por la actividad humana que se torna peligroso para las personas, edificaciones, instalaciones sistemas y para el medio ambiente (OPS, 1998a; Jiménez, 2002).
- **Vulnerabilidad.** Grado de daño o pérdida susceptible de experimentar por un elemento bajo riesgo (personas, edificaciones, etc.) resultado de la probable ocurrencia de un evento de una magnitud e intensidad dada (Jiménez, 2002). La OPS (1998a) la define como la medida de la debilidad de un componente para resistir el impacto de las amenazas. En contaminación de acuíferos, es la facilidad con la cual un contaminante, aplicado en o cerca de la superficie del suelo, puede migrar al acuífero (Arumí *et al.* 2001).
- **Análisis de vulnerabilidad.** Proceso para determinar los componentes críticos, débiles o susceptibles de daño o interrupción de edificaciones, instalaciones y sistemas y las medidas de emergencia y mitigación a tomarse ante una amenaza específica o un grupo de ellas (OPS, 1998a; Jiménez, 2002). Es útil para evaluar el riesgo de contaminación asociado a las prácticas agrícolas que se realizan en una determinada región, desarrollar estrategias de protección de los recursos naturales (suelo y agua) y elaborar planes de monitoreo y control (Arumí *et al.* 2001).
- **Riesgo.** Medida de la probabilidad de impacto de una amenaza (OPS, 1998a). Puede ser definido como la posibilidad de que ocurra un evento indeseado, en este caso, que un contaminante de origen agropecuario escurra

hasta un cuerpo de agua (Arumí *et al.* 2001). También es definido como el producto de la amenaza por la vulnerabilidad (Jiménez, 2002).

1.4. VARIABLES.

1.4.1. Sistema de Variables:

Variable Dependiente:

- Parámetros de calidad del agua.
- Áreas potenciales de contaminación.

Variable Independiente

- Lixiviados provenientes del botadero de la ciudad de Moyobamba.
- Disposición final de residuos sólidos

1.5. HIPÓTESIS.

En vista que la investigación tiene un alcance descriptivo y consiste en aportar datos sobre la contaminación del agua del Sector Paraíso del Distrito y Provincia de Moyobamba, Departamento San Martín no es posible plantear hipótesis debido a que no se intenta correlacionar o explicar causalidad de variables.

CAPÍTULO II.

MARCO METODOLÓGICO

2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

De acuerdo a la Orientación:

Básica

De acuerdo a la técnica de Contrastación:

Descriptiva

2.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

No experimental.

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.

2.3.1. Población.

La población se constituyó por todas las variables presentes en el Sector Paraíso que definen la calidad del agua; todas las fuentes superficiales de agua, áreas naturales de conservación, sistemas agroecológicos, fuentes puntuales y no puntuales de contaminación, comunidades y vías de comunicación.

2.3.2. Muestra.

La unidad muestral son lugares o puntos que tienen agua y que están de alguna manera influenciados por diversos factores, especialmente antrópicos. En este contexto, la selección de puntos de muestreo estuvo en función de la localización de áreas socioproduktivas, fuentes potenciales de contaminación (localizadas y no localizadas). Se consideraron como fuentes localizadas de contaminación las descargas directas de aguas residuales a los cuerpos de agua, sean estos de origen domiciliar o industrial (Basterrechea, *et al*, 1987). Las

aguas residuales domiciliarias se consideran fuentes puntuales cuando no existe un sistema de alcantarillado en las comunidades (Anónimo, s.f.) y en las comunidades presentes en la microcuenca La Soledad no existe este sistema, excepto el casco urbano. Aunque desde el punto de vista práctico, bajo ciertas circunstancias las aguas residuales domiciliarias resultan difíciles de cuantificar (Ongley, 1997), y en cierta manera, hasta poco significativas, especialmente en áreas rurales, donde el volumen de agua utilizados en labores domésticas no es lo suficientemente alto (OMS, 1998) que pudiera causar un aporte sustancial de contaminantes en las fuentes de agua, si se considera que las descargas del botadero municipal; la evacuación de los lixiviados es directa a las fuentes de agua, por lo que estas aguas son vertidas directamente en el terreno, y procesos de retención y percolación pudieran ocurrir, afectando el volumen y las concentraciones de los contaminantes antes de llegar a un curso permanente de agua. No obstante lo anterior, se consideraron las concentraciones poblacionales como fuentes potenciales de contaminación localizadas.

Para la selección de los puntos de toma de muestra, en primer lugar se consideró la red de drenaje como la unidad de selección para muestreo, ya que esta describe fácilmente una población muestral compatible para una variedad de metas o procesos (Villegas, 1995). El propósito de lo anterior se basa en que cada estación de muestreo, ubicado en cualquier punto de la fuente superficial de agua, es directa e indirectamente influenciada por un conjunto de variables biofísicas contenidas en cada unidad de drenaje, tales como pendiente, uso de la tierra, escorrentía, precipitación, densidad poblacional, edificaciones, etc. Una vez definida esta unidad, se identificaron todas las áreas potenciales de contaminación contenidas en cada unidad de drenaje, especialmente aquellas relacionadas con el uso del suelo y las no menos importantes; las fuentes puntuales de contaminación. Interpretado de esta manera, las redes de drenaje se consideraron como las unidades de muestreo (Steel y Torrie 1988).

En cuanto a la selección del tamaño de la muestra, se tomó en consideración los recursos disponibles; estos son fundamentales cuando se requiere tener una

muestra lo suficientemente grande para alcanzar los objetivos propuestos (Steel y Torrie 1988). La OMS (1998) recomienda ubicar un punto de muestreo antes de la influencia de las fuentes potenciales de contaminación y otros puntos dentro y después de la referida área o zona crítica (USDA, 1996). La determinación de la importancia de las fuentes a ser más intensivamente objeto de estudio se realizó mediante sondeos con las autoridades edilicias, personal de las diferentes instituciones presentes en el Sector Paraíso de la Ciudad de Moyobamba, así como productores y pobladores de la misma

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.

2.4.1. Técnicas.

Recolección de datos

El trabajo de investigación se basó en datos de dos fuentes: secundarias y primarias.

Recolección de datos secundarios

La recopilación de la información secundaria concerniente al estudio y conducente al alcance de los objetivos propuestos se basó en la identificación de las diferentes estructuras organizativas básicas en el ámbito municipal y comunal encargadas del manejo y gestión de los recursos hídricos del Sector el Paraíso. De igual forma, se recolectó información acerca de fuentes puntuales de contaminación, que resultaron ser pocas. Por otro lado, se hizo una revisión de la información de estudios relacionados con los recursos hídricos del Sector El Paraíso, especialmente, de calidad de agua. Esta información incluyó informes, reportes escritos, tesis, etc, de cualquier persona o institución vinculada con el manejo de recursos hídricos. También, se utilizó cartografía física y digital, tales como mapas físicos cartográficos y geológicos escala 1:50000 hojas cartográficas físicas y en formato raster y ortofotos georeferenciados.

Recolección de datos primarios

La recolección de datos primarios fue el pilar de la presente investigación; datos de análisis físico-químicos, bacteriológicos y de pesticidas en el agua, actividades socio-productivas de los pobladores, fuentes localizadas de contaminación y aspectos biofísicos, constituyeron ser la información primaria más relevante que se consideró para realizar el análisis de la calidad del agua en el Sector el Paraíso.

2.4.2. Materiales y Equipos.

- Guantes de goma N° 07.
- 01 tablero de madera
- Libreta de apuntes.
- 02 Lápices
- 02 Lapiceros
- 100 hojas bond.
- 01 cinta masking tape
- Plumones N°02
- Stickets.
- 01 Mandil de trabajo.
- Mascarillas descartables con filtro.
- 01 Jabón carbólico
- 01 Botiquín portátil.
- Plano urbano del área del distrito.
- 44 Formatos impresos de encuesta.
- Depósitos para muestreos.
- Cámara fotográfica
- Laptop

2.5. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS.

Se realizaron análisis estadísticos sencillos, de tal manera poder determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre parámetros e índices de calidad de agua (ICA) que califiquen la calidad en el tiempo y en el espacio. Para ello se realizaron análisis de varianzas (prueba LSD Fisher) para todas las variables utilizando como criterio de clasificación la época y las estaciones. Por otra parte, análisis de correlaciones (de Pearson) entre los parámetros de calidad del agua y los diferentes índices (ICA), índices de degradación de suelo, de contaminación agroquímica, contaminación poblacional y vulnerabilidad) fueron realizadas, con el propósito de evaluar el grado de significancia y asociación, positiva o negativa, entre las variables consideradas en el presente estudio.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. RESULTADOS.

