



# Universidad Estatal Amazónica

## “PROPUESTA DE UN PLAN DE ACCIONES PARA MITIGAR EL EFECTO DEL ANTROPISMO EN EL SECTOR BARRIO SIMÓN BOLÍVAR”

AUTOR

María Cecibel Ponce Quiroz

TUTOR

DrC. Raúl Ricardo Fernández Concepción

Trabajo de Grado como requisito para optar por el  
Título de Ingeniero Ambiental

Puyo – Pastaza – Ecuador

Puyo, julio de 2009



## INDICE

DECLARACIÓN

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

INTRODUCCIÓN .....	1-6
CAPITULO I .....	7-27
1.- El Agua. Definición. ....	7
1.1 Usos del Agua. ....	7
1.2 La Contaminación del Agua. ....	8
1.3 Sustancias Contaminantes del Agua. ....	9
1.3.1 Microorganismos Patógenos ....	9
1.3.2 Desechos Orgánicos. ....	10
1.3.3 Sustancias Químicas Inorgánicas. ....	10
1.3.4 Nutrientes Vegetales Inorgánicos. ....	10
1.3.5 Compuestos Orgánicos. ....	10
1.3.6 Sedimentos Y Materiales Suspendidos. ....	10
1.3.7 Sustancias Radiactivas. ....	11
1.3.8 Contaminación Térmica. ....	11
1.4 Eutrofización de las Aguas. ....	11
1.4.1 Principales Fuentes de Eutrofización. ....	11
1.4.2 Medidas para evitar la eutrofización. ....	12
1.5 Causas de la Contaminación del Agua. ....	12
1.6 Consecuencias de la contaminación ....	13
1.7 Contaminación de las aguas. Efecto de los Vertidos ....	15
1.8 Uso sustentable del Agua. ....	16
1.9 Uso no sustentable del Agua. ....	16
1.9.1 Alteraciones Físicas del Agua. ....	17
1.9.2 Alteraciones Químicas del Agua. ....	18
1.9.3 Alteraciones Biológicas del Agua. ....	20
1.10 Enfermedades microbiológicas transmitidas por el agua. ....	21
1.10.1 Medidas para el control de enfermedades hídricas ....	21
1.11 Clasificación de la Calidad de las Aguas.....	22
1.11.1 Clasificación para consumo humano ....	22
1.11.2 Clasificación para baño y usos deportivos ....	23
1.11.3 Otras clasificaciones de calidad de las aguas. ....	23
1.12 Crecimiento poblacional y su influencia en la Contaminación de las Aguas.....	24
CAPÍTULO II .....	28-32
2.1 Modalidad de la investigación .....	28
2.2 Materiales a utilizar. ....	28
2.3 Métodos y Técnicas a emplear: .....	28
2.3.1 Métodos Teóricos .....	29
2.3.2 Métodos Empíricos .....	29
CAPITULO III .....	33-49



## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 Descripción del lugar de estudio .....	33
3.2 Diagnóstico Ambiental en el área estudiada. ....	34
3.3 Análisis de los resultados del Cuestionario aplicado a los Moradores de ..... la zona estudiada. ....	39
3.4 Análisis de los niveles de Contaminación de las aguas del río Pambay y ..... del río Puyo.....	44
3.5 Plan de Acciones para mitigar el deterioro ambiental en la zona ..... estudiada. ....	47
CONCLUSIONES .....	51
RECOMENDACIONES .....	52
BIBLIOGRAFÍA .....	53
ANEXO 1	
ANEXO 2	



# DECLARACIÓN

Yo, María Cecibel Ponce Quiroz, declaro ser autora principal de la presente Tesis, y por este medio autorizo a la Universidad Estatal Amazónica a hacer uso de sus resultados con fines docentes e investigativos.

María Cecibel Ponce Quiroz  
C.I:1311250722



# DEDICATORIA

Dedico esta Tesis primeramente a Dios y a mis padres, por haberme dado la vida y la oportunidad de crecer en un hogar lindo, lleno de buenas costumbres, así como del apoyo incondicional que me han dado a través del sacrificio hecho durante mi infancia hasta la actualidad,

También quiero dedicar esta tesis a mi esposo y a mis dos hijos ellos son mi inspiración y fortaleza para poder seguir adelante y cumplir con mis metas.



# AGRADECIMIENTOS

**De forma muy especial quiero agradecer:**

A mi tutor DrC Raúl Ricardo Fernández ya que gracias a sus enseñanzas así como a los conocimientos y experiencias transmitidas por su persona como profesor y sobre todo la colaboración brindada como un amigo. A los moradores del barrio Simón Bolívar por su colaboración para obtener la información necesaria y a las instituciones que me apoyaron en todo momento.

A todos mis amigos y profesores, con los que compartí momentos lindos, llegando a ser parte de mi familia en estos cinco hermosos años, que Dios los proteja a todos y siempre estarán en mi mente y corazón.

**GRACIAS A TODOS Y QUE DIOS LOS BENDIGA**



## **RESUMEN:**

El crecimiento incontrolado de la población en las márgenes del río Pambay, así como el establecimiento de una creciente red comercial y turística en esta zona han elevado sensiblemente el nivel de contaminación de las aguas de este río, el cual al ser afluente del río Puyo vierte en este una sensible carga contaminante, la cual unida a la que ya trae esta corriente fluvial aumentan significativamente la contaminación e inhabilitan por pérdida de calidad, los usos que con anterioridad la población de la ciudad del Puyo le daba a las aguas de su principal río.

El Objetivo de la presente Tesis es evaluar la incidencia de la población del Barrio “Simón Bolívar” sobre los niveles de contaminación del río Pambay en cuyas márgenes se encuentra asentado, y con ello determinar la influencia de este fenómeno sobre la contaminación del río Puyo y el deterioro de los ecosistemas asociados a ambos ríos, a fin de establecer un Plan de Acciones para contrarrestar el proceso de deterioro ambiental allí presente.

Para la materialización de este objetivo se realizó un diagnóstico a fin de determinar los principales problemas ambientales presentes en el área estudiada, se encuestaron moradores de la zona para conocer sus opiniones sobre el problema establecido en la investigación y se caracterizaron las aguas tanto del río Pambay como las del Puyo para establecer los niveles de contaminación de las mismas. A partir de los resultados obtenidos se pueden evidenciar la incidencia tanto del asentamiento poblacional como de la actividad turística de la zona, sobre el deterioro de la calidad de las aguas de ambos ríos y de los ecosistemas a ambos asociados. Tomando como base los resultados obtenidos, se estableció un Plan de acciones dirigidas a mitigar el deterioro ambiental y a recuperar las características originales de la zona estudiada.

**Palabras Claves:** Deterioro ambiental, Rehabilitación ambiental, Influencia de la población, Calidad de las aguas.



## Summary:

The uncontrolled growth of the population in the margins of the river Pambay, like this as the establishment of an increasing commercial net and touristic in this zone have elevated noticeably the level of pollution of the waters of this river, Which when being tributary of the river Puyo pour in this a sensitive load contaminante, which joined to which already carries this fluvial current increase significantly the pollution and inhabilitan by loss of quality the uses that with anterioridad the population of the city of the Puyo gave him to the waters of his main river.

The Aim of the present Thesis is to evaluate the incidence of the population of the Neighborhoods “Simón Bolívar” on the levels of pollution of the river Pambay in their margins finds assented, and with this determine the influence of this phenomenon on the pollution of the river Puyo and the deterioration of the ecosystems associated to both Rivers, To end to establish a Plan of Actions to counter the process of environmental deterioration their present.

For the materialization of this aim realized a diagnostic to end to determine the main environmental problems present in the area studied, polled resident of the zone to know his opinions on the problem established in the investigation and characterized the waters so much of the river Pambay as the ones of the Puyo to establish the levels of pollution of the same.

From the results obtained can evidential the incidence so much of the Community and of the activity touristic of the zone, on the deterioration of the quality of the waters of both rivers and of the ecosystems to both associated. Taking as it base the results obtained, established a Plan of actions directed to mitigate the environmental deterioration and to recover the original characteristics of the zone studied.

**Keywords:** Environmental deterioration, environmental Rehabilitation, Influence of the population, quality of the waters.



## INTRODUCCIÓN

El agua constituye un elemento natural indispensable para el desarrollo de la vida y de las actividades humanas; resulta difícil imaginar cualquier tipo de actividad en la que no se utilice, de una u otra forma. Este elemento cubre el 75% de la superficie del planeta, pero no toda el agua se encuentra en condiciones aptas para el uso humano. El 97.5% del agua es salada, el 2.5% resultante es agua dulce distribuida en lagos, ríos, arroyos y embalses; esta mínima proporción es la que podemos utilizar con más facilidad.

La humanidad requiere el agua cada vez en mayores cantidades para realizar sus actividades. El mayor consumo de agua también se debe al incremento de las prácticas de irrigación agrícolas, al gran desarrollo industrial o a la existencia de hábitos de consumo que, en ocasiones, implican su derroche., (Bies y Michelini 1999)

El incremento de la población y el surgimiento de la actividad industrial hacen que aumente constantemente el problema de la contaminación en ríos, lagos y en aguas subterráneas. De acuerdo a la definición que da la OMS, (2002), se define al agua como contaminada cuando ocurren modificaciones de sus propiedades físicas, químicas y biológicas del agua, que pueden hacer perder a ésta su potabilidad para el consume diario o su utilización para actividades domésticas, industriales, agrícolas, etc. Se considera asimismo como un proceso de contaminación de las aguas a los cambios de temperatura provocados por emisiones de agua caliente (polución térmica). Hay que considerar que también existen procesos de contaminación provocados de forma natural originados por restos animales y vegetales y por minerales y sustancias gaseosas que se disuelven cuando los cuerpos de agua atraviesan diferentes terrenos.

La contaminación del agua se debe fundamentalmente al crecimiento demográfico, al desarrollo industrial y a la urbanización. Estos tres factores evolucionan rápidamente y se dan uno en función del otro. En décadas recientes miles de lagos, ríos y mares, se han contaminado más debido a las disímiles actividades humanas. Esta situación se ha repetido en todos los países que han desarrollado la industrialización, y aún cuando la tecnología ha logrado reducir de alguna forma el volumen y tipo de contaminantes vertidos a los cauces naturales de agua, ello no ha ocurrido ni en la forma ni en la cantidad necesarias para que el problema de contaminación de las aguas esté resuelto.



Los ríos constituyen la principal fuente de abastecimiento de agua potable de las Poblaciones humanas. Su contaminación limita la disponibilidad de este recurso imprescindible para la vida. Bautista, (2003) es del criterio de que la contaminación se produce del vertido de determinadas sustancias al medio hídrico, lo que tiene una influencia negativa sobre las características del agua y las inhabilita para satisfacer los usos demandados en función de la pérdida de su calidad.

Los vertidos directos a cauces y los que se realizan indirectamente a través de la red de alcantarillado de los municipios exigen la tramitación de las autorizaciones correspondientes con vistas al establecimiento previo de Tratamientos para mitigar el efecto contaminador de estos Vertidos. Los Vertidos indirectos vierten a la red de alcantarillado, a canales de desagües, o canales pluviales, que terminan por desaguar a un cauce después de haber sido tratados o depurados en las instalaciones municipales de saneamiento (Sistemas de Tratamiento de Residuales). En cuanto a los vertidos directos estos van directamente a un curso de agua o a un canal de riego. La contaminación difusa de las aguas están relacionada con diversas actividades, entre las que se destacan las agrícolas y ganaderas que provocan la contaminación por medios de la escorrentía que fluye por la superficie del suelo arrastrando y disolviendo las sustancias que se han ido depositando sobre el suelo. Otra de las causas relacionadas con la contaminación difusa es la contaminación generada por los vertederos urbanos (Producción de Percollados o Lixiviados) y por los residuos tóxicos y peligrosos depositados sobre el terreno de forma incontrolada.

Según Microsoft Encarta, (2000), las Enfermedades microbiológicas transmitidas por el Agua, son aquellas enfermedades causadas por organismos patógenos presentes en el agua y que ingresan al organismo por la boca o por la piel. Las mismas están relacionadas a la contaminación por excretas. Se caracteriza por ser fácilmente transmisibles por otros medios como pueden ser las manos o los alimentos. En esta categoría se encuentran:

- La fiebre tifoidea
- Cólera
- La disentería amebiana
- Disentería bacilar
- Gastritis
- Gastroenteritis



Según estudios realizados en la Universidad Técnica de Campeche en el (2004), el crecimiento poblacional y el aumento en el establecimiento de instalaciones industriales y de servicios en los distintos lugares del mundo, generan un incremento significativo en el consumo del agua. Como consecuencia de esto, hay un mayor volumen de agua residuales que contienen microorganismos patógenos, compuestos orgánicos e inorgánicos, tóxicos, metales pesados y solventes orgánicos, así como un incremento en la generación de residuos sólidos municipales e industriales, que tienen gran incidencia en la calidad del agua, el equilibrio ecológico y en la pérdida de gran cantidad de especies de flora y fauna acuática en ríos, lagos, lagunas, estuarios y zonas costeras.

