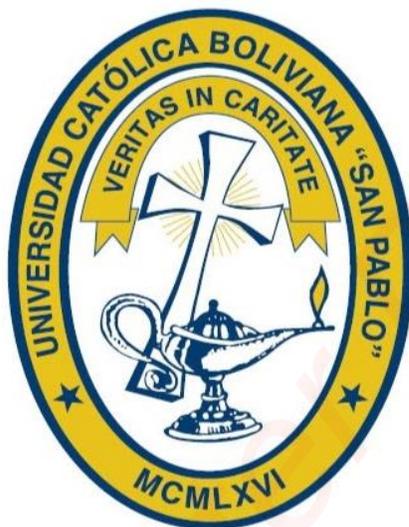


**UNIVERSIDAD CATÓLICA BOLIVIANA “SAN PABLO”**

**UNIDAD ACADÉMICA TARIJA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**“ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DEL LAGO  
SAN JACINTO DE TARIJA”**

**Postulante: KAREN VALERIA GUTIÉRREZ SEGOVIA**

**Profesor Guía: ING. NINOSKA MEDRANO**

**Proyecto de Grado presentado a consideración de la Universidad Católica Boliviana “San Pablo”, como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en INGENIERÍA AMBIENTAL**

Tarija – Bolivia  
2015

ÍNDICE  
CAPÍTULO I  
ANÁLISIS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	2
1.5. HIPÓTESIS	3
1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.6.1. Objetivo general	3
1.6.2. Objetivos específicos	3
1.7. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.8. JUSTIFICACIÓN	3

CAPÍTULO II  
MARCO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO HISTÓRICO	5
2.2. MARCO REFERENCIAL	10
2.2.1. ASPECTOS ESPACIALES	10
2.2.1.1. Ubicación Geográfica	10
2.2.1.2. Latitud y longitud	11
2.2.1.3. Límites territoriales	11
2.2.1.4. Uso y Ocupación del Territorio	12
2.2.2. ASPECTOS FÍSICO – NATURALES	12
2.2.2.1. Clima	12
2.2.2.2. Temperatura	12
2.2.2.3. Precipitación	12
2.2.2.4. Humedad relativa	13
2.2.2.5. Vientos	13
2.2.2.6. Altitudes	13
2.2.2.7. Fisiografía	13
2.2.2.8. Suelos	14
2.2.2.9. Recursos Hídricos	15
2.2.2.10. Flora	16
2.2.2.11. Fauna	16
2.2.3. ASPECTOS SOCIO – ECONÓMICOS	17
2.2.3.1. Características demográficas	17
2.2.3.2. Características económicas	18
2.3. MARCO LEGAL	19
2.3.1. Constitución Política del Estado (C.P.E.)	19
2.3.2. Ley del Medio Ambiente N° 1333	20
2.3.3. Reglamento General de Gestión Ambiental (RGGA)	21
2.3.4. Reglamento de Prevención y Control Ambiental (RPCA)	21
2.3.5. Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos (RGRS)	21
2.3.6. Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH)	21
2.4. MARCO TEÓRICO	23
2.4.1. Generalidades	23
2.4.2. Contaminación ambiental	23
2.4.3. Contaminación del agua	23
2.4.3.1. El proceso de eutrofización	24
2.4.3.1.1. Causas de la eutrofización	24
2.4.3.1.2. Efectos de la eutrofización	27
2.4.4. Contaminación del suelo	28
2.4.4.1. Erosión del suelo	28

2.4.4.2. Degradación paisajística	28
2.4.4.3. Pérdida de valor del suelo	29
2.4.5. Contaminación del aire	29
2.4.5.1. El efecto invernadero	29
2.4.5.2. La lluvia ácida	29
2.4.6. Contaminantes ambientales	29
2.4.6.1. Agricultura: fertilizantes, plaguicidas y herbicidas	29
2.4.6.2. Vertido de residuos sólidos urbanos	30
2.4.6.3. Mal manejo de excretas	31
2.4.6.4. Agua residuales	31
2.4.6.4.1. Principales contaminantes de las aguas residuales	32
2.4.6.4.2. Características de las aguas residuales	33
2.5. MARCO CONCEPTUAL	34
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO	
3.1. DISEÑO DEL ESTUDIO	44
3.2. UNIVERSO DE TRABAJO Y MUESTRA	44
3.3. INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	44
3.4. DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	45
3.5. DISEÑO TÉCNICO Y METODOLÓGICO PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	45
CAPÍTULO IV DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	
4.1. ASPECTOS AMBIENTALES DEL LAGO SAN JACINTO	47
4.2. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DEL LAGO SAN JACINTO	64
4.2.1. MANEJO DE EXCRETAS	65
4.2.2. GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	69
4.2.3. MANEJO DEL USO DE PESTICIDAS Y FERTILIZANTES	72
4.2.4. CALIDAD DEL AGUA	74
4.2.4.1. COMPARACIÓN DE ANÁLISIS EN ÉPOCA SECA Y LLUVIOSA	84
CAPÍTULO V DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	
5.1. PROPUESTA A LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DEL LAGO SAN JACINTO	100
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1. CONCLUSIONES	110
6.2. RECOMENDACIONES	111
BIBLIOGRAFÍA	112
ANEXOS	
ANEXO A. Objetivos, actividades, técnicas e instrumentos	114
ANEXO B. Resumen de los resultados del análisis de agua de todos los puntos comparado con la LMA 1333	
ANEXO C. Encuestas	
ANEXO D. Entrevistas	