3.1.1. Objetivo 1: Analizar la calidad del agua de las fuentes superficiales del sector Paraíso, mediante parámetros.

En este caso se ha muestreado en tres puntos pre establecidos:

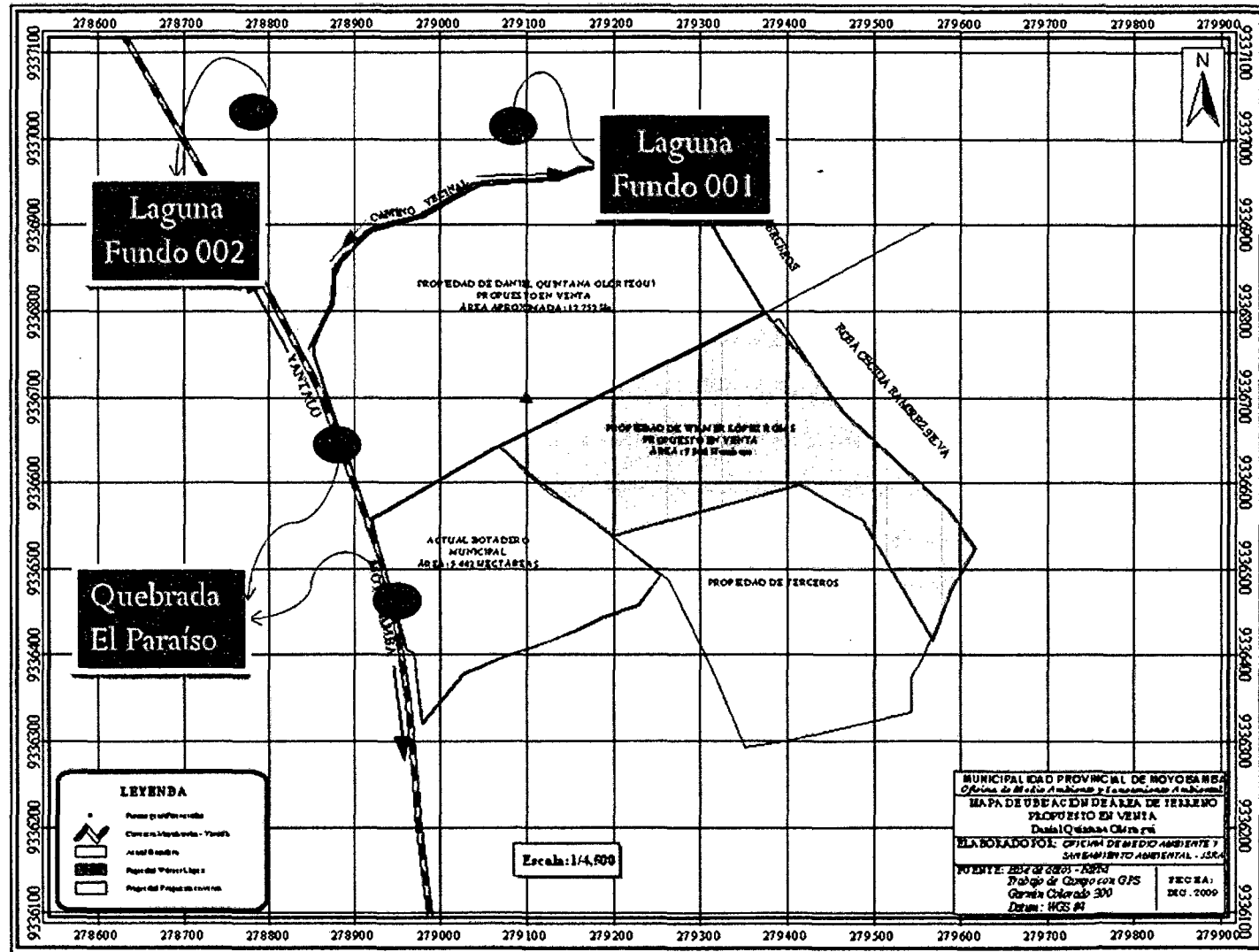
- **Quebrada El Paraíso. – Qda 001 y Qda 002**
- **Laguna Fundo 001 – Lag. 001**
- **Laguna Fundo 002 – Lag. 002**

Inventario y caracterización de las fuentes superficiales de agua

En El Sector el Paraíso se identificaron tres cursos permanentes de aguas superficiales. Entre los sistemas permanentes están la Quebrada El Paraíso, la Laguna del Fundo 001 y la Laguna del Fundo 0002, dichas fuentes están ubicadas en la parte baja del Botadero Municipal, Ver Imagen N° 001.

Los usos que se le da a estas fuentes de agua es para consumo de animales de consumo humano, la calidad de la misma la hace no recomendable para consumo humano.

Imagen N° 001: Ubicación de puntos Muestrales.



Indicadores de Calidad del Agua.

- *Temperatura.*

Los resultados obtenidos del muestreo de las aguas superficiales se muestran en el siguiente cuadro:

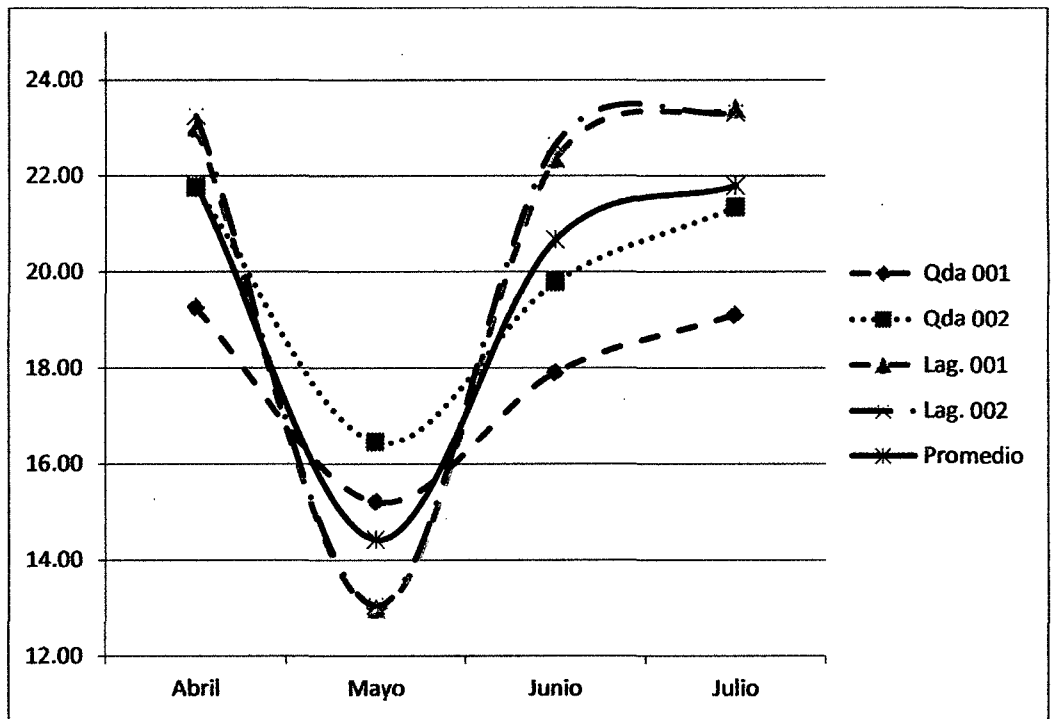
Cuadro N° 01: Temperatura en °C.

Puntos	Abril	Mayo	Junio	Julio	Promedio
Qda 001	19.25	15.20	17.90	19.10	17.86
Qda 002	21.75	16.45	19.78	21.34	19.83
Lag. 001	23.00	12.98	22.34	23.40	20.43
Lag. 002	23.25	13.05	22.65	23.32	20.57
Promedio	21.81	14.42	20.67	21.79	19.67

Fuente: Elaboración propia.

El análisis estadístico de los datos para este parámetro presenta diferencias significativas entre puntos de muestreo. La temperatura promedio entre los meses de abril a julio fue de 19.67 °C. La variable que explica variación que se muestra en la siguiente ilustración N° 001 es el nivel contaminación que presentan cada cuerpo de agua.

Ilustración N° 001. Comportamiento de Temperatura en los puntos de muestreo por meses.



Fuente: Cuadro N° 001.

Interpretación:

En el grafico también se observa que la menor temperatura alcanzada en todos los puntos de muestreo se dio en el mes de mayo debido a las constantes lluvias ocurridas en ese sector, así mismo se observa que a temperatura experimenta un ascenso progresivo en los dos siguientes meses de evaluación.

- **Potencial de Hidrógeno (pH).**

Los resultados obtenidos se muestran en el siguiente cuadro:

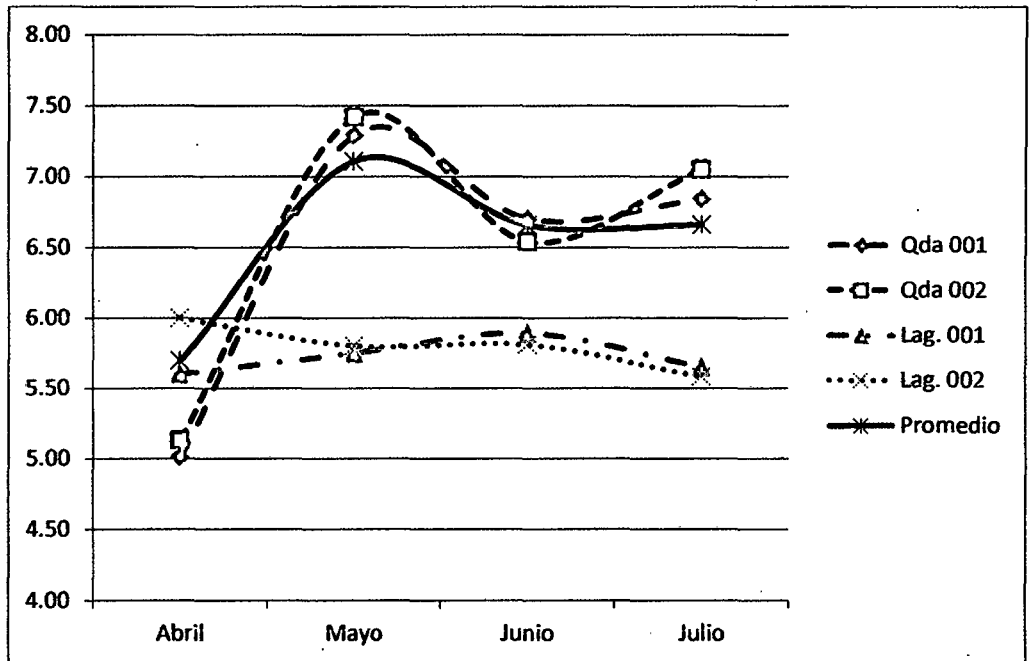
Cuadro N° 02: Variación de pH entre puntos de muestreo.

Puntos	Abril	Mayo	Junio	Julio	Promedio
Qda 001	5.01	7.29	6.70	6.84	6.46
Qda 002	5.13	7.42	6.54	7.05	6.54
Lag. 001	5.60	5.75	5.89	5.65	5.72
Lag. 002	7.04	7.97	7.50	7.10	7.40
Promedio	5.70	7.11	6.66	6.66	6.53

Fuente: Elaboración propia, 2014.

El análisis estadístico de este parámetro indica que no existen variaciones entre meses.