El crecimiento poblacional ha producido una rápida expansión urbana, requiriendo un mayor uso de agua extraída de las cuencas de los ríos como fuentes de agua dulce para las ciudades. Este incremento del uso de las aguas de las corrientes fluviales ha afectado sensiblemente en todo el mundo a esas corrientes de agua, en primer lugar contaminándolas y en segundo lugar afectando sus riveras y a las especies que en estos ríos habitan.

La Tala incontrolada y la quema de bosques y de la vegetación en las riveras y terrenos cercanos a corrientes fluviales., buscando terrenos para prácticas agrícolas, ganaderas o para edificar nuevas instalaciones como parte del crecimiento urbano., han venido creando serios problemas de Deforestación, Erosión de suelos y pérdida de su fertilidad, perdida de la Diversidad biológica, entre otros daños, lo cual ha incidido negativamente en la contaminación de las cuencas de estos ríos.

Evans, (2002), planteó que “el crecimiento de la población ejerce una influencia creciente sobre el medio ambiente, alterando la tierra, los recursos hídricos y la disponibilidad de energía y creando contaminación, debido a la eliminación de desechos y contaminantes generados por las fábricas, el transporte y la concentración de viviendas”.

El crecimiento incontrolado de la población en las márgenes del río Pambay, así como el establecimiento de una creciente red comercial y turística en esta zona han provocado que el Antropismo en la zona se multiplique elevándose sensiblemente el nivel de contaminación de las aguas de este río, el cual al ser afluente del río Puyo vierte en este una apreciable carga contaminante, la cual unida a la que ya trae esta corriente fluvial aumentan significativamente la contaminación e inhabilitan por pérdida de calidad los usos que con anterioridad la población de la ciudad del Puyo le daba a las aguas de su principal río.



Lo anteriormente señalado conduce a la formulación del siguiente **Problema científico**:

Problema científico: “Contaminación de las aguas del Río Pambay en el Sector del Barrio Simón Bolívar, provocado por la acción del hombre en las márgenes de este río”.

**El Objeto de Estudio en la Investigación es** “la Relación del antropismo con la Contaminación de las aguas del río Pambay”.

**Campo de Acción:** Acciones remediadoras para la rehabilitación del ecosistema.

Por todo lo antes expuesto, el presente trabajo se propone demostrar la siguiente **Hipótesis**:

Hipótesis: “ Si se diseña e implementa un Plan de Acciones dirigidas a frenar el deterioro y recuperar los daños ambientales generados en el Sector del Barrio “Simón Bolívar”, entonces se podrán restaurar en parte la Calidad de las aguas de los ríos Pambay y Puyo y rehabilitar los ecosistemas asociados a ambos ríos”.

**El Objetivo General de esta Investigación es:** Diseñar un Plan de Acciones dirigidas a frenar el deterioro y recuperar los daños ambientales provocados por el Hombre en el Sector del Barrio “Simón Bolívar”.

En base a la Hipótesis planteada y al Objetivo General de la investigación, se trazaron los siguientes **Objetivos específicos**:

- Estudiar la incidencia de los Asentamientos poblaciones ubicadas en las Cercanías de ríos y lagos, sobre la calidad de las aguas de estos y sobre el Deterioro ambiental de los ecosistemas asociados.
- Identificar los Problemas ambientales que existen en el Barrio “Simón Bolívar”.



- Caracterizar la calidad del agua del río Pambay en su desembocadura al río Puyo, así como la calidad de las aguas antes y después de las descargas del Pambay.
- Diseñar un Plan de Acciones para mitigar el nivel de contaminación del Río Pambay en beneficio de la comunidad, y de los ecosistemas asociados.

Novedades de la Tesis: Los aportes de la Tesis son fundamentalmente prácticos y medioambientales.

1.- Aporte Medioambientales: Mediante la Propuesta e implementación de un Plan de Acciones científico – técnicas dirigido a enfrentar el deterioro ambiental de la zona de estudio., la cual ha sido seriamente deteriorada por la acción del hombre y la ubicación de un Asentamiento poblacional en las márgenes de los ríos Pambay y Puyo., se podrán mitigar los impactos negativos provocados en ese ecosistema y devolverle al mismo gran parte de sus anteriores características.

2.- Aporte Práctico: Se elaborará un Plan de Acciones científico – técnicas dirigido a la recuperación del deterioro ambiental provocado en un sector de la Subcuenca del Río Puyo, el cual podrá ser implementado en otras áreas de similares características a las del área estudiada en la presente investigación.

## **Estructura de la Tesis:**

La presente Tesis cuenta de tres capítulos:

**Capítulo 1:** Donde se presenta una revisión bibliográfica sobre las temáticas de Contaminación de Aguas superficiales, Influencia del crecimiento de la población sobre la calidad de las aguas superficiales y otros aspectos conceptuales relacionados con el tema objeto de estudio.

**Capítulo 2:**, se referencian todos los Métodos y Técnicas utilizados para buscar la información ya existente sobre el tema, así como para medir y procesar las variables fijadas en la investigación con vistas al establecimiento de una Estrategia que dé espuesta al problema científico planteado.

**Capítulo 3:** En este capítulo se realiza una caracterización del área objeto de estudio, se presentan y analizan los resultados del Diagnóstico medioambiental de la zona



y se procesan y discuten los resultados de la Encuesta a moradores de la zona y los resultados de la caracterización de agua obtenidos en los sitios de muestreo seleccionados, a partir de la aplicación de los métodos estadísticos adecuados, buscando demostrar la hipótesis formulada en la investigación.

Posteriormente se presentan las Conclusiones y Recomendaciones a las cuales se arriban a partir de los resultados obtenidos, así como las referencias bibliográficas y los Anexos correspondientes a este Informe de Tesis.



## **CAPITULO I: REVISIÓN BIBLIOGRAFICA**

### **1.- El Agua. Definición.**

El agua constituye un elemento natural indispensable para el desarrollo de la vida y de las actividades humanas; resulta difícil imaginar cualquier tipo de actividad en la que no se utilice, de una u otra forma. Este elemento cubre el 75% de la superficie del planeta, pero no toda el agua se encuentra en condiciones aptas para el uso humano. El 97.5% del agua es salada, el 2.5% resultante es agua dulce distribuida en lagos, ríos, arroyos y embalses; esta mínima proporción es la que podemos utilizar con más facilidad.

El agua para satisfacer distintas necesidades se transforma en un recurso. Sin embargo no todas las personas disponen de él. Esto sucede por varios motivos, entre los cuales se puede mencionar la desigual distribución natural del agua en la superficie terrestre. Esto nos permite decir que existe una estrecha relación entre la posibilidad de abastecimiento y el desarrollo, porque cuanto mayor es el desarrollo, mayor es la capacidad para obtenerla y mayor es la contaminación.

La humanidad requiere el agua cada vez en mayores cantidades para realizar sus actividades. El mayor consumo de agua también se debe al incremento de las prácticas de irrigación agrícolas, al gran desarrollo industrial o a la existencia de hábitos de consumo que, en ocasiones, implican su derroche., (Bies y Michelini 1999)

#### **1.1 Usos del Agua.**

El consumo de agua varía según el tipo de actividad para el cual se emplea. La agricultura de irrigación es la que demanda mayor cantidad; a ella le sigue la industria y en el último término el consumo doméstico. En el caso de la agricultura, debemos considerar que mediante la irrigación artificial se logra incrementar la producción de alimentos.

En el proceso industrial, el agua también es imprescindible: algunas industrias usan agua potable para elaborar sus productos, mientras que la mayoría la utilizan en sus procesos productivos, como refrigerante o como diluyente de efluentes. En el caso del consumo doméstico se tiene en cuenta el uso en la higiene personal, el lavado de utensilios, cocina, bebida, lavado de autos, riego de jardines. (Da Ros, 2002).



## 1.2 La Contaminación del Agua.

Con el incremento de la población y el surgimiento de la actividad industrial hace que aumente constantemente el problema de la contaminación en ríos, lagos y en aguas subterráneas. Dicho fenómeno fue sin duda debido a la contaminación biológica producida por microorganismos (algas, bacterias sulfurosas o dinofíceas). La Organización Mundial de la Salud (OMS) en el 2002 ha establecido los límites máximos para la presencia de sustancias nocivas en el agua de consumo humano, los cuales se presentan en la Tabla 1.1:

**Tabla 1.1: Concentración máxima permisible según la OMS**

Sustancias	Concentración máxima (mg/l)
Sales totales	2000
Cloruros	600
Sulfatos	300
Nitratos	45
Nitritos	No debe haber
Amoníaco	0,5
Mat. Org.	3
Calcio	80
Magnesio	50
Arsénico	0,05
Cadmio	0,01
Cianuros	0,05
Plomo	0,1
Mercurio	0,001
Selenio	0,01
Hidrocarburos aromáticos poli cíclicos	0,0002
Biocidas	No hay datos

**Fuente: (OMS) en el 2002**



De acuerdo a la definición que da la OMS para la contaminación debe considerarse también, tanto las modificaciones de las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua, que pueden hacer perder a ésta su potabilidad para el consumo diario o su utilización para actividades domésticas, industriales, agrícolas, etc., asimismo los cambios de temperatura provocados por emisiones de agua caliente (polución térmica).

En realidad, siempre hay una contaminación natural originada por restos animales y vegetales y por minerales y sustancias gaseosas que se disuelven cuando los cuerpos de agua atraviesan diferentes terrenos.

Los materiales orgánicos, mediante procesos biológicos naturales de biodegradación en los que intervienen descomponedores acuáticos (bacterias y hongos), son degradados a sustancias más sencillas. En estos procesos es fundamental la cantidad de oxígeno disuelto en el agua porque los descomponedores lo necesitan para vivir y para producir la biodegradación.

### **1.3 Sustancias Contaminantes del Agua.**

Hay un gran número de contaminantes del agua que se pueden clasificar de muy diferentes maneras. Una posibilidad bastante usada es agruparlos en los siguientes ocho grupos:

#### **1.3.1 Microorganismos Patógenos**

Son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis diversas, hepatitis, etc. En los países en vías de desarrollo las enfermedades producidas por estos patógenos son uno de los motivos más importantes de muerte prematura, sobre todo de niños.

Normalmente estos microbios llegan al agua en las heces y otros restos orgánicos que producen las personas infectadas. Por esto, un buen índice para medir la salubridad de las aguas, en lo que se refiere a estos microorganismos, es el número de bacterias coliformes presentes en el agua. (Gómez., 2004).



## **1.3.2 Desechos Orgánicos.**

Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y ya no pueden vivir en estas aguas peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno. Buenos índices para medir la contaminación por desechos orgánicos son la cantidad de oxígeno disuelto (OD), en agua, o la Demanda Biológica de oxígeno DBO). (Tyler et. al., 2007).

## **1.3.3 Sustancias Químicas Inorgánicas.**

En este grupo están incluidos ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Si están en cantidades altas pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua.

## **1.3.4 Nutrientes Vegetales Inorgánicos.**

Nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas. Cuando estas algas y otros vegetales mueren, al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno y se hace imposible la vida de otros seres vivos. El resultado es un agua maloliente e inutilizable. (Urbieta J. (2000)

## **1.3.5 Compuestos Orgánicos.**

Según Spencer et al., (2006), muchas moléculas orgánicas como las de petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, etc. acaban en el agua y permanecen, en algunos casos, largos períodos de tiempo, porque, al ser productos fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos.

## **1.3.6 Sedimentos Y Materiales Suspendidos.**

Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son, en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua. La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos, y los sedimentos que se van acumulando destruyen sitios de alimentación o desove de los peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales, rías y puertos. (Torres, 2005).



### **1.3.7 Sustancias Radiactivas.**

Isótopos radiactivos solubles pueden estar presentes en el agua y, a veces, se pueden ir acumulando a lo largo de las cadenas tróficas, alcanzando concentraciones considerablemente más altas en algunos tejidos vivos que las que tenían en el agua.

### **1.3.8 Contaminación Térmica.**

Murillo, (2000), planteó que el agua caliente liberada por centrales de energía o procesos industriales eleva, en ocasiones, la temperatura de ríos o embalses con lo que disminuye su capacidad de contener oxígeno y afecta a la vida de los organismos.

## **1.4 Eutrofización de las Aguas.**

Un río, un lago o un embalse sufren eutrofización cuando sus aguas se enriquecen en nutrientes. El problema está en que si hay exceso de nutrientes crecen en abundancia las plantas y otros organismos. Más tarde, cuando mueren, se pudren y llenan el agua de malos olores y le dan un aspecto nauseabundo, disminuyendo drásticamente su calidad. (González, 2002 y el Libro electrónico Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente, 1998).

El proceso de putrefacción consume una gran cantidad del oxígeno disuelto y las aguas dejan de ser aptas para la mayor parte de los seres vivos. El resultado final es un ecosistema casi destruido.