## **CAPÍTULO I**

### **ANÁLISIS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. INTRODUCCIÓN**

Las sociedades modernas vierten gran cantidad de desechos a los lagos, y esto produce una serie de efectos denominados “contaminación”, tales efectos se consideran indeseables. Sin embargo, se sigue haciendo fluir a los lagos una serie de contaminantes que generalmente provienen de los asentamientos poblacionales que los rodean y de sus múltiples actividades (agrícolas, industriales, comerciales, turísticas, etc.). Los vertidos humanos aceleran el proceso hasta convertirlo, muchas veces, en un grave problema de contaminación.

El agua no es un bien ilimitado, por lo tanto al contaminarla nos estamos perjudicando a nosotros mismos. Por esta razón controlar la contaminación de las aguas es uno de los factores más importantes para la continuidad del equilibrio entre el hombre y el medio en el cual vive y la prevención, reducción y eliminación de los contaminantes de esta agua es una necesidad prioritaria en la actualidad.

La represa de San Jacinto fue construida a principio de la década de los 80, cuyos objetivos fueron almacenar y suministrar agua para consumo humano, riego para la expansión de las actividades agrícolas e industriales, generación de energía eléctrica, controlar la erosión, promover el turismo y el deporte.

La presente investigación consiste en desarrollar un análisis de gestión ambiental al lago San Jacinto, con la finalidad de determinar su contaminación ambiental.

#### **1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Cuando la represa de San Jacinto fue construida uno de los principales objetivos por el cual fue creada, fue el de almacenar y suministrar agua para riego, y para consumo

humano, este último se llevó a cabo, por un corto tiempo; al transcurrir los años este objetivo no se pudo concretar debido a la disminución de la calidad del agua demostrado a través de estudios realizados el año 2006 por la UNAM.

Se desconoce cuál es la principal causa de contaminación; en los alrededores se practican actividades agropecuarias, además que es un lugar turístico y debido a la afluencia constante de gente se genera una importante cantidad de residuos que son potencialmente contaminantes para la fuente de agua; no se debe dejar de lado que el crecimiento de viviendas en los alrededores del lago, el cual ha sido exponencial en los últimos años, de igual manera se debe tomar en cuenta el incremento de la actividad comercial como son los locales de venta de comida.

No se realizaron estudios recientes sobre la calidad del agua del Lago San Jacinto, lo que da lugar a una serie de especulaciones de parte de la ciudadanía limitando los posibles usos que se puede dar al líquido elemento

### **1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Se practican actividades agropecuarias en los alrededores del lago San Jacinto, que trae consigo el uso de pesticidas, fertilizantes, etc.; las actividades turísticas por la afluencia de gente, genera una gran cantidad de residuos sólidos, la inexistencia de baños públicos en las casetas de comidas y el crecimiento exponencial de viviendas en los alrededores del lago que no cuentan con conexiones de alcantarillado sanitario, inciden en el problema.

### **1.4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Un estudio de los factores de la Gestión Ambiental del Lago San Jacinto podrá determinar, si las actividades de los alrededores afectan a su contaminación ambiental?

## **1.5. HIPÓTESIS**

El estudio de los factores de la Gestión Ambiental determinará, si las actividades que se desarrollan en los alrededores afectan a la contaminación ambiental del Lago San Jacinto.

## **1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.6.1. Objetivo general**

Determinar la contaminación de los factores ambientales del Lago San Jacinto.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- Conocer la situación ambiental actual del Lago San Jacinto.
- Evaluar el manejo de excretas y gestión de residuos sólidos en el lago San Jacinto.
- Evaluar las características físicas, químicas y biológicas de las aguas del Lago San Jacinto.

## **1.7. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El ámbito de estudio, se efectuó en el municipio de Cercado, en la cuenca hidrográfica del río Tolomosa, específicamente en el lago San Jacinto y sus alrededores. Se tomarán en cuenta los principales factores ambientales: Agua, suelo, aire.