Ilustración N° 002. Variación de pH entre puntos de muestreo



Fuente: Cuadro N° 002.

Interpretación:

Estas diferencias de pH entre estaciones son marcadas entre los puntos de muestreo de Lag. 001, 002 y Qda 001, 002, en las cuales las diferencias son significativas. Sin embargo las diferentes entre los puntos de muestreo Lag. 001 y 002 no presentan diferencia significativa, así como entre los Puntos de Muestra Qda 001 y 002. El patrón de comportamiento (pH bajo) es explicado desde el punto de vista geológico; las fuentes de agua comparten un mismo grupo geológico con variaciones en cuanto a cantidad de conglomerados del material que lo origina.

- **Coliformes Totales:**

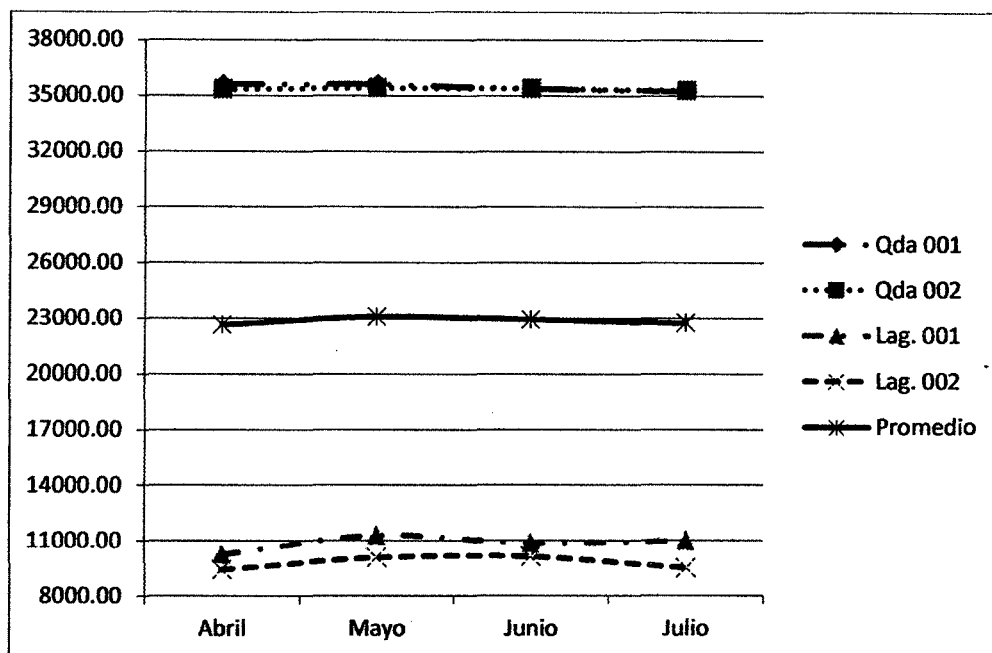
Los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 03: Coliformes Totales (NPM)

Puntos	Abril	Mayo	Junio	Julio	Promedio
Qda 001	35600.00	35589.00	35365.00	35214.00	35442.00
Qda 002	35321.00	35400.00	35378.00	35278.00	35344.25
Lag. 001	10245.00	11278.00	10845.00	10974.00	10835.50
Lag. 002	9421.00	10075.00	10128.00	9510.00	9783.50
Promedio	22646.75	23085.50	22929.00	22744.00	22851.31

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Ilustración N° 003. Coliformes Totales



Fuente: Elaboración propia, 2014.

Interpretación:

Del análisis se puede concluir que existen diferencias significativas entre los puntos de muestreo de la Lag. 001, 002 y la Qda 001 y la Qda 002.

Las bacterias coliformes no se encuentran uniformemente distribuidas en el agua, como materia disuelta, sino, concentradas en grupos o colonias y considerando el método de análisis (el método FM, analiza una alícuota de una muestra de 100 ml de agua). Aunque poco probable, otro factor que pudiera estar influyendo en el comportamiento de los coliformes termotolerantes es la sobrevivencia de estos en ambientes altamente contaminados.

- **Turbidez:**

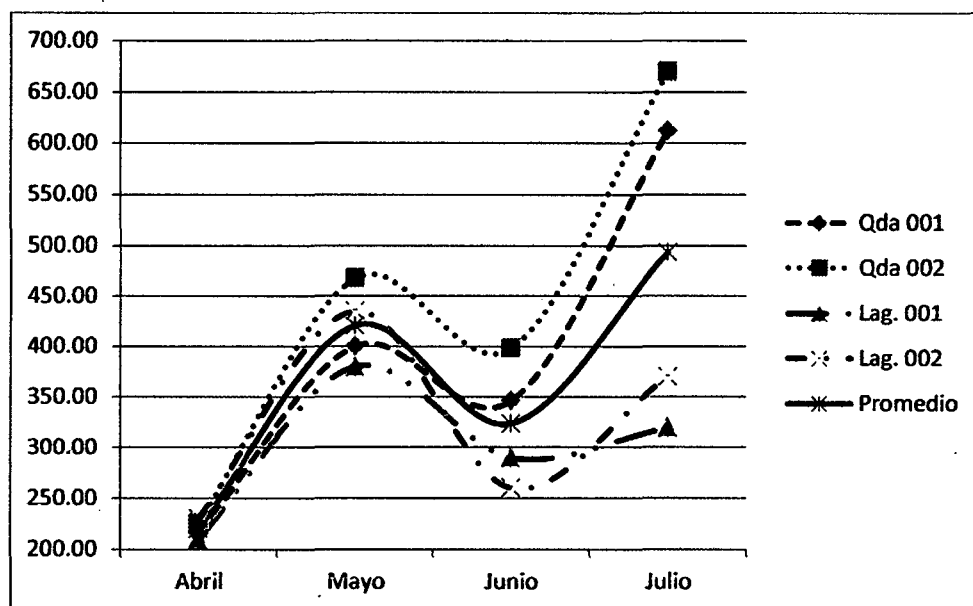
Los resultados obtenidos se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 04: Turbidez.

Puntos	Abril	Mayo	Junio	Julio	Promedio
Qda 001	215.00	400.00	346.00	612.00	393.25
Qda 002	225.00	467.00	398.00	670.00	440.00
Lag. 001	210.00	380.00	290.00	320.00	300.00
Lag. 002	230.00	435.00	260.00	370.00	323.75
Promedio	220.00	420.50	323.50	493.00	364.25

Fuente: Elaboración propia, 2014

Ilustración N° 004. Comportamiento de la Turbidez entre meses de evaluación.



Fuente: Elaboración propia, 2014.

Interpretación:

Analizando la figura 12 es posible observar un incremento de los niveles de turbidez en el transcurso de los meses de evaluación. Este incremento es causado por el aporte significativo de sedimentos producto de las actividades de remoción en el Botadero Municipal y la precipitación que se presentó en los meses de evaluación.

- **Sólidos Suspendidos:**

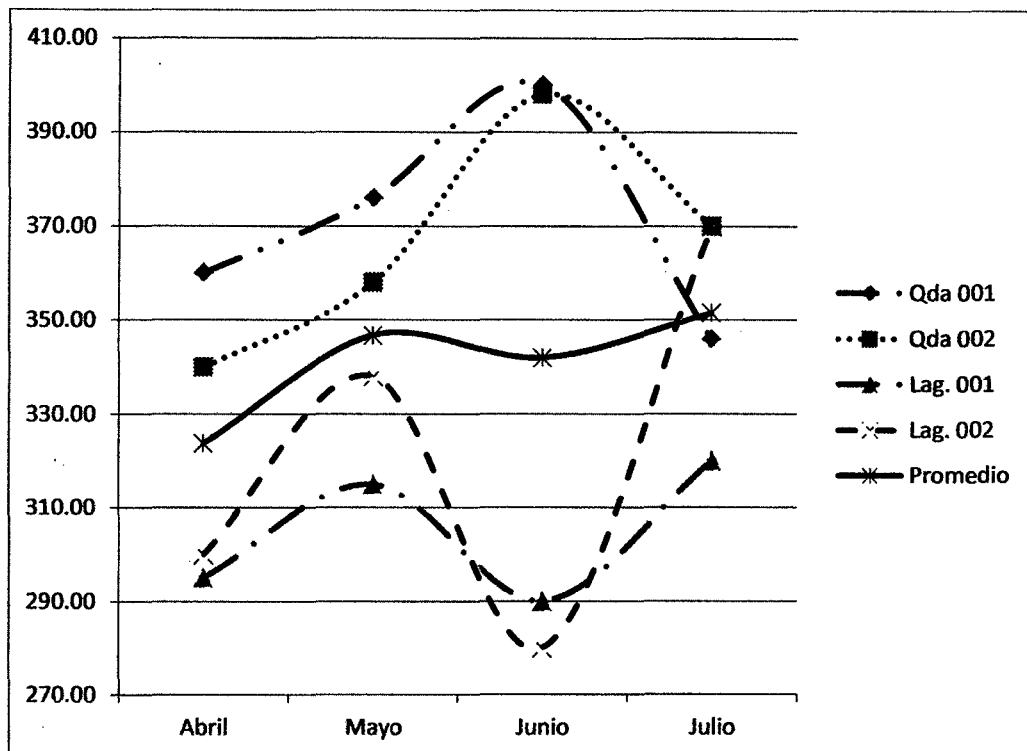
Los Resultados obtenidos se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 05: Sólidos Suspendidos (ml/L)

Puntos	Abril	Mayo	Junio	Julio	Promedio
Qda 001	360.00	376.00	400.00	346.00	370.50
Qda 002	340.00	358.00	398.00	370.00	366.50
Lag. 001	295.00	315.00	290.00	320.00	305.00
Lag. 002	300.00	338.00	280.00	370.00	322.00
Promedio	323.75	346.75	342.00	351.50	341.00

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Ilustración N° 005. Sólidos Suspendidos



Fuente: Elaboración propia, 2014.