La eutrofización es un proceso que se va produciendo lentamente de forma natural en todos los lagos del mundo, porque todos van recibiendo nutrientes.

Los vertidos humanos aceleran el proceso hasta convertirlo, muchas veces, en un grave problema de contaminación.

### **1.4.1 Principales Fuentes de Eutrofización.**

Las principales fuentes de Eutrofización que se definen en la literatura son las siguientes:

- Los vertidos urbanos, que llevan detergentes y desechos orgánicos.
- Los vertidos ganaderos y agrícolas, que aportan fertilizantes, desechos orgánicos y otros residuos ricos en fosfatos y nitratos.

Para conocer el nivel de eutrofización de un agua determinada se suele medir el contenido de clorofila de algas en la columna de agua y este valor se combina con otros



parámetros como el contenido de fósforo y de nitrógeno y el valor de penetración de la luz.

## **1.4.2 Medidas para evitar la eutrofización.**

Según Metcalf, (2001), lo más eficaz para luchar contra este tipo de contaminación es disminuir la cantidad de fosfatos y nitratos en los vertidos, usando detergentes con baja proporción de fosfatos, empleando menor cantidad de detergentes, no abonando en exceso los campos, usando los desechos agrícolas y ganaderos como fertilizantes, en vez de verterlos, etc. De forma general, las principales acciones que comúnmente se realizan son:

- Tratar las aguas residuales en EDAR (estaciones depuradoras de aguas residuales) que incluyan tratamientos biológicos y químicos que eliminan el fósforo y el nitrógeno.
- Almacenar adecuadamente el estiércol que se usa en agricultura.
- Usar los fertilizantes más eficientemente.
- Cambiar las prácticas de cultivo a otras menos contaminantes. Así, por ejemplo, retrasar el arado y la preparación de los campos para el cultivo hasta la primavera y plantar los cultivos de cereal en otoño asegura tener cubiertas las tierras con vegetación durante el invierno con lo que se reduce la erosión.
- Reducir las emisiones de NOx y amoníaco.

## **1.5 Causas de la Contaminación del Agua.**

La contaminación del agua se debe fundamentalmente al crecimiento demográfico, al desarrollo industrial y a la urbanización. Estos tres factores evolucionan rápidamente y se dan uno en función del otro. En décadas recientes miles de lagos, ríos y mares, se han contaminado más debido a las disímiles actividades humanas. Las fuentes de contaminación del agua pueden ser naturales o artificiales, la contaminación natural la genera el ambiente, y la artificial (Antropismo) el ser humano. Esta situación se ha repetido en todos los países que han desarrollado la industrialización, y aún cuando la tecnología ha logrado reducir de alguna forma el volumen y tipo de contaminantes vertidos a los cauces naturales de agua, ello no ha ocurrido ni en la forma ni en la cantidad necesarias para que el problema de contaminación de las aguas esté resuelto.



La contaminación del agua se produce a través de la introducción directa o indirecta en los cauces o acuíferos de sustancias sólidas, líquidas, gaseosas, así como de energía calórica, entre otras. Esta contaminación es causante de daños en los organismos vivos del medio acuático y representa, además, un peligro para la salud de las personas y de los animales que hacen uso de estas aguas.

Existen dos formas a través de las cuales se puede contaminar el agua. Una de ellas es por medio de contaminantes naturales, es decir, el ciclo natural del agua puede entrar en contacto con ciertos constituyentes contaminantes que se vierten en las aguas, atmósfera y corteza terrestre. Por ejemplo, sustancias minerales y orgánicas disueltas o en suspensión, tales como arsénico, cadmio, bacterias, arcillas, materias orgánicas, etc.

Otra forma es a través de los contaminantes generados por el hombre, y son se representan a través de los desechos líquidos y sólidos que se vierten directa o indirectamente en el agua. Por ejemplo, las sustancias de sumideros sanitarios, sustancias provenientes de desechos industriales y las sustancias empleadas en el combate de plagas agrícolas y/o vectores de enfermedades. (Morea., 2005).

## **1.6 Consecuencias de la contaminación**

Los efectos de la contaminación del agua incluyen prioritariamente aquellos que afectan a la salud humana. La presencia de nitratos (sales del ácido nítrico) en el agua potable puede producir una enfermedad infantil que en ocasiones es mortal. Los Metales pesados presentes en los fertilizantes derivados del cieno o lodo producidos en los Sistemas de Tratamientos de Residuales, pueden ser absorbido por las cosechas, y de ser estas ingeridas en cantidades suficientes, el metal puede producir trastornos diarreicos agudos, así como lesiones en el hígado y los riñones.

Los lagos y ríos son especialmente vulnerables a la contaminación. Además del fenómeno de la Eutrofización, la Lluvia Ácida tan abundante en los momentos actuales ha dejado muchos lagos del Norte y del Este de Europa y del Noroeste de Norteamérica totalmente de provistos de vida. (Ramírez, 2004).

Bros, (2005), argumenta que debido a su escasa entrada y salida de agua, los lagos sufren graves problemas de contaminación. Los ríos, por su capacidad de arrastre y el

movimiento de las aguas., lo que favorece el proceso de Autodepuración en estas corrientes fluviales., son capaces de soportar mayor cantidad de contaminantes. Sin embargo, la presencia de tantos residuos domésticos, fertilizantes, pesticidas y desechos industriales altera la flora y fauna acuáticas. Ya hay ríos en el Mundo como el caso del río Puyo en el Ecuador que han perdido prácticamente sus valores turísticos y de Aguas de consumo por el alto grado de contaminación de sus Aguas. En las aguas no contaminadas existe cierto equilibrio entre los animales y los vegetales, que se rompe por la presencia de materiales extraños. Así, algunas especies desaparecen mientras que otras se reproducen en exceso. Además, las aguas adquieren una apariencia y olor desagradables.

Los ríos constituyen la principal fuente de abastecimiento de agua potable de las poblaciones humanas. Su contaminación limita la disponibilidad de este recurso imprescindible para la vida. La Imagen 1.1 muestra un foco de contaminación de una corriente fluvial por la descarga de aguas servidas de una industria. (Sánchez., 2004).



Imagen 1.1: Descarga de aguas servidas a un río.

## 1.7 Contaminación de las aguas. Efecto de los Vertidos

Bautista, (2003), es del criterio de que la contaminación se produce del vertido de determinadas sustancias al medio hídrico, lo que tiene una influencia negativa sobre las



características del agua y las inhabilita para satisfacer los usos demandados en función de la pérdida de su calidad.

Los vertidos directos a cauces y los que se realizan indirectamente a través de la red de alcantarillado de los municipios exigen la tramitación de las autorizaciones correspondientes con vistas al establecimiento previo de Tratamientos para mitigar el efecto contaminador de estos Vertidos.

Los Vertidos indirectos vierten a la red de alcantarillado, a canales de desagües, o canales pluviales, que terminan por desaguar a un cauce después de haber sido tratados o depurados en las instalaciones municipales de saneamiento (Sistemas de Tratamiento de Residuales).

En cuanto a los vertidos directos estos van directamente a un curso de agua o a un canal de riego. La contaminación difusa de las aguas están relacionada con diversas actividades, entre las que se destacan las agrícolas y ganaderas que provocan la contaminación por medios de la escorrentía que fluye por la superficie del suelo arrastrando y disolviendo las sustancias que se han ido depositando sobre el suelo.

Otra de las causas relacionadas con la contaminación difusa es la contaminación generada por los vertederos urbanos (Producción de Percollados o Lixiviados) y por los residuos tóxicos y peligrosos depositados sobre el terreno de forma incontrolada.

Nemerrow L, (1998), comenta que las aguas residuales y los vertidos industriales y urbanos afectan la vida normal existente en una corriente de agua. Cuando este efecto es suficiente para hacer que la corriente no sea aceptable para su mejor utilización se dice que está contaminada. Las corrientes de agua en ríos pueden asimilar cierta cantidad de residuos antes de llegar a estar contaminados. Cuanto más caudalosos, rápidos y más aislados estén los cursos de agua, y no hayan sido utilizados, más capaces son de tolerar una mayor cantidad de aguas residuales.



## 1.8 Uso sustentable del Agua.

La permanente discusión de estos problemas en foros internacionales permitió definir una serie de condiciones o requisitos necesarios para establecer los patrones de consumo de agua y alcanzar un uso sustentable de dicho recurso.

Estas condiciones son:

- 1.- Garantizar el suministro básico del agua para que todos los humanos puedan conservar su salud y para restaurar y mantener los ecosistemas.
- 2.- Sostener una calidad del agua, acorde con ciertos estándares que variarán dependiendo del sitio y del uso que se le dará.
- 3.- Evitar que las actividades humanas afecten la renovación de los reservorios y de las corrientes de agua dulce.
- 4.- Colectar y difundir datos sobre disponibilidad, uso y calidad del agua.
- 5.- Establecer mecanismos institucionales para prevenir y resolver conflictos sobre el agua.

Con ello se trata de integrar las necesidades humanas y las ecológicas. Por lo tanto, alcanzar un uso sustentable del agua implica promover procesos de transformación social y económica que establezcan nuevos patrones de consumo y no solo imponer restricciones al desarrollo económico tradicional para mitigar sus impactos sobre el ambiente.

En el caso del agua, transitar hacia su uso sustentable requiere un cambio de enfoque que sitúe la integridad de los ecosistemas, como una base fundamental de todo un proceso de planeación. (Chávez M., 2007).

## 1.9 Uso no sustentable del Agua.

Generalmente, existen dos formas en que puede gestarse el uso no sustentable del agua. La primera es por medio de alteraciones de los reservorios y corrientes de agua, lo que modifica la disponibilidad de este recurso en el espacio o en el tiempo. La segunda se produce por alteraciones en la demanda de los beneficios que proporciona, los resultados de cambio en los niveles de población, en los estándares de vida, en el uso de tecnologías u otros de carácter social.



Especial atención en relación con las variaciones de la disponibilidad del agua, merecen el incremento poblacional y el cambio tecnológico. Se sabe que el incremento de la población trae como consecuencias un aumento en la demanda por disfrutar los beneficios del agua. El crecimiento irrestricto de la población también provoca la reubicación del agua desde un usuario o sector hacia otro y el agotamiento de los reservorios de agua no renovable. (Chávez M., 2007).

### 1.9.1 Alteraciones Físicas del Agua.

En la Tabla 1.2 se muestran las principales alteraciones físicas que puede sufrir el agua producto del proceso de contaminación.

**Tabla 1.2: Alteraciones físicas del agua producto a su contaminación**

<b>Alteraciones físicas</b>	<b>Características y contaminación que indica</b>
Color	<p>El agua no contaminada suele tener ligeros colores rojizos, pardos, amarillentos o verdosos debido, principalmente, a los compuestos húmicos, férricos o los pigmentos verdes de las algas que contienen.</p> <p>Las aguas contaminadas pueden tener diversos colores, no se pueden establecer relaciones claras entre el color y el tipo de contaminación</p>
Olor y sabor	<p>Compuestos químicos presentes en el agua como los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua, aunque estén en muy pequeñas concentraciones. Las sales o los minerales dan sabores salados o metálicos, en ocasiones sin ningún olor.</p>
Temperatura	<p>El aumento de temperatura disminuye la solubilidad de gases (oxígeno) y aumenta, en general, la de las sales. Aumenta la velocidad de las reacciones del metabolismo, acelerando la putrefacción. La temperatura óptima del agua para beber está entre 10 y 14°C.</p> <p>Las centrales nucleares, térmicas y otras industrias contribuyen a la</p>



	contaminación térmica de las aguas, a veces de forma importante.
Materiales en suspensión	Partículas como arcillas, limo y otras, aunque no lleguen a estar disueltas, son arrastradas por el agua de dos maneras: en suspensión estable (disoluciones coloidales); o en suspensión que sólo dura mientras el movimiento del agua las arrastra. Las suspendidas coloidalmente sólo precipitarán después de haber sufrido coagulación o floculación (reunión de varias partículas)
Radiactividad	Las aguas naturales tienen unos valores de radiactividad, debidos sobre todo a isótopos del K. Algunas actividades humanas pueden contaminar el agua con isótopos radiactivos.
Espumas	Los detergentes producen espumas y añaden fosfato al agua (eutrofización). Disminuyen mucho el poder autodepurador de los ríos al dificultar la actividad bacteriana. También interfieren en los procesos de floculación y sedimentación en las estaciones depuradoras.
Conductividad	El agua pura tiene una conductividad eléctrica muy baja. El agua natural tiene iones en disolución y su conductividad es mayor y proporcional a la cantidad y características de esos electrolitos. Por esto se usan los valores de conductividad como índice aproximado de concentración de solutos. Como la temperatura modifica la conductividad las medidas se deben hacer a 20°C.

Fuente: Libro electrónico Ciencias de la Tierra y medio Ambiente

### 1.9.2 Alteraciones Químicas del Agua.

En la Tabla 1.3 se muestran las alteraciones químicas que sufre el agua después de haber sido contaminada por algún o algunos elementos contaminantes.