Se analizaron las diversas actividades que se llevan a cabo en los alrededores del lago y si estas afectan o no en la contaminación del mismo y de qué manera lo hacen.

La investigación se desarrolló en el periodo comprendido entre los meses de abril y octubre, de la gestión 2015.

## **1.8. JUSTIFICACIÓN**

El lago San Jacinto es considerado como uno de los iconos de la ciudad de Tarija, por ello es un lugar de visita obligatoria de los turistas; un aspecto importante para potenciarlo o disminuirlo radica en la belleza escénica y condiciones del lugar, ambos

aspectos directamente relacionados a la situación y calidad ambiental. La actividad turística en el lago San Jacinto se constituye en una de las actividades económicas más importantes en términos de ingresos para las personas de la zona.

El desarrollo de un análisis de gestión ambiental al lago San Jacinto, busca contribuir en la problemática de la contaminación ambiental que sufre el lago, para que de esta manera se tomen acciones inmediatas y así se eviten futuros problemas, además de favorecer a la calidad de vida de las personas, aumentar los usos que se le da al agua y mejorar las características del agua que es destinada para el riego de terrenos agrícolas optimizando la calidad de sus productos.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1. MARCO HISTÓRICO**

El agua siempre ha constituido un recurso vital para el hombre, al principio solo como bebida, más tarde para lavar y también para el regadío.

Los problemas para la eliminación de los residuos urbanos se agravan fundamentalmente al ir creciendo los núcleos de población y no disponer de sistemas de recogida ni de lugares adecuados para su almacenamiento. De igual manera, el inadecuado manejo de excretas humanas se convirtió en un importante factor de contaminación del suelo y del agua, y una fuente de enfermedades infecciosas para los humanos.

Desde el Paleolítico, el hombre ha producido residuos, la especie humana ha explotado los diversos recursos que la naturaleza ha puesto a su alcance.

La huella que sus actividades dejaron en la naturaleza, fue muy superficial, ya que los residuos generados se empezaron a depositar en el entorno, aunque por su carácter de fácil asimilación, descomposición, fácilmente reciclable (la madera, el cuero, y las fibras textiles naturales, algodón y lana, escasamente hierro, cerámica, yeso, cal, etc.) y por su escasa cantidad, no presentaban problemas y se integraban perfectamente en el ciclo de la naturaleza.

En la era de la industrialización masiva de las sociedades desarrolladas es cuando el problema empieza a tomar proporciones críticas y a generar un gravísimo impacto en el medio ambiente.

Actualmente existe una variedad mucho más amplia de sustancias contaminantes que enturbian las fuentes mundiales de suministro de agua. Durante la mayor parte de la historia de la humanidad, la contaminación acuática ha sido principalmente biológica, ocasionada sobre todo por los desechos humanos y animales. Sin embargo, la

industrialización introdujo un número incontable de sustancias químicas en las aguas del planeta, agravando así los problemas de la contaminación por vertimientos de líquidos y sólidos de las industrias, fábricas, etc.

Un río, un lago o un embalse sufren eutrofización cuando sus aguas se enriquecen en nutrientes (Fósforo y Nitrógeno) originando el crecimiento de las algas. 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, dándoles un aspecto nauseabundo y disminuyendo drásticamente su calidad.

La eutrofización puede ser el resultado de un proceso natural que tiene lugar muy lentamente y suele desarrollarse durante siglos. Por otro lado, puede ser un proceso inducido por el hombre y en este caso es un proceso rápido y descontrolado que tiene lugar en una escala de tiempo que corresponde con lustros o décadas.

***Las principales fuentes de eutrofización de origen humano son los vertidos urbanos, ganaderos y agrícolas.***

Más de la mitad de los lagos de Asia y Europa, el 40% de los lagos de América del Sur y el 28% de los lagos de Norte América sufren procesos más o menos graves de eutrofización. En el caso concreto de España con más de mil embalses, el problema es muy grave, pues el 70% de los mismos presentan distintos grados, algunos muy altos, de eutrofización. El agua más deteriorada en este sentido corresponde a los embalses de las cuencas de los ríos del Norte, Tajo, Guadiana y Guadalquivir y, en general los embalses con mayor grado de eutrofización son los que se encuentran en los tramos bajos de los ríos principales, después de pasar las grandes áreas urbanas. El mar Mediterráneo también presenta algunas zonas costeras con signos de eutrofización. (Valderrama, 2013)

En Bolivia los casos más representativos del proceso de eutrofización son el lago Titicaca y la laguna Alalay.