Interpretación:

Se observa que existieron diferencias significativas entre los puntos de muestreo. Los sólidos suspendidos constituyen la parte más importante de los sedimentos, expresada como la partícula de limo y arcilla suspendida más pequeña (< 63 μ), responsable de la transmisión de productos químicos a los ambientes acuáticos y consecuentemente modificación de la calidad del agua (Ongley, 1997).

- **Sólidos Totales:**

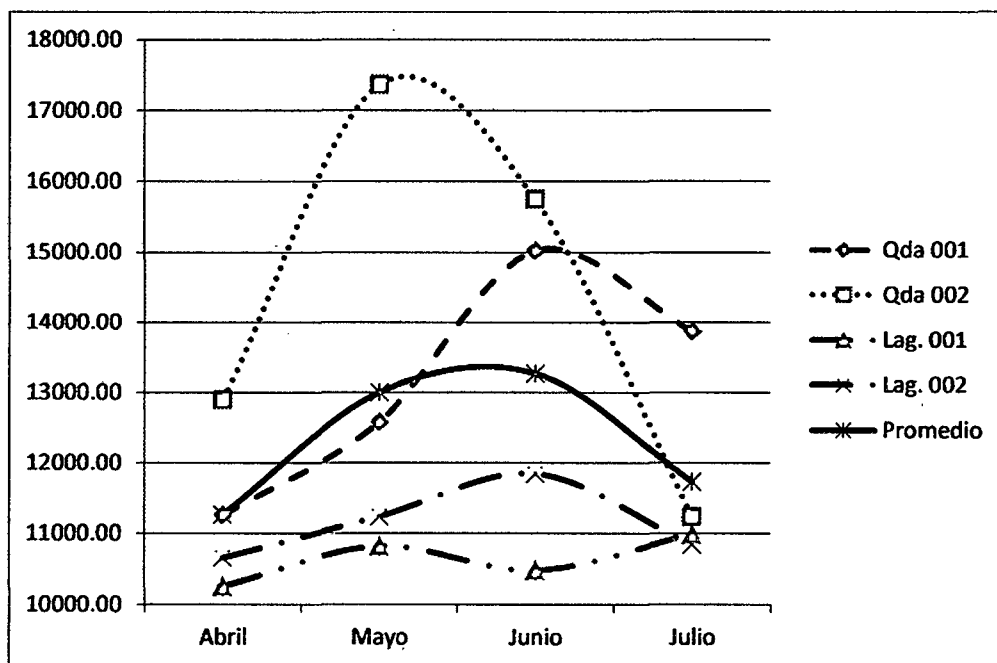
Los Resultados obtenidos se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 06: Sólidos Totales (mg/L)

Puntos	Abril	Mayo	Junio	Julio	Promedio
Qda 001	11254.00	12584.00	15023.00	13871.00	13183.00
Qda 002	12895.00	17365.00	15742.00	11230.00	14308.00
Lag. 001	10254.00	10821.00	10479.00	10987.00	10635.25
Lag. 002	10657.00	11235.00	11845.00	10845.00	11145.50
Promedio	11265.00	13001.25	13272.25	11733.25	12317.94

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Ilustración N° 006. Sólidos Totales.



Fuente: Elaboración propia, 2014.

Interpretación:

Este parámetro presenta un comportamiento un poco diferente respecto a turbidez y sólidos suspendidos. Estadísticamente existen diferencias significativas entre estaciones a un nivel de significancia del 99.9%. Las variables que más explican esta correspondencia son la distancia entre estaciones. Es lógica la correlación de la distancia entre estaciones y las concentraciones de sólidos si se considera que estos constituyen las partículas de mayor tamaño y peso, fácilmente sedimentables temporal y espacialmente.

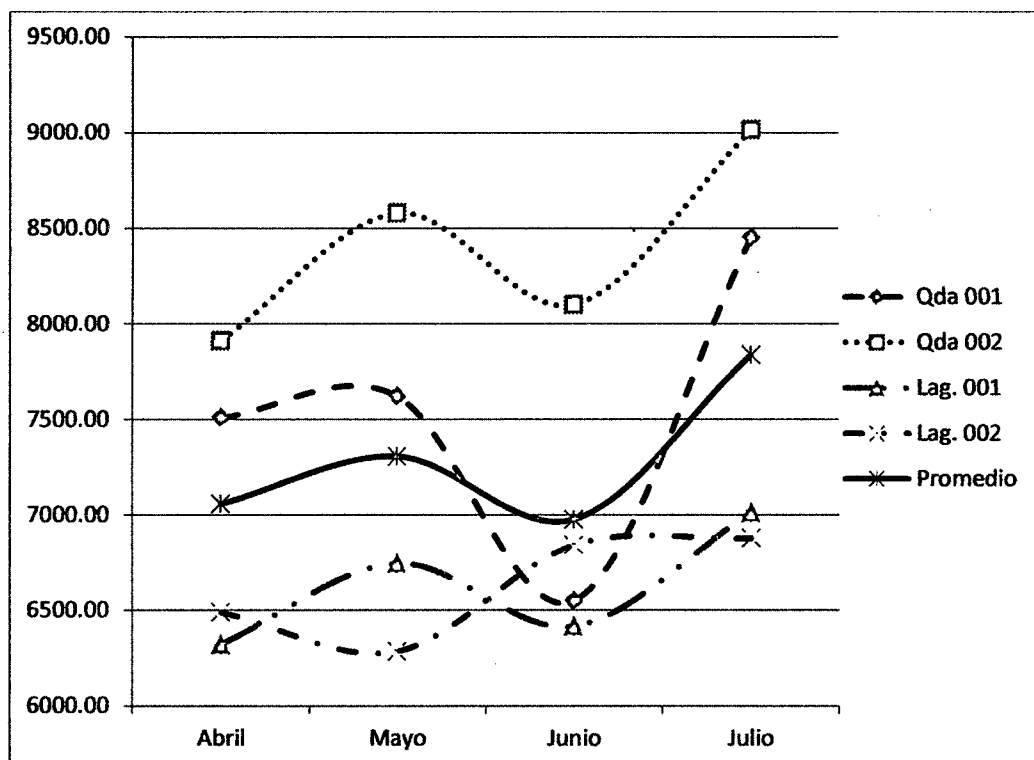
- ***Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5):*** Los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 07: DBO5 (O₂/L)

Puntos	Abril	Mayo	Junio	Julio	Promedio
Qda 001	7510.00	7621.00	6548.00	8452.00	7532.75
Qda 002	7912.00	8578.00	8102.00	9012.00	8401.00
Lag. 001	6321.00	6745.00	6415.00	7014.00	6623.75
Lag. 002	6489.00	6284.00	6842.00	6878.00	6623.25
Promedio	7058.00	7307.00	6976.75	7839.00	7295.19

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Ilustración N° 007. Variación de DBO5



Fuente: Cuadro N° 002

Interpretación:

Del análisis se puede indicar que en los puntos de muestreo Qda 001, 002 existe mayor DBO, esto se explica por el alto nivel de contaminación que existe en estas fuentes de agua. Por la presencia de lixiviados y la proliferación de especies vegetales.

- **Demanda Química de Oxígeno (DQO):**

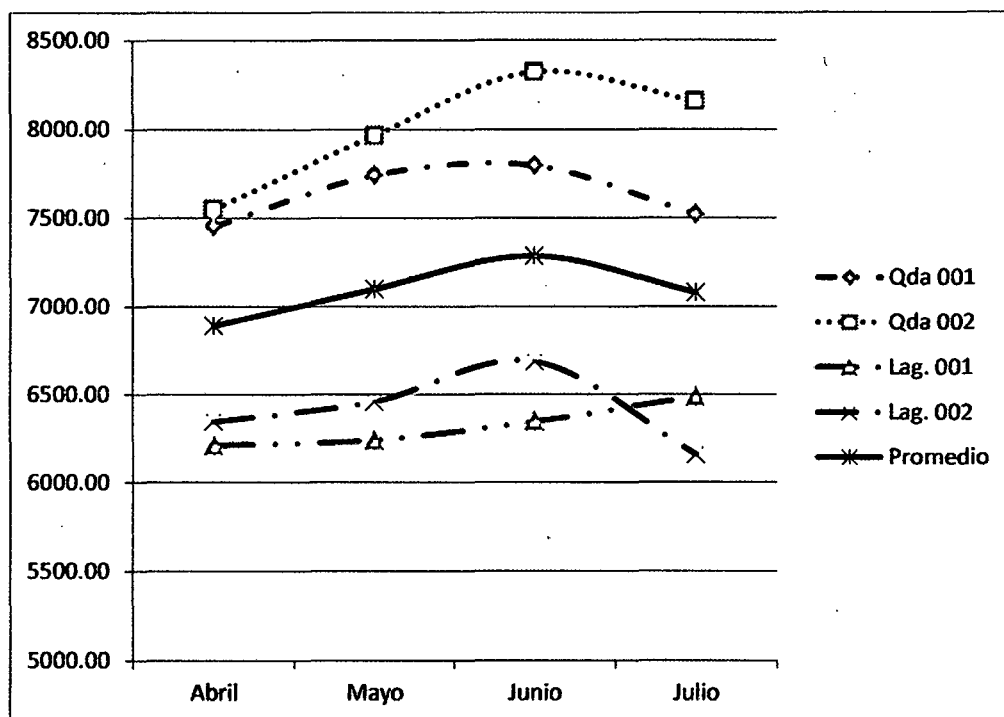
Los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 08: DQO (O₂/L)

Puntos	Abril	Mayo	Junio	Julio	Promedio
Qda 001	7452.00	7741.00	7795.00	7520.00	7627.00
Qda 002	7548.00	7963.00	8321.00	8157.00	7997.25
Lag. 001	6210.00	6240.00	6345.00	6487.00	6320.50
Lag. 002	6345.00	6458.00	6687.00	6158.00	6412.00
Promedio	6888.75	7100.50	7287.00	7080.00	7089.19

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Ilustración N° 008. Variación de DQO



Fuente: Cuadro N° 08

Interpretación:

Del análisis se puede indicar que en los puntos de muestreo Qda 001, 002 existe mayor DQO, esto se explica por el alto nivel de contaminación que existe en estas fuentes de agua.