**Tabla 1.3: Principales alteraciones químicas del agua como consecuencia de su contaminación.**

Alteraciones químicas	Contaminación que indica
Ph	Las aguas naturales pueden tener pH ácidos por el CO <sub>2</sub> disuelto desde la atmósfera o proveniente de los seres vivos; por ácido sulfúrico procedente de algunos minerales, por ácidos húmicos disueltos del mantillo del suelo. La



	<p>principal sustancia básica en el agua natural es el carbonato cálcico que puede reaccionar con el CO<sub>2</sub> formando un sistema tampón carbonato / bicarbonato.</p> <p>Las aguas contaminadas con vertidos mineros o industriales pueden tener pH muy ácido. El pH tiene una gran influencia en los procesos químicos que tienen lugar en el agua, actuación de los floculantes, tratamientos de depuración, etc.</p>
Oxígeno disuelto (OD)	<p>Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la vida. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, septicización, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida.</p>
Materia orgánica biodegradable: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	<p>DBO5 es la cantidad de oxígeno disuelto requerido por los microorganismos para la oxidación aerobia de la materia orgánica biodegradable presente en el agua. Se mide a los cinco días. Su valor da idea de la calidad del agua desde el punto de vista de la materia orgánica presente y permite prever cuanto oxígeno será necesario para la depuración de esas aguas e ir comprobando cual está siendo la eficacia del tratamiento depurador en una planta.</p>
Materiales oxidables: Demanda Química de Oxígeno (DQO)	<p>Es la cantidad de oxígeno que se necesita para oxidar los materiales contenidos en el agua con un oxidante químico (normalmente dicromato potásico en medio ácido). Se determina en tres horas y, en la mayoría de los casos, guarda una buena relación con la DBO por lo que es de gran utilidad al no necesitar los cinco días de la DBO. Sin embargo la DQO no diferencia entre materia biodegradable y el resto y no suministra información sobre la velocidad de degradación en condiciones naturales.</p>
Nitrógeno total	<p>Varios compuestos de nitrógeno son nutrientes esenciales. Su presencia en las aguas en exceso es causa de eutrofización.</p> <p>El nitrógeno se presenta en muy diferentes formas químicas en las aguas naturales y contaminadas. En los análisis</p>



	habituales se suele determinar el NTK (nitrógeno total Kendahl) que incluye el nitrógeno orgánico y el amoniacal. El contenido en nitratos y nitritos se da por separado.
Fósforo total	El fósforo, como el nitrógeno, es nutriente esencial para la vida. Su exceso en el agua provoca eutrofización. El fósforo total incluye distintos compuestos como diversos orto fosfatos, poli fosfatos y fósforo orgánico. La determinación se hace convirtiendo todos ellos en orto fosfatos que son los que se determinan por análisis químico.
Aniones: Cloruros, nitratos, nitritos Fosfatos, sulfuros Cianuros, fluoruros	Indican salinidad, contaminación agrícola, actividad bacteriológica, detergentes y fertilizantes, acción bacteriológica anaerobia (aguas negras, etc.) contaminación de origen industrial
Cationes: sodio calcio y magnesio amonio, metales pesados	Indica salinidad están relacionados con la dureza del agua contaminación con fertilizantes y heces de efectos muy nocivos; se bioacumulan en la cadena trófica.
Compuestos orgánicos	Los aceites y grasas procedentes de restos de alimentos o de procesos industriales (automóviles, lubricantes, etc.)

Fuente: Libro electrónico Ciencias de la Tierra y medio Ambiente

### 1.9.3 Alteraciones Biológicas del Agua.

En la Tabla 1.4 se presentan las principales alteraciones biológicas presentes en el agua producto de los niveles de contaminación de la misma.

Alteraciones biológicas del agua	Contaminación que indican
Bacterias Coliformes	Desechos fecales
Virus	Desechos fecales y restos orgánicos
Animales, plantas, microorganismos diversos	Eutrofización

Fuente: Libro electrónico Ciencias de la Tierra y medio Ambiente

## 1.9 Enfermedades microbiológicas transmitidas por el agua.



Según Microsoft Encarta, (2000), las Enfermedades microbiológicas transmitidas por el Agua, son aquellas enfermedades causadas por organismos patógenos presentes en el agua y que ingresan al organismo por la boca o por la piel. Las mismas están relacionadas a la contaminación por excretas. Se caracteriza por ser fácilmente transmisibles por otros medios como pueden ser las manos o los alimentos. En esta categoría se encuentran:

- La fiebre tifoidea
- Cólera
- La disentería amebiana
- Disentería bacilar
- Gastritis
- Gastroenteritis

### 1.10.1 Medidas para el control de enfermedades hídricas

En la Tabla 1.5 se muestran las principales medidas que comúnmente son aplicadas para el control de las enfermedades provocadas al hombre por la ingestión de aguas contaminadas.

**Tabla 1. 5: Medidas para el control de enfermedades provocadas por el Agua contaminada.**

Abastecimiento de agua	Selección de fuentes no contaminadas, por ejemplo, pozos acuíferos profundos. Tratamiento del agua cruda (cloración). Reemplazo de abastecimientos contaminados por otros más confiables y seguros. Protección de cuencas. Control de calidad de agua.
Disposición sanitaria de excretas	Protección de los sistemas de abastecimiento de agua. Protección del medio ambiente. Apoyo a las actividades de control de los sistemas de abastecimiento de agua y de disposición de excretas. Destrucción, disposición, aislamiento o disolución de residuos fecales.
Educación sanitaria	Higiene personal. Protección del medio ambiente. Apoyo a las actividades de control de los sistemas de abastecimiento de agua y de disposición de excretas.

Fuente: Microsoft Encarta, 2000



### 1.11 Clasificación de la Calidad de las Aguas.

Hay variados sistemas de clasificar la calidad de las aguas. En primer lugar se suele clasificar según el uso que se le vaya a dar (abastecimiento humano, recreativo, vida acuática).

Hay directivas comunitarias que definen los límites que deben cumplir un amplio número de variables físicas, químicas y microbiológicas para que pueda ser utilizada para consumo y abastecimiento, baño y usos recreativos y vida de los peces. Estructplan On Line – disponible en <http://www.estrucplan.com.ar>

#### 1.11.1 Clasificación del agua para consumo humano.

Las aguas se clasifican en cuatro grupos (ver cuadro) según su calidad para el consumo humano. Para hacer esta clasificación se usan unos 20 parámetros de los que los más importantes son: DQO, DBO5, NH4+, NTK, conductividad, Cl-, CN-, recuentos microbiológicos y algunos metales (Fe, Cu, Cr).

Tipo	Clasificación de las aguas para consumo humano
A1	Aguas potabilizables con un tratamiento físico simple como filtración rápida y desinfección.
A2	Aguas potabilizables con un tratamiento físico-químico normal, como precloración, floculación, decantación, filtración y desinfección.
A3	Potabilizable con un tratamiento adicional a la A2, tales como ozonización o carbón activo.
A4	Aguas no utilizables para el suministro de agua potable, salvo casos excepcionales, y con un tratamiento intensivo.

Fuente: Libro electrónico Ciencias de la Tierra y medio Ambiente

#### 1.11.2 Clasificación para baño y usos deportivos

De forma similar se determina la aptitud de las aguas para el baño y uso deportivo. En este caso hay que fijarse, sobre todo, en los recuentos microbiológicos, el porcentaje de saturación de oxígeno, y en menor medida, presencia de aceites y grasas y otros caracteres organolépticos (olor, sabor, etc.).



Para determinar la aptitud de las aguas para la vida piscícola influye mucho la concentración de nitritos y también el amoniaco no ionizado, que es muy tóxico para los organismos acuáticos, aún a bajas concentraciones; y también, aunque menos, la DBO5, amonio, hidrocarburos disueltos y metales (Pb, Cu, Zn) presentes. Mejía E. (2005)

### 1.11.3 Otras clasificaciones de calidad de las aguas.

Hay otras formas de definir la calidad de las aguas que se utilizan según lo que interese conocer. Se puede también determinar y clasificar las aguas según un índice de calidad físico-químico:

Berón L. (2005) A partir de formulaciones matemáticas que valoran, a través de ecuaciones lineales, la influencia de cada uno de estos parámetros en el total del índice, se deduce un valor final que se sitúa necesariamente entre 0 y 100 de forma que la calidad del agua se considera:

<b>CALIDAD DEL AGUA</b>	<b>ICG (Índice Calidad General)</b>
Excelente	entre 85 y 100
Buena	entre 75 y 85
Regular	entre 65 y 75
Deficiente	entre 50 y 65
Mala	menor que 50

**Fuente: Libro electrónico Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente**

Teniendo en cuenta que, en principio, un índice de calidad entre 50 y 0 implica Prácticamente la imposibilidad de utilizar el agua para ningún uso y que índices por debajo de 65 comprometen gravemente la mayor parte de los usos posibles, la situación no es del todo satisfactorio en muchas de las Cuencas de países europeos, fundamentalmente en España, sobre todo en aquellas Cuencas en las que las aportaciones naturales en forma de lluvia son más bajas o es más alta la influencia de los vertidos industriales o de la contaminación difusa.

Otra posibilidad de determinar la Calidad del Agua es analizar el nivel de mineralización de estas por análisis de conductividad. Desde el punto de vista biológico suele interesar clasificar las aguas según el tipo y cantidad de microorganismos presentes o aplicar



índices bióticos, como el BMWP, o índices de diversidad que indican la riqueza ecológica de ese tramo del río.

## **1.12 Crecimiento poblacional y su influencia en la Contaminación de las Aguas.**

Investigaciones realizadas en la Universidad Técnica de Campeche, (2004), reportan que el crecimiento poblacional y el aumento en el establecimiento de instalaciones industriales en los distintos lugares del mundo generan un incremento significativo en el consumo del agua. Como consecuencia de esto, hay un mayor volumen de agua residuales que contienen microorganismos patógenos, compuestos orgánicos e inorgánicos, tóxicos, metales pesados y solventes orgánicos, así como un incremento en la generación de residuos sólidos municipales e industriales, que tienen gran incidencia en la calidad del agua, el equilibrio ecológico y en la pérdida de gran cantidad de especies de flora y fauna acuática en ríos, lagos, lagunas, estuarios y zonas costeras.

La necesidad de emplear Aguas contaminadas., ante la cada vez mayor escasez de este Recurso., eleva considerablemente los requerimientos y costos del proceso de potabilización para poder adecuar el recurso a los usos domésticos e industriales, además de que esta práctica incrementa los riesgos de aparición de enfermedades en los usuarios de estas aguas, además de repercutir en forma por demás negativa en las actividades productivas, influyendo también en el desarrollo turístico.

El crecimiento poblacional ha producido una rápida expansión urbana, requiriendo un mayor uso de agua extraída de las cuencas de los ríos como fuentes de agua dulce para las ciudades. Este incremento del uso de las aguas de las corrientes fluviales ha afectado sensiblemente en todo el mundo a esas corrientes de agua, en primer lugar contaminándolas y en segundo lugar afectando sus riveras y a las especies que en estos ríos habitan.

Junto con el rápido crecimiento de la población urbana vienen las grandes cantidades de aguas de desecho de ciudades y pueblos, cargadas de materia orgánica, contaminantes y basura. El incremento en el uso del agua para irrigación de los campos de cultivo que han sido establecidos en las riveras de los ríos (pequeñas parcelas para consumo familiar fundamentalmente) es otro de los fenómenos que incrementan a diario los niveles de contaminación de estas corrientes de aguas superficiales. La gran mayoría de los ríos, independiente de su tamaño están siendo utilizados para la irrigación de estas áreas cultivadas. Por escorrentía o por infiltración, estas agua retornan a las corrientes fluviales



cargadas con desechos agrícolas (insecticidas y fertilizantes) provocando la contaminación severa de las mismas.

La Tala incontrolada y la quema de bosques y de la vegetación en las riveras y terrenos cercanos a corrientes fluviales., buscando terrenos para prácticas agrícolas, ganaderas o para edificar nuevas instalaciones como parte del crecimiento urbano., han venido creando serios problemas de Deforestación, Erosión de suelos y pérdida de su fertilidad, perdida de la Diversidad biológica, entre otros daños, lo cual ha incidido negativamente en la contaminación de las cuencas de estos ríos.

Aznar, (2002), manifiesta que la contaminación de los ríos con desechos industriales, agrícolas y municipales, amenazan la cadena alimenticia de la cual una serie de animales dependen. El desarrollo industrial es vital para todos ya que se crean trabajos para la creciente población; también es una amenaza para los hábitats de los diferentes animales que se encuentran en el río. El desarrollo industrial tiene un gran impacto en zonas urbanas pequeñas, convirtiendo los ríos en drenajes cargados de contaminantes.