3.1.2. Objetivo 2: Proponer una metodología cualitativa que identifique áreas potenciales de contaminación por lixiviados de los residuos sólidos del botadero municipal expresada mediante un índice de riesgo.

- **Riesgos de contaminación de aguas superficiales por lixiviados provenientes del Botadero Municipal del Distrito de Moyobamba.**

Riesgos a la salud acuática.

Considerando el grado de exposición y el factor de bioconcentración, se determinó que en el Sector El Paraíso existen condiciones para suponer que en las fuentes de aguas superficiales están sucediendo conflictos ambientales vinculados a mortalidades de especies acuáticas y en el mejor de los casos, bioconcentración de compuestos organoclorados, que deberían ser objeto de análisis y estudios más profundos por parte de las autoridades, especialmente, por la Municipalidad Provincial de Moyobamba.

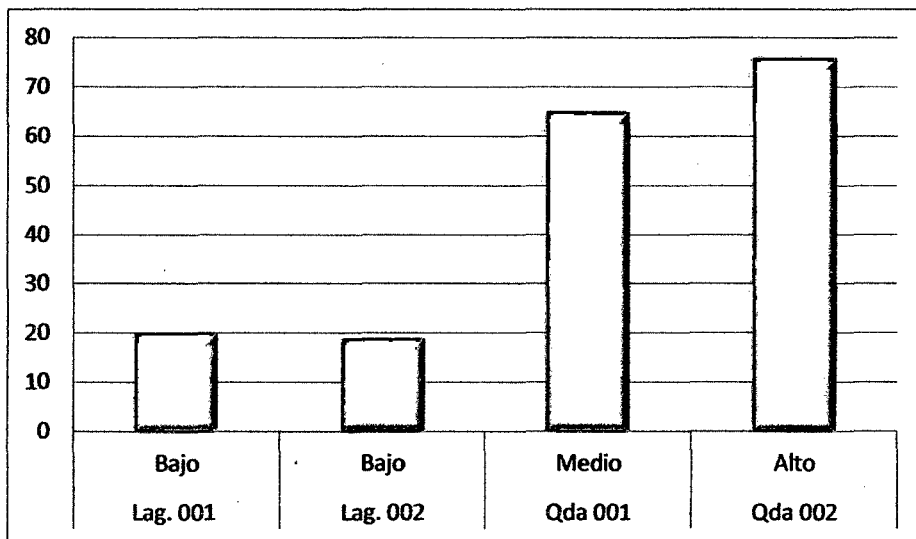
Las variables que más explican el comportamiento del riesgo de contaminación acuática resultaron ser el uso de productos altamente hidrofóbicos, un patrón de uso excesivo ($p < 0.001$) y un potencial alto de transferencia de los pesticidas ($p 0.02$) hacia las aguas superficiales.

Riesgo de eutrofización en el Sector El Paraíso.

Aproximadamente, el 63% del área total evaluada presenta un escenario favorable para la eutrofización. Las variables que mayormente explican los resultados obtenidos son los tipos de fertilizantes aplicados y la afinidad el

suelo con estos. Estadísticamente se encontró relación entre el riesgo de eutrofización y el potencial de pérdidas de nutrientes (p 0.01), lo que sugiere que la cantidad del fertilizante está influyendo en el comportamiento del riesgo.

Ilustración N° 009. Niveles de Eutrofización



Fuente: Cuadro N° 001.

Interpretación:

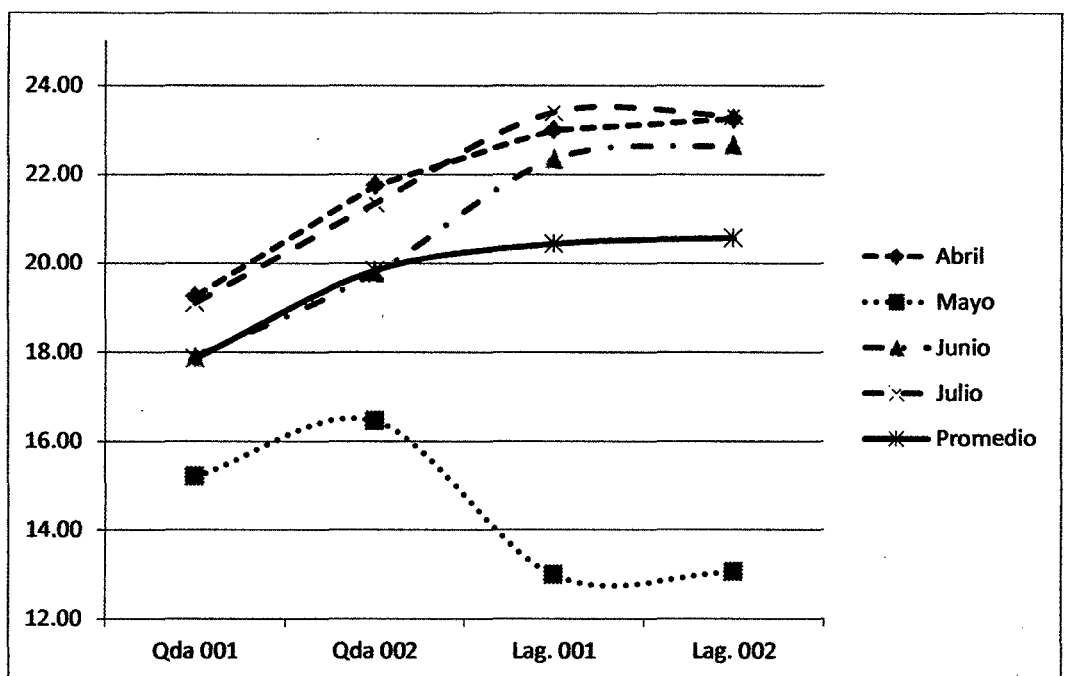
En la imagen se observa que en la Laguna 001 y 002, el nivel de eutrofización es bajo, esto debido a que los niveles de contaminación son menores, por lo que no ha generado la masiva proliferación de flora acuática. Sin embargo en la Quebrada es todo lo contrario, se observa un nivel medio a alto de eutrofización, esto por la gran cantidad de especies acuáticas presentes, causados el alto nivel de contaminación que tienen estos cuerpos de agua.

Análisis de peligro

Cálculo del riesgo.

Para realizar el cálculo se realizó el análisis de los resultados de muestreos en Sector de El Paraíso, el mismo que se detalla a continuación:

Ilustración N° 010. Variación de Temperatura por puntos de muestreo

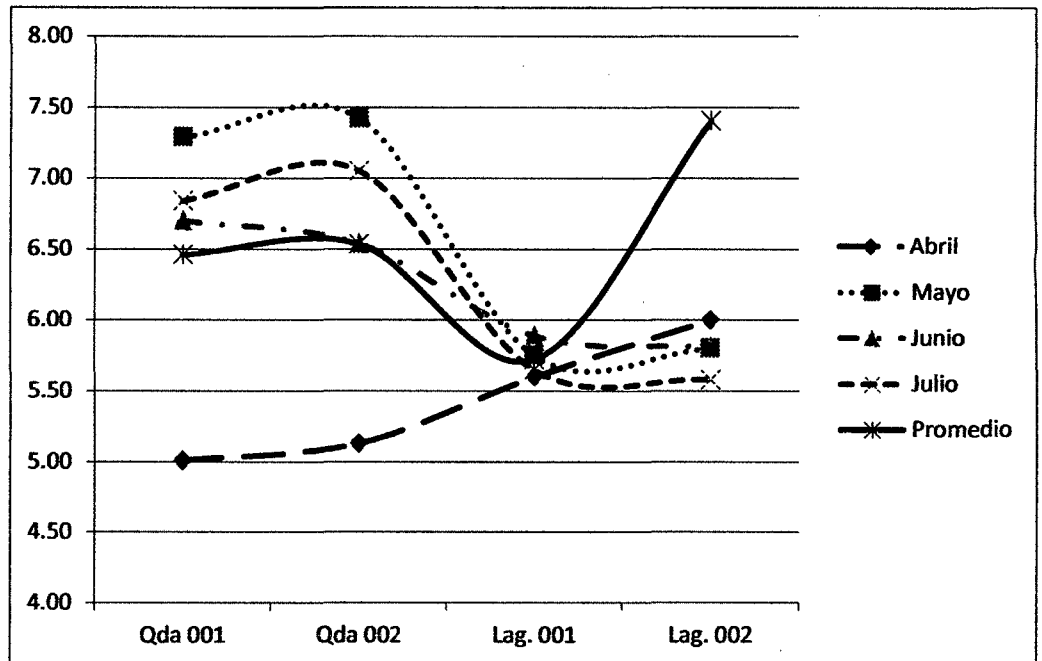


Fuente: Cuadro N° 001.

Interpretación:

Se observa en el gráfico que en los meses de abril, junio y julio la temperatura en los cuerpos de agua que han sido muestreados ha incrementado su temperatura, esto por el periodo de verano experimentado en esos meses, precisando en estos puntos de muestreo es menor el riesgo de contaminación.

Ilustración N° 010. Comportamiento de variación de pH

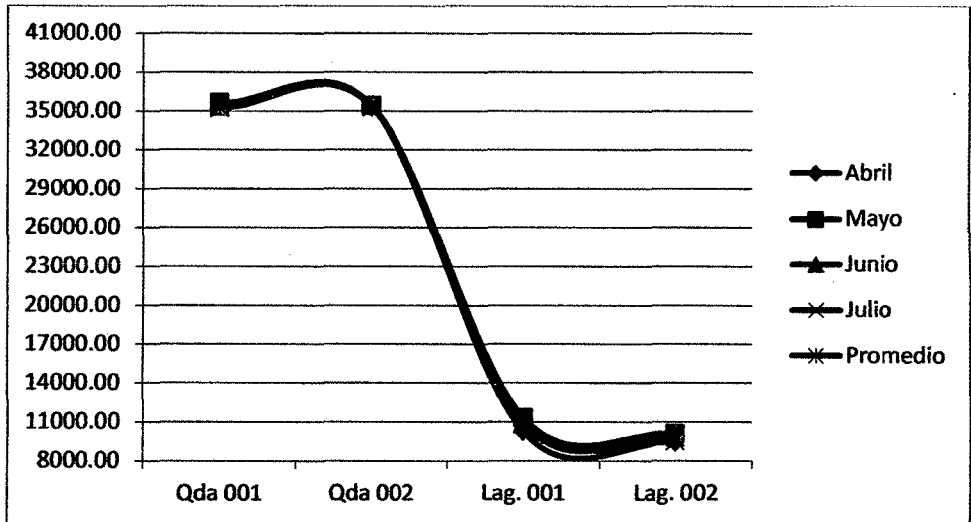


Fuente: Cuadro N° 001.

Interpretación:

En los puntos de muestreo Lag. 001 y 002 se observa que el pH es menor que en los puntos de muestreo Qda 001 y 002, de lo que se puede determinar que este incremento se debe al grado de contaminación que tienen estos cuerpos de agua, lo que ocasionaría que el índice de peligro sea alto.

Ilustración N° 011. Comportamiento de variación de coliformes totales.

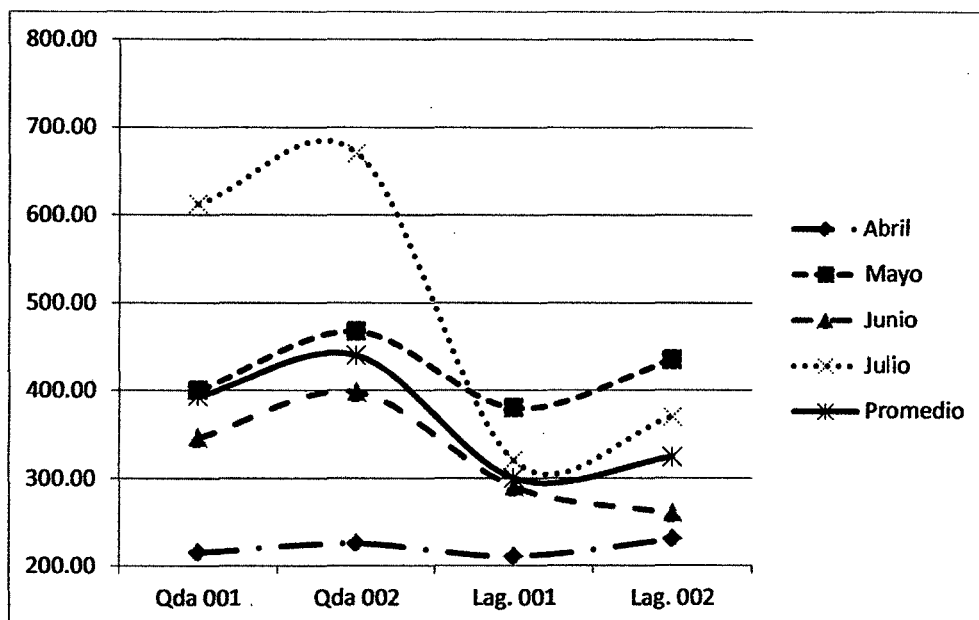


Fuente: Cuadro N° 001.

Interpretación:

En los puntos de muestreo Lag. 001 y 002 se observa que la acumulación de coliformes totales es menor que en los puntos de muestreo Qda 001 y 002, de lo que se puede determinar que este incremento se debe al grado de contaminación que tienen estos cuerpos de agua, lo que ocasionaría que el índice de peligro sea alto.

Ilustración N° 012. Comportamiento de variación de turbidez.

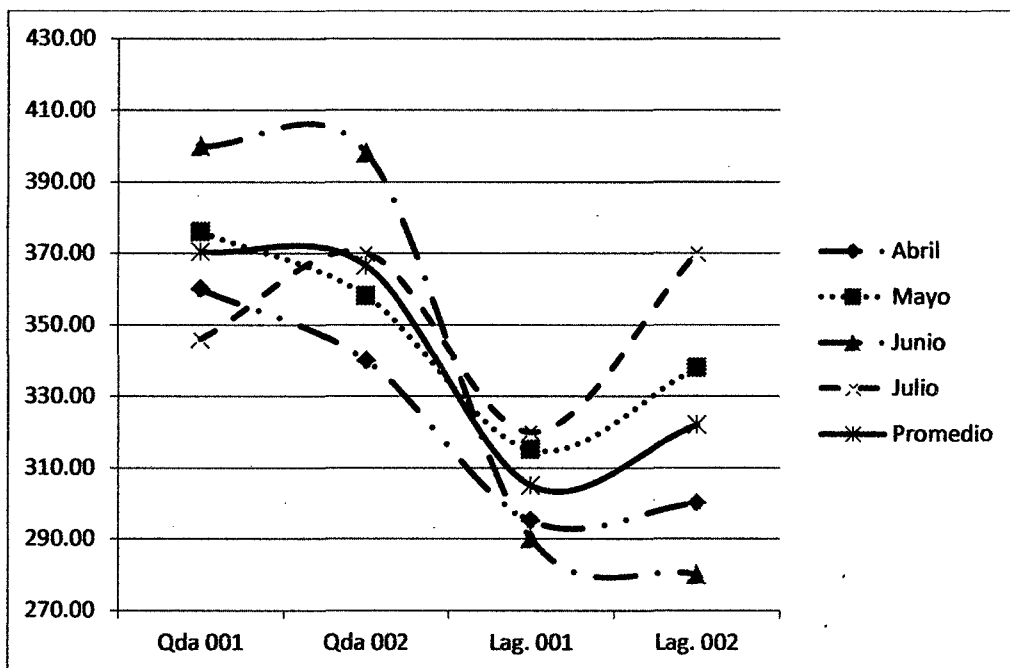


Fuente: Cuadro N° 001.

Interpretación:

En los puntos de muestreo Lag. 001 y 002 se observa que la turbidez es menor que en los puntos de muestreo Qda 001 y 002, de lo que se puede determinar que este incremento se debe al grado de contaminación que tienen estos cuerpos de agua, lo que ocasionaría que el índice de peligro sea alto.

Ilustración N° 013. Comportamiento de variación de Solidos Suspendidos.

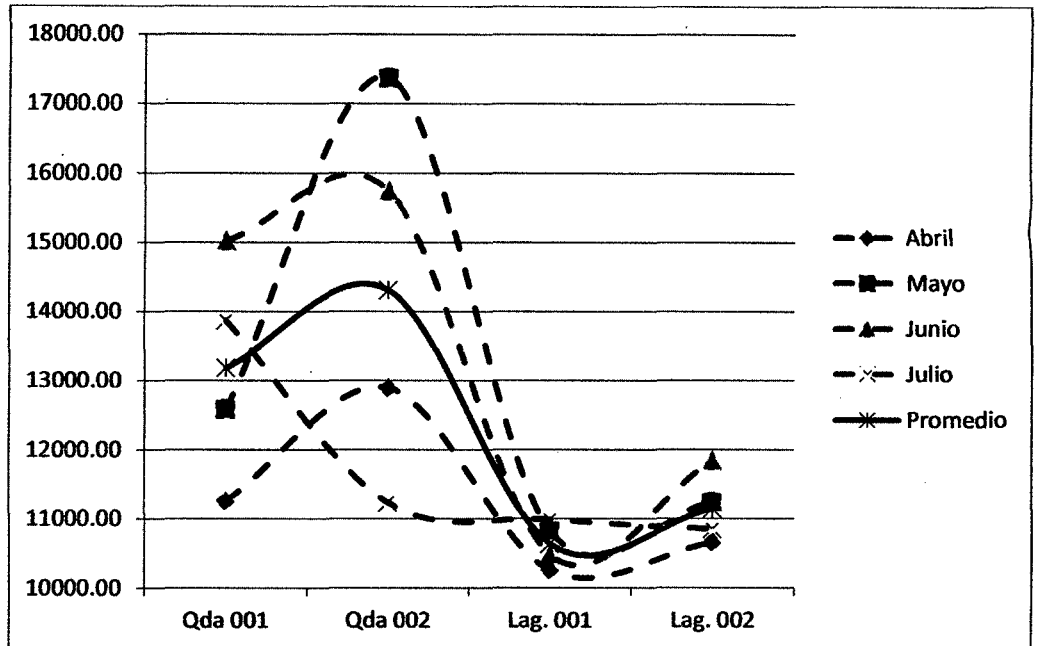


Fuente: Cuadro N° 001.

Interpretación:

En los puntos de muestreo Lag. 001 y 002 se observa que la acumulación de Solidos Suspendidos es menor que en los puntos de muestreo Qda 001 y 002, de lo que se puede determinar que este incremento se debe al grado de contaminación que tienen estos cuerpos de agua, lo que ocasionaría que el índice de peligro sea alto.

Ilustración N° 014. Comportamiento de variación de Solidos Disueltos Totales.