Existe la necesidad urgente de implementar campañas para establecer "una nueva cultura del agua", en la cual los usos del agua produzcan un mínimo efecto en el medio ambiente.

Evans T, (2002), ha sido categórico cuando afirmó: "el crecimiento de la población ejerce una influencia creciente sobre el medio ambiente, alterando la tierra, los recursos hídricos y la disponibilidad de energía y creando contaminación, debido a la eliminación de desechos y contaminantes generados por las fábricas, el transporte y la concentración de viviendas".

La población mundial en 1990 se estimaba en cinco mil trescientos millones de personas. Para el año 2010 se espera que supere los siete mil millones, y los ocho mil millones para el 2020. Las tasas de crecimiento han sido diferentes en distintas zonas del mundo. La observación general es que las zonas urbanas son las que han absorbido el mayor crecimiento poblacional, mientras que los niveles de población de las zonas rurales se han mantenido estables y en algunos países han disminuido. Este crecimiento ha producido un grave deterioro de la calidad ambiental en zonas urbanas y peri urbanas especialmente en casos en que las condiciones socioeconómicas no han permitido la adopción de medidas para absorber y minimizar el impacto.



La rápida urbanización y algunos proyectos de desarrollo en gran escala han repercutido también sobre los ambientes rurales, especialmente sobre el agua, la tierra y los recursos forestales, la destrucción de especies y el clima. La desertificación, la erosión y la explotación de los bosques han menoscabado la base de recursos naturales, mientras que la migración hacia zonas urbanas ha agotado la base de recursos humanos de muchas comunidades y economías rurales. (Urquidí, et, al., 2000).

Muchos de los gobiernos de los países en desarrollo no han podido garantizar las inversiones en infraestructura y servicios necesarias para acompañar el crecimiento de las ciudades. La consecuencia ha sido un rápido aumento del número de personas que viven en condiciones de hacinamiento extremo y en asentamientos ilegales o sin control ubicados, en su mayoría, en áreas adyacentes a las grandes ciudades o zonas peri urbana.

La expansión de las ciudades se relaciona directamente con problemas de salud. Por ejemplo, el crecimiento de las zonas edificadas, la construcción de carreteras, embalses y alcantarillado, los desmontes y la deforestación pueden ocasionar cambios drásticos en la ecología local.

En la ampliación de la ciudad pueden quedar atrapados focos naturales de vectores de enfermedad y crearse nuevos nichos ecológicos que sirvan de reservorio a zoonosis.

En los núcleos urbanos, las poblaciones de vectores y otros animales transmisores de enfermedades (por ejemplo, roedores) son capaces de adaptarse a nuevos hábitats e introducir nuevas infecciones que pueden diseminarse entre la población urbana.

Se pueden considerar a los asentamientos humanos como ecosistemas formados por los siguientes componentes estructurales:

- Procesos económicos de la producción, la conversión, la distribución, el transporte.
- Funciones de regulación de procesos políticos.
- Distribución de la población.
- Fuentes de alimentación (por ejemplo, agricultura) y de otros recursos renovables.
- Fuentes de recursos no renovables.



Cuando las actividades de las áreas humanas intervienen sobre el medio ambiente surgen diferentes problemas ambientales, por ejemplo: desechos sólidos, contaminación atmosférica, del suelo y el agua, etc.

Para que un ecosistema urbano sea sustentable deberá cumplir con los siguientes principios:

- Asegurar un adecuado abastecimiento de agua.
- Mantener la vegetación protegida.
- Preservar la calidad de los suelos.
- Asegurar condiciones sustentables para la fauna silvestre.
- Mantener el potencial de producción local de alimentos dentro del ecosistema.
- Crear un medioambiente urbano que satisfaga las necesidades humanas.

El crecimiento incontrolado de la población en las márgenes del río Pambay así como el establecimiento de una creciente red comercial y turística en esta zona han elevado sensiblemente el nivel de contaminación de las aguas de este río, el cual al ser afluente del río Puyo vierte en este una sensible carga contaminante, la cual unida a la que ya trae esta corriente fluvial aumentan significativamente la contaminación e inhabilitan por pérdida de calidad los usos que con anterioridad la población de la ciudad del Puyo le daba a las aguas de su principal río. El objetivo de la presente investigación es la Propuesta de un Plan de acciones que permitan mitigar los niveles de contaminación en el río Puyo en el sector estudiado así como elevar la cultura ambiental de los moradores de la zona a través de un Programa de Educación Ambiental de forma tal que los habitantes de este Sector se conviertan en los principales cuidadores del río y de todo el Ecosistema a él asociado.



## **CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS**

En este Capítulo se presentan los materiales utilizados y se describen los métodos, así como los procedimientos usados para la confección de la presente tesis. Se presenta el Diseño de experimento detallando los puntos de muestreo así como los indicadores de calidad de agua que serán evaluados.

### **2.1 Modalidad de la investigación**

La modalidad que se utilizará para la investigación es “La Investigación de Campo”, porque este es un estudio de las características y problemas que presenta el sector del barrio Simón Bolívar, para lo que se realizaron mediciones de campo tanto en lo social como en lo físico-químico..

### **2.2 Materiales a utilizar.**

Para la realización de la presente investigación se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

- Impresora
- Cámara Digital
- Papel Bond
- Computadora

### **2.3 Métodos y Técnicas a emplear:**

Los métodos de investigación que se desarrollaran en la presente investigación son:

- El Teórico, porque se basa en la utilización del pensamiento en sus funciones de deducción, análisis y síntesis.
- El Empírico, por su aproximación al conocimiento del objeto mediante su conocimiento directo y el uso de la experiencia mediante las técnicas de muestreo y el análisis de sus resultados.

#### **2.3.1 Métodos Teóricos**

Para la realización de la presente investigación se utilizan diferentes métodos los cuales se detallan a continuación:



**Histórico:** Se utiliza para evaluar el desarrollo del campo investigado, donde se revelan las etapas principales de su desenvolvimiento. Se evaluarán los problemas existentes, los que van sucediendo y el comportamiento de las distintas etapas de investigación.

**Dialéctico:** Se utilizará para revelar las contradicciones existentes en el campo investigado, utilizándose para impulsar la investigación.

**Inductivos – Deductivos:** Se realizarán encuestas, revisión bibliográfica sobre el tema y de informes y documentos técnicos sobre el área objeto de estudio, a través de diversas fuentes de información como Internet, libros, revistas, periódicos, archivos, entre otros.

## 2.3.2 Métodos Empíricos

- **Diseño de muestreo, metodologías y procedimientos empleados.**

Para la realización del diagnóstico ambiental al área objeto de estudio, se realizó una observación minuciosa de los problemas existentes en este lugar para así profundizar en la descripción del problema determinado, además se tomaron fotos que ilustran la problemática de la zona. Para la descripción del lugar de estudio se emplean documentos facilitados en el municipio de Pastaza así como también documentos de Internet.

Para la recogida de los criterios de los moradores de la zona, se aplicó el Método de la Encuesta a través de un Cuestionario aplicado buscando las opiniones impersonales de estas personas las cuales son de interés para el investigador. El Cuestionario aplicado se muestra en el Anexo 1 del informe de Tesis. La Encuesta (aplicación del Cuestionario) será realizada personalmente y tendrá un carácter anónimo para evitar que sus respuestas sean juzgadas o cuestionadas, con ello no se causarán molestias en las personas encuestadas.

La muestra a encuestar está compuesta por jefes de familia de las viviendas del Barrio Simón Bolívar. Para su determinación se aplicó la fórmula del método de estimación simple del Muestreo Irrestringido Aleatorio, según Calero, (2003).



**Los parámetros definidos fueron:**

Cantidad de viviendas del Barrio. (N=70)

$\alpha$ : Nivel de significación ( $\alpha = 0.10$ )

d: Error absoluto (d = 0.05)

P: Valor de probabilidad, (P= 0.5)

n: Tamaño de la muestra

**Fórmula 1:**

$$n = \frac{\left(\frac{Z_{1-\alpha/2}}{d}\right)^2 P(1-P)}{1 + \frac{1}{N} \left(\frac{Z_{1-\alpha/2}}{d}\right)^2 P(1-P) - \frac{1}{N}}$$

Luego de los cálculos correspondientes con la Fórmula 1, el tamaño de muestra determinado es 40 (n = 40), lo que representa el 57% del total de Viviendas en el área objeto de estudio.

Los resultados de la Encuesta serán procesados a través del Programa Microsoft Office Excel 2003.

Las muestras de agua para determinar los niveles de contaminación de la misma se tomaron 15 metros antes de la desembocadura del río Pambay al río Puyo y 15 metros aguas arriba y 15m aguas abajo a partir del punto de desembocadura del Pambay, para así tener resultados exactos de cuán grande puede ser la incidencia de este afluente en los niveles de contaminación del principal río de la ciudad Puyo. Las muestras fueron tomadas con recipientes plásticos y luego trasvasadas a recipientes de vidrio limpios y esterilizados para su rápido traslado hacia los Laboratorios CESTTA de la Escuela

Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). Se fijaron como parámetros a controlar los siguientes:

- Coliformes fecales
- Coliformes totales
- Oxígeno disuelto,
- Turbidez

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La Figura 2.1 muestra la ubicación de los puntos de muestreo seleccionados para la toma de muestras.

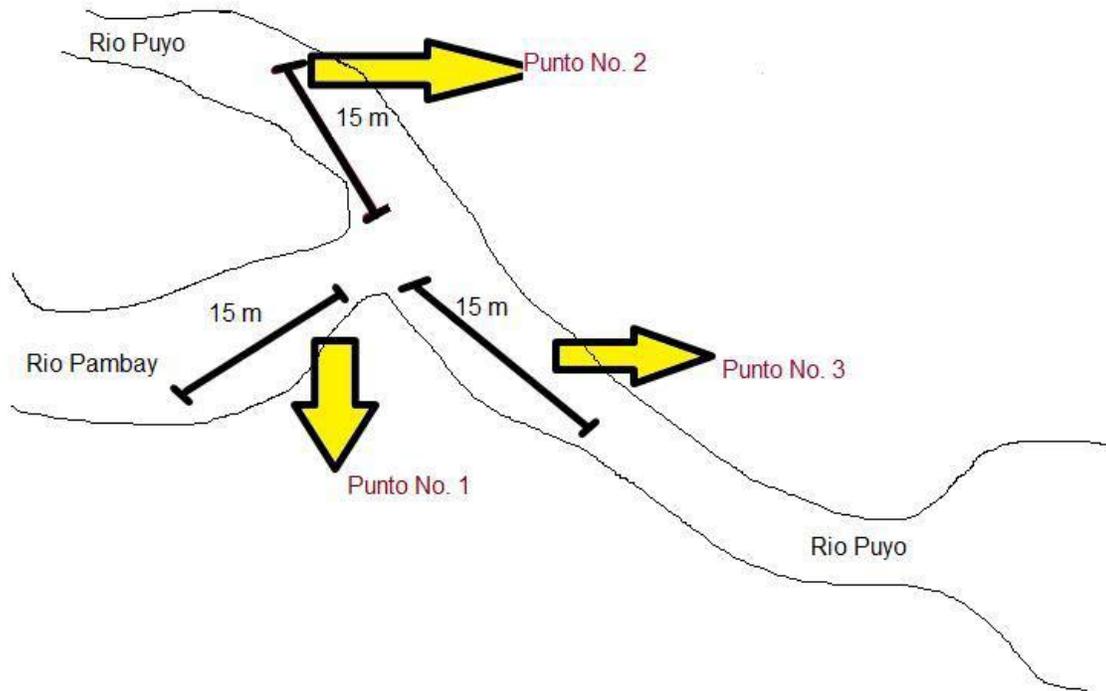


Figura 2.1 Puntos de muestreo seleccionados en la investigación

**Leyenda:**

1. Punto de muestreo No. 1... a 15 metros en el río Pambay antes de desembocar al río Puyo.
2. Punto de muestreo No. 2... a 15 metros aguas arriba de la desembocadura del Pambay en el río Puyo.
3. Punto de muestreo No. 3... a 15 metros aguas abajo de la desembocadura del río Pambay al río Puyo



## **CAPITULO III: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

En este capítulo se realiza la descripción del área objeto de estudio, se presenta el resultado del Diagnóstico medioambiental a la referida área, así como se presentan y analizan los resultados de la Encuesta a los Moradores del sitio y los indicadores de contaminación obtenidos a través del análisis de las muestras de agua tomadas en los sitios seleccionados al efecto. Todo esto permite conocer la incidencia contaminadora que sobre el río Puyo tiene el vertido de las aguas de su afluente el Pambay, así como el nivel de deterioro general que existe en la zona a fin de proponer medidas remediadoras para el impacto ambiental.

### **3.1 Descripción del lugar de estudio**

Pastaza está ubicada en la parte sur-oriente del Ecuador su capital es Puyo, tiene una superficie de 29 773 7 Km<sup>2</sup> con una población de 62 110 habitantes. Cuenta con un clima húmedo y caluroso. La temperatura promedio es de 22 a 23 grados centígrados.

El paseo turístico del río Puyo, es un lugar bien cotizado por turistas locales, nacionales y extranjeros para prácticas del ecoturismo. Por la creación de senderos y centros de recreación, este ecosistema ha sido modificado un 80%, además por falta de educación ambiental y capacitación y por el descuido de las autoridades, existe una altísima contaminación en las aguas de este río, ya que las personas que lo visitan y los moradores de su entorno botan basuras de diversa índole, así como vierten aguas contaminadas en esta corriente fluvial y en sus riveras.

En la Imagen 3.1 se señala la ubicación geográfica del barrio “Simón Bolívar” ubicado en las riveras del Río Pambay., uno de los afluentes del río puyo., es una zona poblada que se encuentra localizado en el Km. 1 ½ de la ciudad de Puyo junto al paseo turístico. En la actualidad los niveles de contaminación en las aguas del río Puyo se han elevado drásticamente debido a la construcción de este barrio al margen izquierdo y derecho del referido río, siendo las aguas residuales y los residuos sólidos de estas viviendas así como las de la cantidad de centros comerciales y de servicios construidos en esta zona la principal fuente contaminante generadora del impacto negativo presente en el área objeto de estudio.

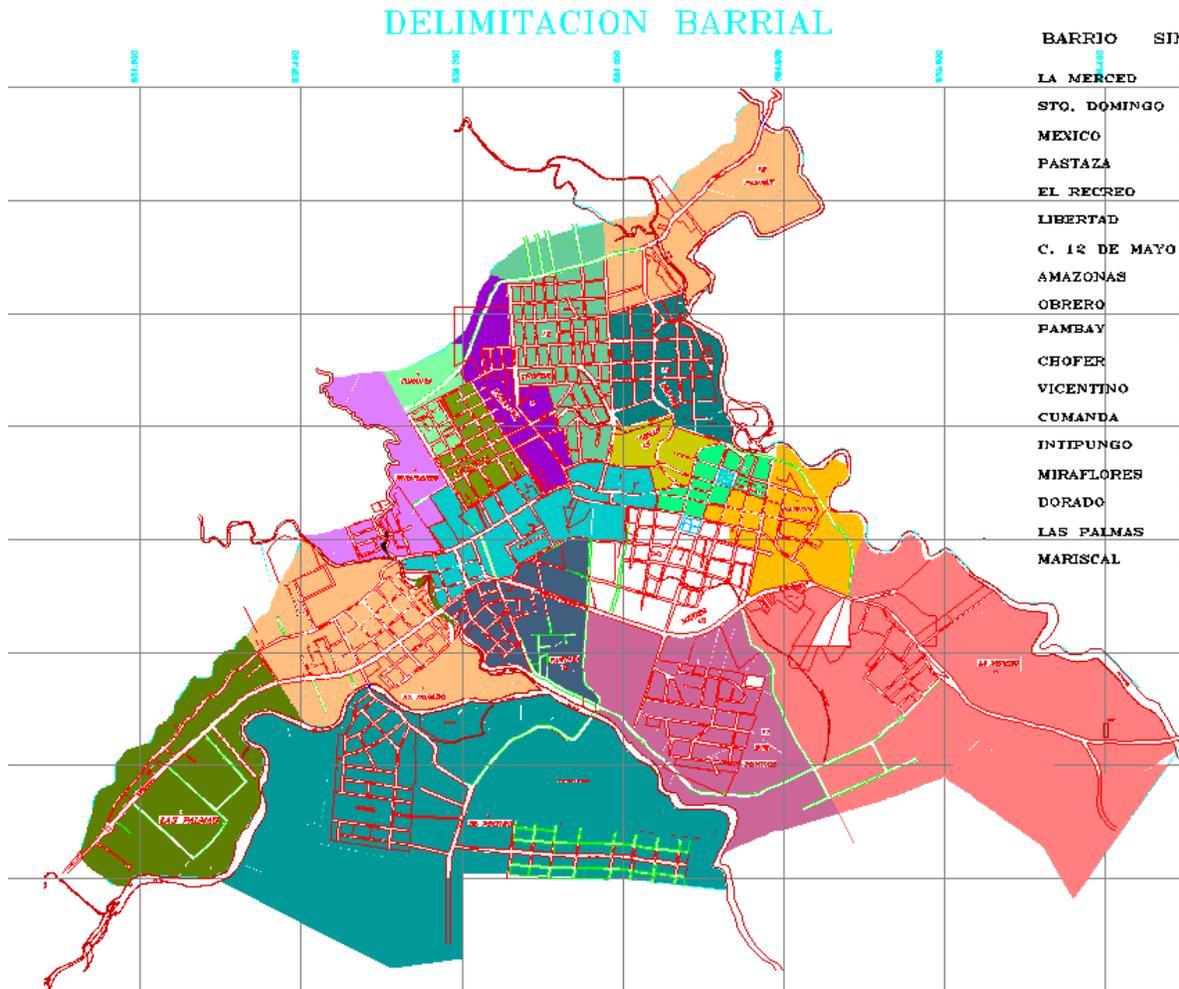


Imagen 3.1: Ubicación geográfica del Barrio “Simón Bolívar”

### 3.2 Diagnóstico Ambiental en el área estudiada.

A través de la observación se determinaron los principales problemas medioambientales que presenta este sector. Los principales problemas detectados se enumeran a continuación:

- **Presencia de Microvertederos de residuos sólidos.**

En la zona se puede observar la presencia de Minivertederos de basura con residuos inorgánicos y orgánicos, lo cual provoca que se incremente la presencia de Vectores transmisores de enfermedades (Moscas, Mosquitos, Cucarachas y Roedores). Por arrastre de las aguas de lluvias., muy frecuentes en esta zona., estos residuos llegan al río elevando los niveles de contaminación del mismo. En las Imágenes 3.2 y 3.3 se pueden observar la presencia de estos Microvertederos. En esta zona no se cuenta con el

servicio diario de recolección de Residuos sólidos urbanos, por lo que las cantidades que llegan a acumularse en estos pequeños Vertederos ilegales pueden llegar a ser apreciables.



**Imágenes 3.2 y 3.3: Microvertederos de basura con restos de desechos orgánicos e Inorgánicos.**

- **Descargas de aguas residuales al río Pambay.**

En las Imágenes 3.4 y 3.5 se puede observar la presencia de tuberías acopladas a diferentes viviendas a través de las cuales se realiza la descarga directa de las aguas residuales de estas casas al cauce del río Pambay. Estas descargas crudas ricas en sustancias orgánicas coloidales en suspensión provocan la aparición de sedimentos que se van depositando en las piedras del fondo del río, tal y como puede apreciarse en la Imagen 3.6



**Imágenes 3.4 y 3.5: Tuberías de descarga de aguas residuales que van directo de las Viviendas hasta el río Pambay.**



**Imagen 3.6: Sedimentos depositados en las piedras del río Pambay**

· **Impactos negativos del Turismo en la zona estudiada.**

En esta zona se realiza una práctica intensiva del Ecoturismo tanto por la población local como por turistas de otros lugares del País o del extranjero. Como se puede apreciar en las Imágenes 3.7 y 3.8, los turistas que frecuentan esta zona no cuentan con la cultura ambiental adecuada y los depósitos de residuos sólidos así como el uso de fogatas en las márgenes del río son dos serios problemas ambientales que inciden directamente tanto en la contaminación de las aguas del río Puyo como en la deforestación de la zona y en la posible aparición de Incendios Forestales que pueden llegar a ser intensos por lo frondoso de la vegetación del lugar, pudiendo convertirse en un serio peligro para las viviendas y sus moradores en el entorno de esta zona.



**Imágenes 3.7 y 3.8: Malas prácticas del turismo que provocan contaminación en el área Estudiada.**

- **La Deforestación.**

En determinadas áreas de este lugar se ha realizado una tala intensa, lo cual ha provocado por la pendiente pronunciada de las laderas del río, que el Suelo se erosione y pierda nutrientes lo cual dificulta que nuevas plantas crezcan y se desarrollen para la recuperación natural de esta parte del bosque. Producto a las lluvias frecuentes parte del suelo es arrastrado hacia el río aumentando el arrastre de la capa vegetal y con ello la erosión del Suelo, lo cual incrementa la Turbidez y la carga orgánica lo cual incide directamente en el nivel de contaminación de las aguas. Otro problema presente en el área es que producto de la erosión de los Suelos, se han creado grietas y farallones peligrosos para las personas, máxime en un lugar tan visitado a diario por turistas. Las Imágenes 3.9 y 3.10 presentan una panorámica del fenómeno de la deforestación que se viene acrecentando en el área estudiada.



**Imágenes 3.9 y 3.10: Deforestación de especies vegetales que se encuentran en este lugar y que resultan hábitat de diversas especies animales.**

- **Construcción de Senderos peatonales en el área boscosa.**

La intervención del hombre en este sector para facilitar sus condiciones de vida, ha modificado el ecosistema. Una de estas acciones negativas ha sido la creación de vías de acceso tanto a las viviendas como a las áreas de cultivo y de cría de animales que los moradores de la zona han construido en áreas cercanas al río. En las Imágenes 3.11, 3.12 y 3.13 se observan muestras de criaderos de Chanchos así como de amplios senderos de acceso al área. Para poder materializar esta actividad se han deforestado amplias zonas para convertirlas en zonas de pastoreo con fines de crianza ganadera. También se han construido diversos criaderos caseros de cerdos y esto ha llevado a la construcción de senderos de acceso a los mismos.

Estos criaderos no cuentan con las condiciones necesarias para la realización de tal actividad, lo cual provoca la presencia de malos olores, de Moscas y Roedores así como la descarga de aguas contaminadas tanto al río Pambay como directamente al río Puyo.



Imágenes 3.11, 3.12 y 3.13: Chancheras y Vías de acceso construidas por los Moradores de la zona estudiada.

### 3.3 Análisis de los resultados del Cuestionario aplicado a los Moradores de la zona estudiada.

A través de la implementación del Método de la Encuesta, utilizando la Técnica del Cuestionario, se encuestaron a los Jefes de Familia de 40 de las 70 Viviendas localizadas en el área objeto de estudio, lo cual representa el 57% del total de la Población a muestrear. El cuestionario contó de seis (6) preguntas y el resultado de esta Encuesta se presenta en la Tabla 3.1 (Ver Anexo 2).

La representación gráfica de los resultados de la Encuesta arrojaron los siguientes resultados:

**Variable No.1:** Tiempo de Residencia en el sector de los moradores encuestados:

En la Imagen 3.14 se reflejan los porcentajes que fijan el tiempo de residencia de los encuestados en el área objeto de estudio. Como se ve de estos resultados el 75% de los encuestados viven por más de 4 años en la zona por lo que el conocimiento que sobre la misma poseen es el adecuado para poder dar criterios fundamentados sobre los aspectos encuestados por el Autor.

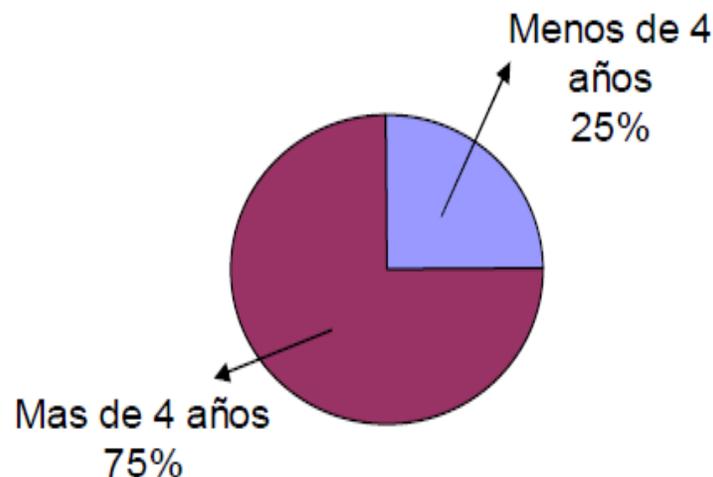


Imagen 3.14: Tiempo de residencia de los Moradores de la zona

**Variable No. 2:** Enfermedades más frecuentes en la zona.

En la Imagen 3.15 se muestran según el criterio de los moradores de la zona la incidencia de las enfermedades que mayoritariamente los afectan.

De estos resultados se puede ver claramente que las enfermedades de la Piel con un 74%, seguida de las enfermedades estomacales con un 18%, son las de mayor ocurrencia dentro de la población de la zona. Ambas enfermedades son típicas de la existencia de contactos humanos con aguas contaminadas, lo cual es lo que en la realidad está ocurriendo en este Sector, y se corrobora con los criterios presentados en innumerables publicaciones que sobre el tema se registran a nivel mundial.