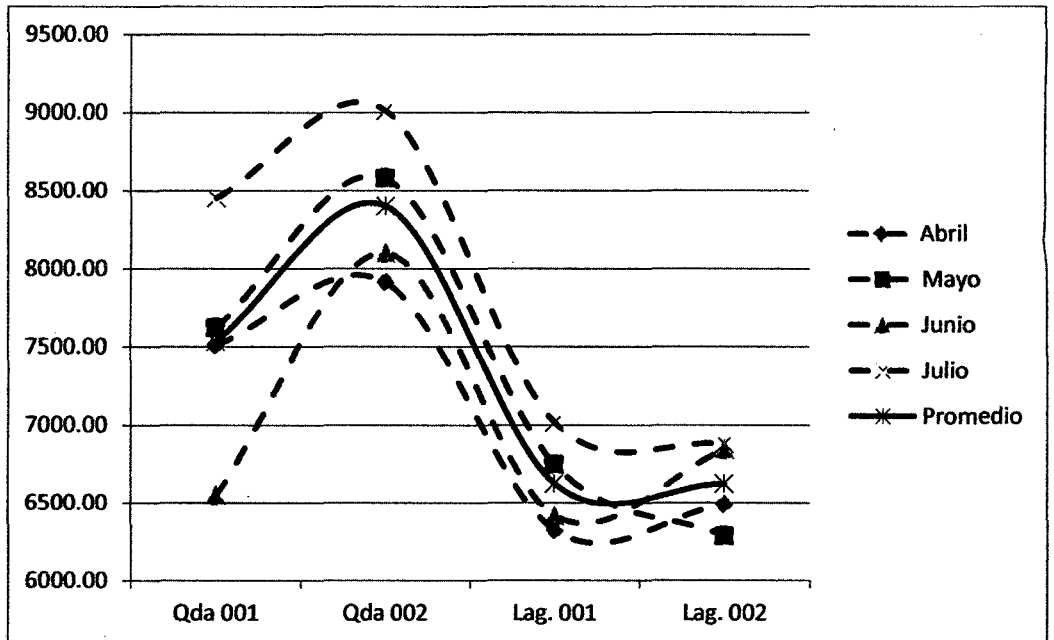


Fuente: Cuadro N° 001.

Interpretación.

En los puntos de muestreo Lag. 001 y 002 se observa que la acumulación de Solidos Disueltos Totales es menor que en los puntos de muestreo Qda 001 y 002, de lo que se puede determinar que este incremento se debe al grado de contaminación que tienen estos cuerpos de agua, lo que ocasionaría que el índice de peligro sea alto.

Ilustración N° 015. Comportamiento de variación de DBO5.

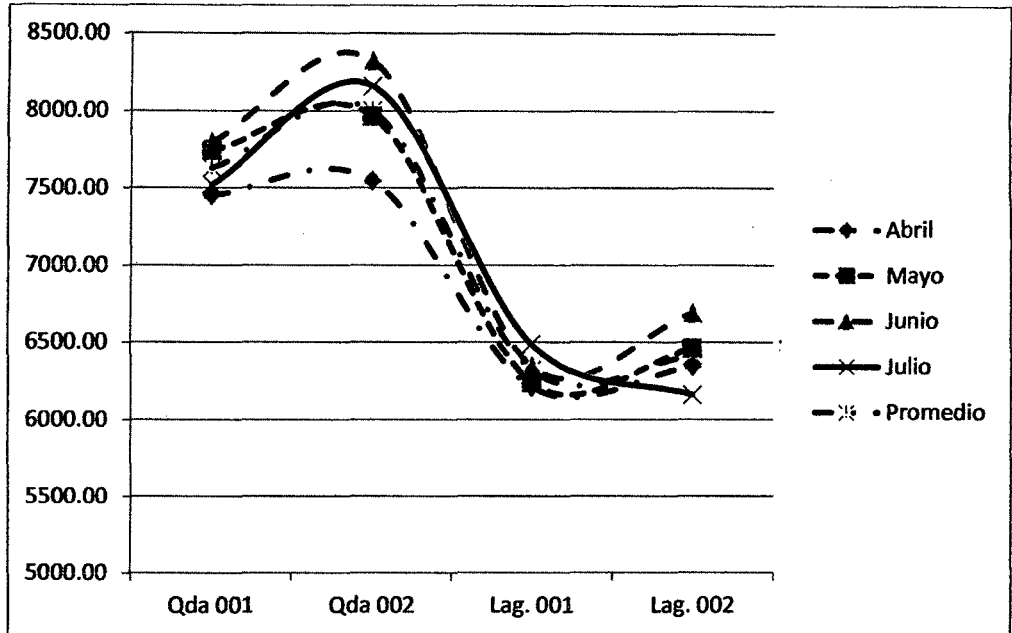


Fuente: Cuadro N° 001.

Interpretación.

En los puntos de muestreo Lag. 001 y 002 se observa que la Demanda Biológica de Oxígeno es menor que en los puntos de muestreo Qda 001 y 002, de lo que se puede determinar que este incremento se debe al grado de contaminación que tienen estos cuerpos de agua, lo que ocasionaría que el índice de peligro sea alto.

Ilustración N° 016. Comportamiento de variación de DBO.

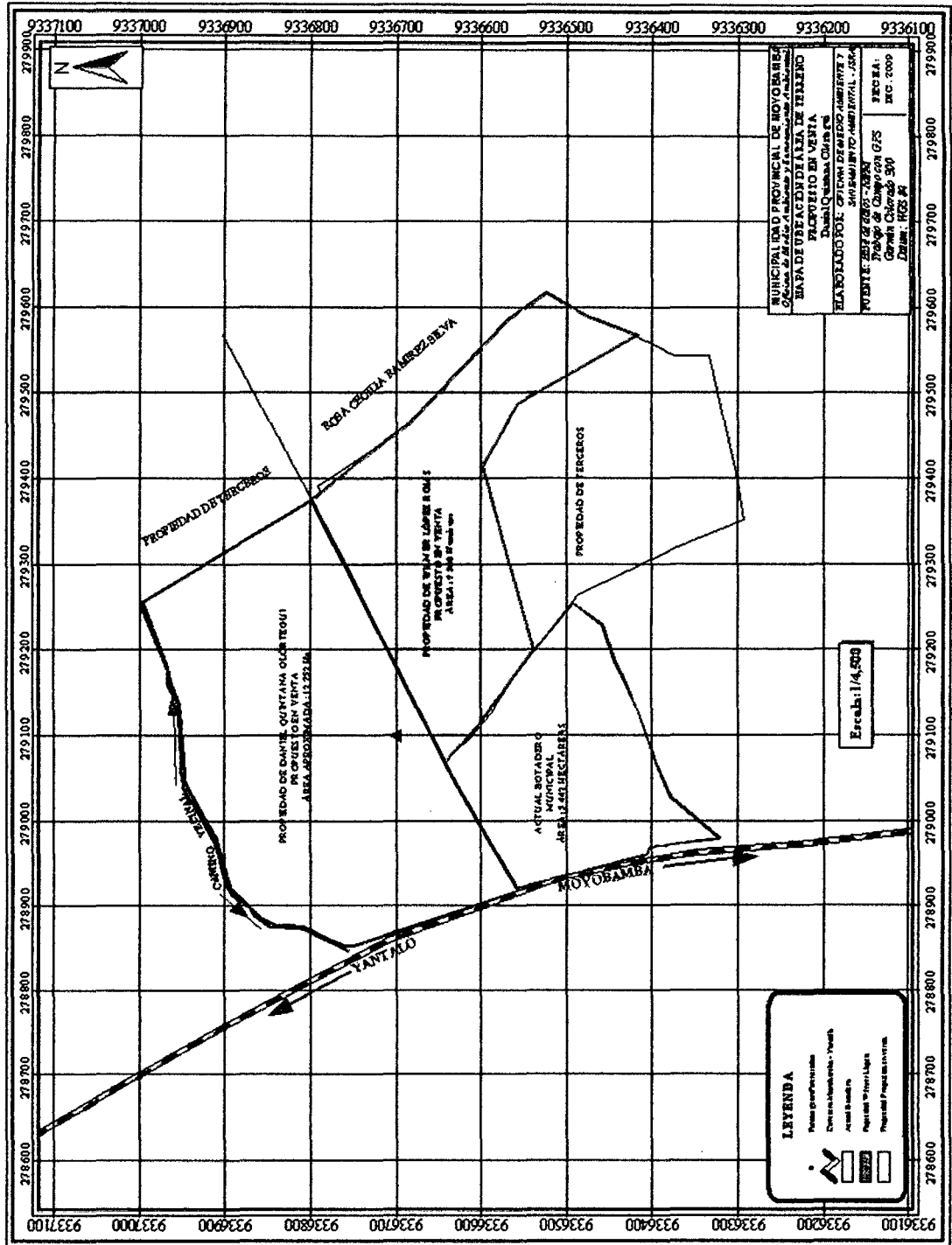


Fuente: Cuadro N° 001.

Interpretación.

En los puntos de muestreo Lag. 001 y 002 se observa que la Demanda Bioquímica de Oxígeno es menor que en los puntos de muestreo Qda 001 y 002, de lo que se puede determinar que este incremento se debe al grado de contaminación que tienen estos cuerpos de agua, lo que ocasionaría que el índice de peligro sea alto.

Imagen N° 002: Áreas potenciales de contaminación por lixiviados.



De ello se pudo determinar los índices de riesgos en el Sector El Paraíso.

El índice de riesgo por contaminación por lixiviados provenientes del Botadero Municipal de la Ciudad de Moyobamba se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 009: Índice de Riesgos.

Puntos de Monitoreo	Índice	Calificación
Quebrada El Paraíso	0.68	Riesgo alto
Laguna Fundo 001	0.62	Riesgo alto
Laguna Fundo 002	0.57	Riesgo medio
Promedio	0.62	Riesgo alto

Fuente: Elaboración Propia.

En general el índice de riesgo es alto, por los lixiviados generados en el Botadero Municipal, el mismo que se incrementa por el periodo de funcionamiento del mismo.

3.1.3. Objetivo 03: Analizar interrelaciones de los indicadores de salud acuática con respecto a indicadores de deterioro de calidad del agua.

Interacción de Índices de Deterioro de Calidad del Agua (IDCA)

Influencia de características biofísicas en el Sector El Paraíso en la calidad del agua. Como ya fuera mencionado anteriormente, a nivel general existe una fuerte asociación entre el ICA y los diferentes sólidos analizados (totales y suspendidos), por lo tanto, estos parámetros, junto al DBO y DQO son los que más explican el comportamiento de la calidad del agua.

Relación entre la protección del suelo y la calidad del agua

La presencia de coliformes termotolerantes en aguas superficiales, están

directamente relacionadas con la escorrentía de lluvias y áreas lavadas de los residuos depositados en el Botadero Municipal. No obstante, filtros de vegetación a lo largo de los cauces de la quebrada, no han resultado efectivos en la reducción de concentraciones de coliformes, esto por la escasa vegetación presente en esta zona. En la presente investigación, estadísticamente se encontró una relación inversamente proporcional entre el grado de protección del suelo y las concentraciones de coliformes termotolerantes.