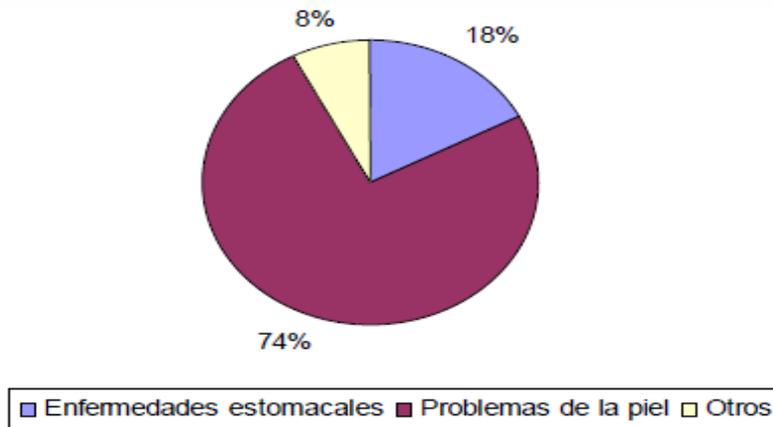


Imagen 3.15: Enfermedades más frecuentes en el Sector estudiado.

**Variable No.3:** Incremento de la contaminación en el río Pambay.

Los criterios de los jefes de Familias encuestados se muestran en la Imagen 3.16. De los mismos puede observarse que el 80% de las personas encuestadas coinciden en que en los últimos tiempos los niveles de contaminación del río Pambay se vienen incrementando, lo cual incide directamente en la contaminación del río Puyo al cual vierte sus aguas el Pambay. Todos los encuestados que identifican que la contaminación se incrementa paulatinamente, coinciden en que las familias residentes en el sector tienen una incidencia negativa en este fenómeno a través del mal manejo de los residuales que se realiza en esta zona, a las prácticas agropecuarias realizadas por los moradores del Sector, así como debido al turismo creciente que se practica en esta zona.

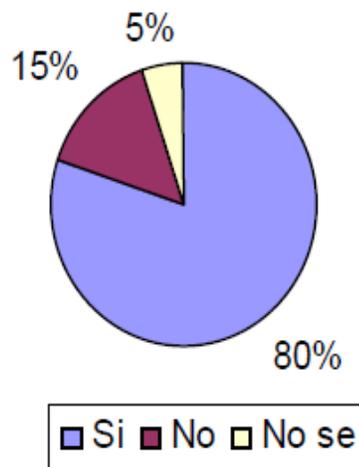
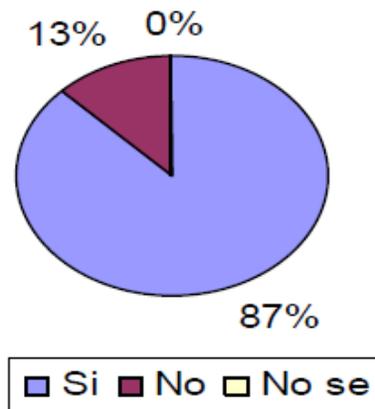


Imagen 3.16: Opiniones sobre el incremento de la contaminación en el río Pambay

**Variable No. 4:** Impacto positivo que generaría la implementación de un Programa de Educación Ambiental.

Los criterios sobre los beneficios de la implementación de un Programa de Educación Ambiental dirigido a elevar la cultura ambiental entre los moradores de la zona se muestran en la Imagen 3.17. Como se refleja en la representación gráfica, el 87% de los encuestados son del criterio que la implementación de un Programa de Educación Ambiental en el Sector tendría un impacto positivo a partir de que esta acción contribuiría a la elevación de la cultura ambiental en la población de la zona lo que redundaría directamente en la recuperación ambiental de la zona estudiada.



**Imagen 3.17:** Criterios sobre los beneficios de un Programa de Educación Ambiental a implementar en la zona

**Variable No. 5:** Vertido de las Aguas residuales al río Pambay

Las opiniones de los encuestados sobre el mal manejo de las aguas residuales y su vertimiento directo sin tratamiento al río Pambay se muestran en la Imagen 3.18. El 75% de las opiniones corroboran que las aguas residuales se vierten directamente y crudas al río Pambay. Esta situación emanó en el Diagnóstico ambiental realizado, donde se detectaron tuberías plásticas adosadas a los desagües de los albañales domésticos de las diferentes viviendas, los cuales vierten directamente al río. Este nivel de reconocimiento por parte de los moradores del Sector del vertido sin tratamiento alguno de las aguas residuales de sus viviendas hacia el río, corrobora lo detectado en el diagnóstico medioambiental, y es causa directa de la contaminación de las aguas del río Pambay así como del incremento de los niveles de contaminación de las aguas del río, Puyo, fundamentalmente por los indicadores de Coliformes totales y Fecales.

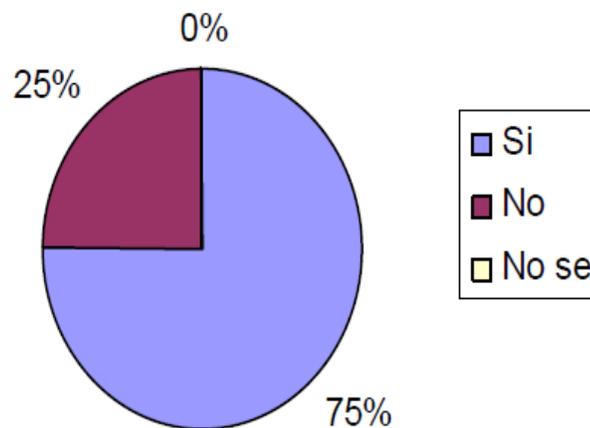


Imagen 3.18: Opiniones sobre el manejo de las aguas residuales en el área objeto de estudio.

**Variable No. 6:** Acciones realizadas para el tratamiento de las aguas residuales. En la Imagen 3.19 se presentan las opiniones de los Moradores del AOE encuestados referidas a la realización de acciones para el tratamiento de las aguas residuales tanto por parte de la población del área como por parte del Municipio. El 100% de los encuestados coinciden en señalar que nunca se han realizado acciones remediadoras en el Sector, y reconocen la importancia de implementarlas. En algunos casos ya se acometen la construcción de Fosas sépticas individuales o para dos o tres casas como sistemas de tratamiento. De generalizarse esta medida indiscutiblemente el efecto contaminador de la población decrecerá pero el área a utilizar para ello será muy grande pues serán decenas de Fosas a construir. La mejor solución sería la construcción de un sistema de tratamiento colectivo para todo el área, que pudiera tratar todas las aguas residuales generadas en esa área residencial y solo dejar la construcción de las Fosas sépticas para casos individuales que por la ubicación de la vivienda o de la instalación comercial, su desagües no puedan conectarse al drenaje colectivo a construir



**Imagen 3.19: Realización de acciones remediadoras para el tratamiento de las aguas residuales**

### 3.4 Análisis de los niveles de Contaminación de las aguas del río Pambay y del río Puyo.

La caracterización de los niveles de contaminación de las aguas del río Puyo así como de su afluente el río Pambay., a través de la medición de los Indicadores de contaminación seleccionados., se presentan en la Tabla 3.2.

**Tabla 3.2: Resultados de la caracterización de las aguas en los ríos Puyo y Pambay.**

Indicadores	Río Pambay	Río Puyo	
		Punto 2	Punto 3
DBO5 mg/l	2	3	10
DQO mg/l	8	11	18
Coliformes Totales UCF/100ml	3000	3300	6500
Coliformes Fecales UCF/100ml	2500	2700	4900
Turbiedad UTM	3.37	3.65	5.32
Oxígeno Disuelto mg/l	5.3	1	1.3

Fuente: Elaboración Propia



En el contenido de la Norma de Calidad de Agua del Ecuador., en el Acápite 4.1.2.4, en la Tabla 12: “Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce”, así como en las Tablas 6, 7, 8, 9 y 10, se presentan los límites máximos permisibles para la descargas de Efluentes en cuerpos de agua dulce y para diferentes usos de estos Efluentes y de las aguas de estos cuerpos superficiales. Para el caso de la DBO5 y la DQO los valores obtenidos en las muestras de agua del río Pambay están por debajo de los Límites máximos permisibles fijados en la Norma ecuatoriana. Con respecto a Coliformes Fecales, los valores superan el límite máximo fijado en la Norma de Calidad de agua, lo cual evidencia la descarga directa de los residuales domésticos de los moradores de la zona al río Pambay.

De forma general por el nivel de contaminación de las aguas de este río y tomando como punto de partida la Norma ecuatoriana, las mismas prácticamente son inutilizables, pues además de no ser aptas para el consumo humano, no pueden utilizarse con sus actuales niveles de contaminación ni para uso estético, para Fines recreativos ni para ningún tipo de actividades agrícolas.

Los Puntos 2 y 3 representan los lugares donde se tomaron las muestras de agua en el río Puyo, ambos ubicados a 15 metros aguas arriba y 15 metros aguas abajo del punto de desembocadura del río Pambay al Puyo. Como puede apreciarse de los resultados obtenidos, todos los Indicadores de contaminación se deterioran en el valor en el punto 3 con respecto al Punto 2. Esto es una clara muestra de la incidencia negativa de la contaminación de las aguas del Pambay, el cual actúa como una Fuente contaminante del río Puyo.

En este proceso de contaminación inciden elementos naturales como los sedimentos que arrastra el Pambay, pero los que más impactan en este proceso de contaminación son los elementos introducidos por el hombre como son las aguas residuales, Residuos sólidos urbanos y la materia vegetal, lodos y piedras arrastrados por el agua de las zonas deforestadas.

Al comparar la diferencia entre los Indicadores de contaminación en los Puntos 2 y 3 se tuvo en cuenta la variación de los mismos en cuanto al valor numérico, la cual es mucho más representativa para los casos de Coliformes Totales y Fecales, DBO, DQO y la turbiedad. No se aplicaron métodos estadísticos al no existir variabilidad pues por lo costoso de estos análisis el Autor no pudo financiar la réplica de estos resultados lo cual hubiera sido lo ideal para una adecuada comparación a fin de identificar si existen



diferencias significativas entre los resultados de ambos puntos de muestreo. No obstante lo señalado, los resultados no dejan de tener validez, ya que si se realizaran réplicas del experimento, como las condiciones contaminadoras se mantienen en la zona estudiada, el valor de los Indicadores de contaminación no debe diferir entre las réplicas, pudiéndose asumir que la dispersión de los resultados no debe ser muy significativa.

Al igual que para el caso de las aguas del río Pambay, los Indicadores de contaminación en los dos puntos de muestreo en el río Puyo están por debajo de los límites máximos permisibles fijados por la Norma ecuatoriana de Calidad de Agua, con la excepción de Coliformes Totales y Fecales los cuales son un indicador de la presencia de aguas residuales provenientes de las viviendas de esta y de otras zonas residenciales y centros comerciales ubicados en las márgenes de ambos ríos (Pambay y Puyo).

La Calidad de las aguas del río Puyo antes de recibir la descarga del río Pambay presenta un nivel de contaminación superior a las aguas del Pambay. Esto puede verse reflejado en los valores de los indicadores de contaminación que se presentan en la Tabla 3.2. Esto se explica por el significativo nivel de contaminación., fundamentalmente en cuanto presencia de Coliformes Fecales y Totales y a las concentraciones del Oxígeno Disuelto., asociado a las descargas de aguas residuales a este río provenientes del Barrio “Las Américas”, del Asentamiento poblacional del Km. 2½ de la Carretera al Tena y de instalaciones hoteleras como el Hostal “D`Marco” y otros, ubicados en las márgenes del río antes de esta zona.

Por la calidad del agua del río Puyo en sus dos puntos de muestreo, las mismas., al igual que las aguas del río Pambay., no podrán ser utilizadas ni para el Consumo humano, ni con fines recreativos, estéticos ni para usos agrícolas, teniendo en cuenta los indicadores de calidad fijados por la Norma ecuatoriana de Calidad de Agua..

Por la situación ambiental de la zona estudiada, en la cual se encuentran presentes fenómenos serios de deterioro ambiental como lo son la contaminación de las aguas de ambos ríos inhabilitándolas para los usos tradicionales que a las mismas se le daban, por el mal manejo de los residuales tanto líquidos como sólidos, así como por el nivel de deforestación y erosión de suelos presentes, se impone en este Sector la implementación de un Plan de Acciones integrales que permitan frenar el deterioro ambiental, así como recuperar los daños ocasionados al ecosistema y por sobre todo educar a los moradores de la zona para que con sus esfuerzos mancomunados contribuyan a solucionar los



problemas y a mantener en perfecta armonía el entorno, utilizándolo pero preservándolo bajo las prácticas de la sostenibilidad.

### **3.5 Plan de Acciones para mitigar el deterioro ambiental en la zona estudiada.**

Tomando como base los resultados del diagnóstico ambiental al AOE, las opiniones vertidas por los Moradores del Sector en la encuesta aplicada, así como los resultados de los análisis de calidad de agua en los ríos Pambay y Puyo, se presenta a continuación un Plan de Acciones dirigidas a frenar el deterioro ambiental presente en la zona, así como a recuperar los daños provocados al ecosistema por el incorrecto proceder del hombre, no solo los habitantes del Sector, si no por parte de los Turistas que a diario visitan el área con fines recreativos.

En la Tabla 3.3 se muestra el Plan de Acciones para la rehabilitación de la zona estudiada. Este Plan se presenta desglosado en acciones específicas que responden a la mitigación de cada problema ambiental detectado en el Diagnóstico, así como acciones generales dirigidas a la capacitación de los Moradores y comerciantes radicados en la zona y que tienen como finalidad elevar la cultura ambiental en función de la preservación y la Sostenibilidad del ecosistema en el Sector.



Tabla 3.3: Plan de Acciones dirigidas a la Rehabilitación del Área Objeto de

Estudio (AOE)

PROBLEMAS AMBIENTALES	ACCIONES PROPUESTAS	RESULTADOS ESPERADOS
Presencia de micro vertederos de Residuos Sólidos.	<ol style="list-style-type: none"><li>1.- Creación de puntos de depósito y recogida de RSU en sitios seleccionados al efecto, donde se colocarán Tanques colectores de diferentes colores para garantizar el depósito de los Residuos ya preclasificados por tipo de residuo.</li><li>2.- Incrementar la frecuencia a 3 veces por semana como mínimo en el AOE para la recogida de RSU por parte de los Camiones colectores del Municipio</li><li>3.- Capacitar a los habitantes del lugar en el Programa de Reciclaje de los RSU por parte de las autoridades competentes</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1.- Eliminar los Micro vertederos y la Proliferación de Vectores trasmisores de enfermedades en el Sector.</li><li>2.- Evitar el vertido de los RSU directamente a los ríos por parte de los pobladores de la zona y de los Turistas que la visitan.</li><li>3.- Adecuado reciclaje de los RSU de forma tal que se permita el reaprovechamiento de estos como Materia Prima.</li></ol>
Descargas de aguas residuales al río Pambay.	<ol style="list-style-type: none"><li>1.- Construcción de un sistema de Alcantarillado a cielo abierto para las aguas pluviales y soterrado para las aguas residuales.</li><li>2.- Construcción de un sistema de tratamiento de residuales colectivo para el asentamiento poblacional (Reactor de Flujo Ascendente, con Sedimentador y Pozo de infiltración asociados) y construcción de Fosas Sépticas para aquellas viviendas ubicadas en zonas donde no llegue el sistema de Alcantarillado.</li><li>3.- Implementación de un sistema de monitoreo para evitar las descargas de residuales sin tratamiento al río una vez implementados los STR.</li></ol>	Disminuir el nivel de contaminación del río Pambay, a partir de mitigar el efecto contaminador de las aguas residuales provenientes de las viviendas y los centros comerciales ubicados en la zona. Con ello se disminuirán los niveles de contaminación del río Puyo aguas debajo de las descargas del río Pambay.



<p>Impactos negativos del Turismo en la zona estudiada.</p>	<p>1.- Señalización de la zona fundamentalmente con prohibiciones de acciones contaminadoras. 2.- Charlas de Educación Ambiental a los turistas así como a los moradores del sector. 3.- Implementación de la Figura del Guardabosques como personal de protección en el AOE por parte de las Autoridades competentes.</p>	<p>1.- Frenar el deterioro ambiental provocado por la presencia de Turistas en la zona. 2.- Lograr prácticas de Turismo sostenible en el AOE.</p>
<p>La Deforestación y Erosión de los Suelos.</p>	<p>1.- Creación de un vivero especializado, atendido por los propios moradores de la zona con especies autóctonas del lugar. 2.- Creación de Bancos para la producción de Biofertilizantes atendidos por los vecinos del lugar, para recuperar la capa vegetal en los sitios con suelos dañados y frenar la erosión y recuperar la fertilidad de estos suelos. 3.- Reforestar paulatinamente la zona con especies madereras y frutales autóctonos de la zona. 4.- Regular las prácticas agrícolas y la Crianza de animales de Cerdos y Reses en el Sector. 5.- Montaje de STR para las Chancheras que permanezcan en la zona a fin de evitar los malos olores y los vertidos de los residuales que las mismas generan al río. 6.- Regular la construcción de senderos peatonales en el área, y solo construir aquellos que sean aprobados por las autoridades competentes. 7.- Regular la construcción de Viviendas y de centros comerciales en las márgenes de ambos ríos.</p>	<p>1.- Frenar los procesos de Deforestación y de Erosión de suelos presentes en la zona. 2.- Reforestar el Sector de forma tal que se recuperen al máximo posible sus anteriores características. 3.- Disminuir los niveles de contaminación en ambos ríos producto al arrastre de tierra, lodos, piedras y residuos forestales y vegetales, por las frecuentes lluvias que ocurren en esta zona.</p>



Insuficiente Cultura Ambiental entre los moradores y Comerciantes de la zona.	1.- Implementar un Programa de Educación Ambiental dirigido a los pobladores y comerciantes radicados en el AOE que abarque entre otros los siguientes temas: <ul style="list-style-type: none"><li>• Contaminación Ambiental</li><li>• Turismo y Medio Ambiente</li><li>• Manejo y Tratamiento de Aguas residuales líquidos y de RSU</li><li>• Deforestación y Reforestación</li><li>• Calidad de Agua y sus usos</li></ul>	1.- Elevación de la Cultura Ambiental entre los moradores del Sector y los Comerciantes radicados en el mismo de forma tal que mancomunadamente trabajen para recuperar y preservar las condiciones ambientales del mismo.
---	--	--

Fuente: Elaboración Propia

Las acciones presentadas en este Plan, son acciones que tradicionalmente se implementan para la solución de problemas de la índole de los presentes en el área estudiada en la presente investigación, por lo que la eficiencia de las mismas ha sido probada en innumerables ocasiones en diferentes países y en sitios con iguales y con diferentes características que las de esta AOE, por lo que de ser implementado este Plan en su conjunto, indudablemente se podrá mitigar el proceso de deterioro presente y se podrán ir recuperando paulatinamente los daños ocasionados a ambos ríos y a los ecosistemas a ellos asociados



## **CONCLUSIONES.**

De los resultados obtenidos en la presente investigación se arriban a las siguientes Conclusiones:

- La construcción de Asentamientos poblacionales en las márgenes de los ríos máxime cuando no cuentan con la infraestructura de servicios adecuada, como lo es, Red de Alcantarillado, Sistema de Tratamiento de Residuales, Sistema de Recolección y Disposición de Residuos Sólidos Urbanos, acompañados de una deficiente Educación Ambiental de sus Moradores, se convierte en una potencial fuente contaminante para la calidad de las aguas de estas corrientes fluviales.
- Los principales problemas ambientales presentes en el área estudiada lo son el Vertido de Aguas residuales sin tratamiento al río Pambay, la Deforestación, el mal Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos, la Erosión de los Suelos y la insuficiente Cultura ambiental de los moradores de este Sector, los cuales constituyen elementos que inciden directamente en el deterioro de la Calidad de las Aguas de los ríos Pambay y Puyo.
- El Asentamiento poblacional del Barrio “Simón Bolívar” a través de sus moradores y su acción contaminadora, tienen una marcada influencia en el deterioro ambiental de la zona estudiada.
- La actividad turística influye negativamente en el estado ambiental de la zona objeto de estudio, fundamentalmente en la contaminación del río Puyo, en la creación de micro vertederos y en la Deforestación de sus márgenes.
- La implementación del Plan de Acciones propuesto, influirá positivamente en la mitigación del deterioro ambiental en esta área y contribuirá a la recuperación de la calidad de las aguas de ambos ríos y de los ecosistemas asociados a ambos



## RECOMENDACIONES

A partir del rigor y validez de los resultados de la presente investigación, se Recomienda lo siguiente:

- Implementar por las Autoridades competentes el Plan de Acciones propuesto en la presente investigación, el cual está dirigido a mitigar el deterioro ambiental en la zona estudiada y a restaurar el daño ambiental ocasionado a la misma por el mal accionar del Hombre.
- Hacer extensivo este Plan de Acciones a otras zonas donde existan Asentamientos poblacionales con características y problemas similares a las presentes en el Barrio “Simón Bolívar” de la Ciudad Puyo.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Aznar, José: (2002). "Recursos Mundiales, la Gente y los Ecosistemas". Publicado por Eco-España, ISBN 8493217611, 9788493217617. 407 páginas.
2. Bies y Michelini. (1999). "Contaminación del Agua". Disponible en <http://www.wikipedia.com>. Consultado 8 de Diciembre 2008.
3. Bautista C.(2003): illustrated Publicado por Mundi-Prensa Libros, 2003 ISBN 8484761231, 9788484761235 360 páginas
4. Bros, Marialba. (2005). "La Consecuencias de Contaminación del Agua. <http://html.rincondelvago.com/la-conse-cont-del-agua.html>.
5. Berón L. (2005) Diario Oficial de la Unión Europea <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2006:092E:0077:0078:ES:P DF>.
6. Calero, A. (2003) Estadística III. Editorial Félix Varela, Ciudad Habana, Cuba. p. 61
7. Chávez M. (2007). "Usos y Abusos del Agua". Del recurso agua. Ciencias eneromarzo número 085. Universidad nacional autónoma de México. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp=64408505>
8. Da Ros G. (2002): "La Contaminación de Aguas": Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Instituto de Investigaciones Edition: illustrated Publicado por Editorial Abya Yala, 2002 ISBN 9978041095, 9789978041093 251 páginas.
9. Evans T. (2002). "Los Controles de Protección Ambiental". Disponible. [http:// www.Chubut.gov.ar](http://www.Chubut.gov.ar). Consultado Diciembre 8 2008
10. Enciclopedia Microsoft Encarta 2000.



11. González Quintana, P. (2002): "Tratamiento de aguas residuales". Wikipedia, la Enciclopedia libre. [http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento\\_de\\_aguas\\_residuales](http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_aguas_residuales).
12. Gómez Adela (2004) "Microorganismos patógenos" disponible en: [http://www.eureka.ya..com/ecosio/micr\\_patog.htm](http://www.eureka.ya..com/ecosio/micr_patog.htm).
13. Echarri L. (1998) "Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente", disponible en <http://www.tecnun.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/00General/Principal.html>
14. Metcalf J. (2001) Eddy, Inc. Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, vertido y reutilización. McGraw-Hill
15. Morea, L. (2005). "Contaminación del Agua". Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos/contamagua/contamagua.shtml>
16. Murillo M. (2000) "Contaminación Térmica", publicado en Sol y Luna 6:14 disponible en [www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/ContamTerm.htm](http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/ContamTerm.htm)
17. Mejía E.(2005): "Evaluación de la calidad de aguas" disponible en [http://www.ine.gob.mx/emapas/download/lch\\_calidad\\_del\\_agua.pdf](http://www.ine.gob.mx/emapas/download/lch_calidad_del_agua.pdf)
18. Nemerow, L publicado por Ediciones Díaz de Santos, 1998. ISBN 847978310, 978847978.
19. Organización Mundial de la Salud (OMS) 2002
20. Ramírez M. (2004), C.F. "Contaminación del agua dulce y consecuencias ". Alhambra. Madrid, 2004.
21. Spencer L. et, al (2006) Chemistry for Today: general, organic, and biochemistry. Thomson Brooks/Cole page. 342. ISBN 053439969X



- 22.** Sánchez, Rita (2004) “Consecuencia Contaminación” Universidad de Castilla – la Mancha Facultad de Ciencias Sociales de Cuenca: Disponible en [www.ucm.es/info/ec/jec7/pdf/com1-12.pdf](http://www.ucm.es/info/ec/jec7/pdf/com1-12.pdf).
- 23.** Torres Ivette (2005):”Química Ambiental. Sedimentos y Materiales Suspendidos. Disponible” en: [http://www.pucpr.edu/facultad/itorres/quimica\\_ambiental/Contaminantesdelagua2.pdf](http://www.pucpr.edu/facultad/itorres/quimica_ambiental/Contaminantesdelagua2.pdf). Consultada Marzo 2009
- 24.** Tyler et, al (2007) “Ciencia Ambiental”: Desarrollo sostenible, Edition: 8 Publicado por Cengage Learning Editores, 2007 ISBN 9706867805, 9789706867803 388 páginas
- 25.** Universidad técnica de Campeche. (2004).Crecimiento poblacional y la influencia en la contaminación de las aguas. Diciembre 2008. <http://www.cenecam.gob.mx/subley06.htm>
- 26.** Urbietta, Jissel (2000). Contaminación y Purificación del Agua. Disponible en <http://www1.monografias.com/trabajos12/conpurif.shtmlla-purificacion-del-agua.html>
- 27.** Urquidi et, al (2000) Crecimiento de la Población y Cambio Climático ISBN 9681200403, 9789681200404 391 páginas.
- 28.** “Salud, seguridad y medio ambiente en la industria”. Fuente:”Estrucplan” On Line. Disponible en <http://www.estrucplan.com.ar>