En general, el grado de protección del suelo por la vegetación (en función del uso del suelo), igualmente, fue significativo con respecto al ICA en un 98%. Ello sugiere que en la medida en que la cobertura del suelo aumenta, en esa medida la calidad del agua también aumenta.

3.2. DISCUSIONES.

- Los botaderos o depósitos informales de basura, lo que constituye un problema ambiental ya que ésta se convierte en focos de producción de contaminantes, ya sea por la quema informal de ésta basura (incluso dentro del casco urbano), por la producción de microorganismos patógenos que afecten la salud de las personas, por ser un lugar propicio para la reproducción de organismos vectores o transmisores de enfermedades como zancudos, ratas, cucarachas, etc. El tratamiento de los lixiviados de los botaderos municipales es un problema difícil de atacar, tal vez, sin exageración, uno de los problemas más desafiantes en la ingeniería del tratamiento de las aguas residuales. Esta apreciación quizás ayuda a explicar la gran cantidad de tecnologías y de investigación que se ha realizado, y aún se realiza, alrededor del tema.
- La identificación de áreas potenciales de contaminación es importante ya que con ella se podrá sugerir alternativas de tratamientos de lixiviados de acuerdo al riesgo que estos presentan.
- La falta de cobertura hace que se incremente la contaminación de las fuentes de agua superficiales existen cerca a lugares de disposición final, por ello es importante que se realice la evaluación de la interrelación entre los indicadores de calidad de agua y el deterioro de las fuentes de agua superficial. Por ello se debe proponer alternativas de solución que permitan que estos lugares realicen el control de la contaminación en forma natural.

3.3. CONCLUSIONES.

- El Índice de Calidad del Agua (ICA) resultó un indicador de salud acuática adecuado para el sector El Paraíso. Según este, el agua de las diferentes fuentes superficiales no es apta para el consumo humano, esto por la presencia de coliformes fecales, turbidez, sólidos suspendidos, disueltos y totales, así como bajos valores de pH. Todas las fuentes de aguas superficiales en el Sector El Paraíso presentan algún nivel de contaminación, no obstante, la Quebrada El Paraíso resultó la más contaminada manifestado por lo lixiviados provenientes del Botadero Municipal, en la cual los bajos niveles de pH y altas concentraciones de sólidos disueltos totales resultaron ser la mayor limitante.
- El calcular el Índice Potencial de Contaminación de Aguas Superficiales (IPCAS), mediante SIG, fue congruente con los resultados obtenidos de análisis de laboratorios; las áreas indicadas con potencial alto de contaminación, en la práctica, fueron las que mayores concentraciones registraron en la Quebrada El Paraíso. Por tanto, esta herramienta prueba ser versátil y eficaz para realizar análisis espaciales de problemas ambientales vinculados a contaminación de aguas superficiales. logrando identificar los sitios potenciales de contaminación. Con lo que se puede concluir que en el Sector El Paraíso se tiene un índice de riesgo alto.
- El análisis de la interacción de los indicadores de salud acuática con respecto a indicadores de deterioro de calidad agua, están estrechamente relacionadas con el ICA y los diferentes sólidos analizados, el Temperatura, DBO y DQO, siendo análisis multivariado a través de Componentes Principales (CP) una herramienta útil que permite tener una visión amplia del comportamiento, influencia e interrelaciones entre las variables, con respecto a la calidad del agua, que en un análisis estadístico convencional podrían pasar desapercibidas.

3.4. RECOMENDACIONES.

- La aplicación de los resultados de la presente investigación en áreas fuera del ámbito del Sector El Paraíso, deben utilizarse prudentemente y mucho menos ser extrapolados a estudios no relacionados con la calidad del agua. La frecuencia de muestreos debió haber sido mayor, de tal manera que los datos proporcionados brindarán mayor peso y consistencia estadística, sin embargo, con los datos aquí analizados, se pretende mostrar una tendencia y/o patrón respecto a las implicaciones de la presencia de botaderos y sinergias con otras variables, naturales y antrópicas, en la degradación de los recursos hídricos del Sector El Paraíso.
- Las medidas conducentes para lograr un mejoramiento de las condiciones de la calidad del agua en El Sector El Paraíso, deben orientarse hacia la implementación de medidas y/o prácticas de conservación de suelos y aguas en las áreas críticas identificadas, debido al uso inadecuado del suelo.
- Implementar un proceso educativo de largo y mediano plazo, conducente a lograr una conciencia ambiental temprana, entre la población emergente, que repercuta en el mantenimiento y/o mejoramiento de las condiciones ambientales del Sector El Paraíso, especialmente de los recursos hídricos.
- Fortalecer las campañas de reforestación a lo largo de los cauces de las quebradas del Sector El Paraíso en aquellas áreas identificadas en que la cobertura vegetal no representa un efecto amortiguador de contaminantes.
- Es necesario profundizar en estudios de calidad de agua en las fuentes superficiales orientadas a evaluar concentraciones de contaminantes y considerar las implicaciones ambientales, sociales y económicas del mismo en las poblaciones cercanas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Aguamarket, 2002. Composición de las aguas residuales (en línea). Consultado 20 de agosto del 2002.
- Alberú, AH; Ojeda, S; Padilla, J. 1999. Procedimiento para determinar el escurrimiento de una cuenca hidrológica por medio de un SIG. *Revista Cartográfica*, 69:113-128.
- Brevé, M; Skaggs, W; Gilliam, W. 1996. Efectos del drenaje agrícola en la hidrología y calidad de aguas. *Aqua Internacional*, 5(12):17-20.
- Castañeda, D; Molina, S; Beltrán, E. 1987b. Impacto de descargas intermitentes de las aguas residuales de beneficio de café. *In* Simposium estudios recientes sobre la contaminación del Lago Amatitlán (1987, Guatemala, Guatemala). Guatemala. IGA-CATIE. p. 149-15.
- Cáceres, JK. 2001. Metodología para estimar degradación y vulnerabilidad a desastres naturales: aplicación a la microcuenca Los Naranjos, Lago de Yojoa, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 124 p.
- DEC (Dirección Ejecutiva de Catastro). 1981. Manual de suelos. Dirección Ejecutiva de Catastro (DEC), Tegucigalpa, MDC, Honduras. 195 p.
- Jiménez, F. 2002. Apuntes de clase del curso Manejo de Desastres Naturales. Turrialba, CR. CATIE. 288 p.
- Linsley, RK; Kohler, MA; Paulhus, JL. 1988. Hidrología para ingenieros. Segunda edición. McGraw-Hill, Mexico, DF, 386 p.
- MOE (Monitoring Ontario Environment). s.f. Sistema de evaluación de contaminantes ambientales (en línea). Consultado el 09 de agosto de 2003.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 1998. Guías para la calidad del agua potable: vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad. Segunda edición. Volumen 3. OMS, Ginebra, 1998. 255 p.

ANEXOS.

ANEXO N° 001: PLANO DE UBICACIÓN.

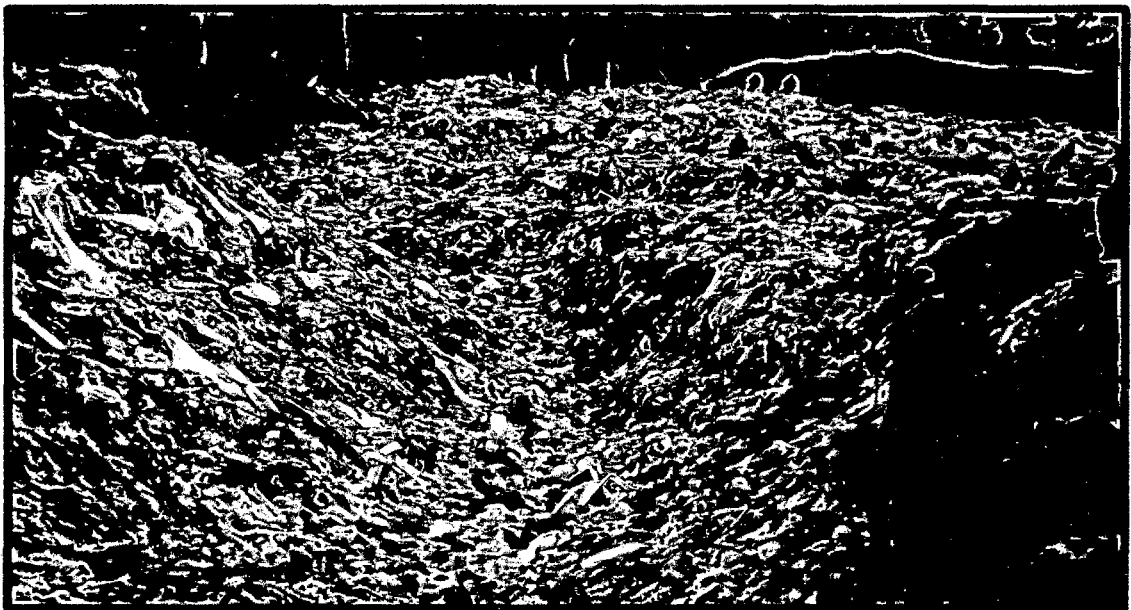
**ANEXO N° 002: PANEL
FOTOGRAFICO.**

FOTO N° 01: Botadero Municipal – Moyobamba



Fuente: Elaboración propia.

FOTO N° 02: Acumulación de basura en el Botadero Municipal – Moyobamba.



Fuente: Elaboración propia.

FOTO N° 03: Toma de Muestra en la Quebrada 01.



Fuente: Elaboración propia.

FOTO N° 04: Toma de Muestra en la Quebrada 02.



Fuente: Elaboración propia.

FOTO N° 05: Vista de la Laguna 01.



Fuente: Elaboración propia.

FOTO N° 06: Vista de la Laguna 02.



Fuente: Elaboración propia.