En el lago Titicaca el aspecto común de las distintas fuentes de contaminación presentes, es el aporte de nutrientes orgánicos al agua. El constante ingreso de nutrientes a los sistemas lénticos va generando progresivamente un excedente de nutrientes, que da origen a un proceso eutrófico, cuyos efectos negativos sobre la biodiversidad son ampliamente conocidos a nivel mundial existiendo también bastantes datos para el lago Titicaca. (Fontúrbel, 2010)

La contaminación de la cuenca Katari y la bahía de Cohana se encuentra en una zona formada por cinco municipios paceños (El Alto, Viacha, Laja, Pucarani y Puerto Pérez) cuyas descargas de aguas servidas, residuos sólidos, desechos mineros y ganaderos afectan al ecosistema del Lago Menor del Titicaca, según la auditoría ambiental de la Contraloría General del Estado. (Galindo, 2015)

En la laguna Alalay, la Alcaldía de Cochabamba realizó estudios que identificaron dos factores principales que contaminaban las aguas de la laguna. Los desechos de aguas químicas que vertían las fábricas clandestinas de jeans y las conexiones clandestinas de alcantarillas cuyas aguas se mezclaban con el caudal principal.

La presencia de estos elementos ocasionaba la proliferación de macrófitas que a la vez impedían la oxigenación de las aguas ocasionando daños ambientales.

Las macrófitas son necesarias para mantener el hábitat natural de la laguna (preservar el caudal de agua y las especies piscícolas que habitan en el lugar) pero se debe controlar la cantidad y evitar que proliferen.

Para este fin, se instalaron oxigenadores de aire y, por otra, personal subcontratado de la Alcaldía trabaja permanentemente en la extracción de las macrófitas que son innecesarias. (Laguna Alalay registra cero niveles de contaminación, 2014)

En Tarija, en el lago San Jacinto el año 2.006 se realizó el “Diagnóstico de la Calidad del Agua, Sedimentos, Jacintos y Peces del Lago San Jacinto”, encargado por el Laboratorio de Proyectos Ambientales de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), denominado “Informe de la UNAM”.

El muestreo de agua fue realizado en diferentes sitios de la represa, ríos Tolomosa, Tolomosita y Mena, así como en la entrada y salida de la planta de potabilización de San Jacinto. La campaña de muestreo fue desarrollada en los meses de Enero y Febrero del 2006, durante el periodo lluvioso.

Los resultados obtenidos concluyeron que no existe contaminación de plaguicidas en la represa, los niveles de plomo sobrepasan las normas nacionales e internacionales para agua potable, los niveles de coliformes fecales NMPCF, están alrededor de los límites permisibles por el RMCH para agua de Clase A<sup>1</sup>, pero mucho mayores, a los valores guías por la NB512 para agua potable. (UNAM, 2006)

Así mismo frente a estos resultados, el año 2010 se formó la Comisión Interinstitucional formada por la Cooperativa de Servicios de Agua y Alcantarillado Tarija (Cosaalt), el Proyecto Múltiple San Jacinto (P.M.S.J.) y la Universidad Mayor San Simón (U.M.S.S.), a partir de ello, se realizó un estudio para analizar la contaminación del lago; tras el análisis de dos muestras de agua que fueron procesadas por la Universidad Mayor San Simón (UMSS), de la ciudad de Cochabamba, se estableció que los niveles de contaminación de la represa de San Jacinto bajaron, desvirtuando el estudio de la UNAM, y se concluyó que el agua era apta para el riego y consumo humano. (Luksic, 2011)

Tras más de 25 años de funcionamiento de la represa de San Jacinto, existen problemas visibles, la contaminación del agua y sedimentación del lago son los más preocupantes según indican los viticultores que desde la pasada gestión vienen reclamando soluciones, en busca de que el lago esté en condiciones óptimas y no se continúe contaminando. (Salomón, 2015)

---

<sup>1</sup> CLASE “A”: Aguas naturales de máxima calidad, que las habilita como agua potable para consumo humano sin ningún tratamiento previo, o con simple desinfección bacteriológica en los casos necesarios verificados por laboratorio.

Hasta hace 9 años atrás el P.M.S.J. contaba con una Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), pero el año 2006 después de 10 años de funcionamiento suspendió su trabajo debido a los resultados del análisis de agua realizado por la UNAM ese mismo año, ya que el análisis concluyó que existía la presencia de contaminantes como metales pesados (Pb), lo cual puso en alerta a la población que era beneficiaria de dicho recurso hídrico.

Es evidente que se realizaron análisis para identificar la calidad del agua del Lago San Jacinto, sin embargo, no se desarrollaron propuestas de soluciones que coadyuven a la mejora de las condiciones ambientales de la represa. No se dio ningún tipo de tratamiento para mejorar las características físicas, químicas, ni biológicas del agua del Lago San Jacinto.

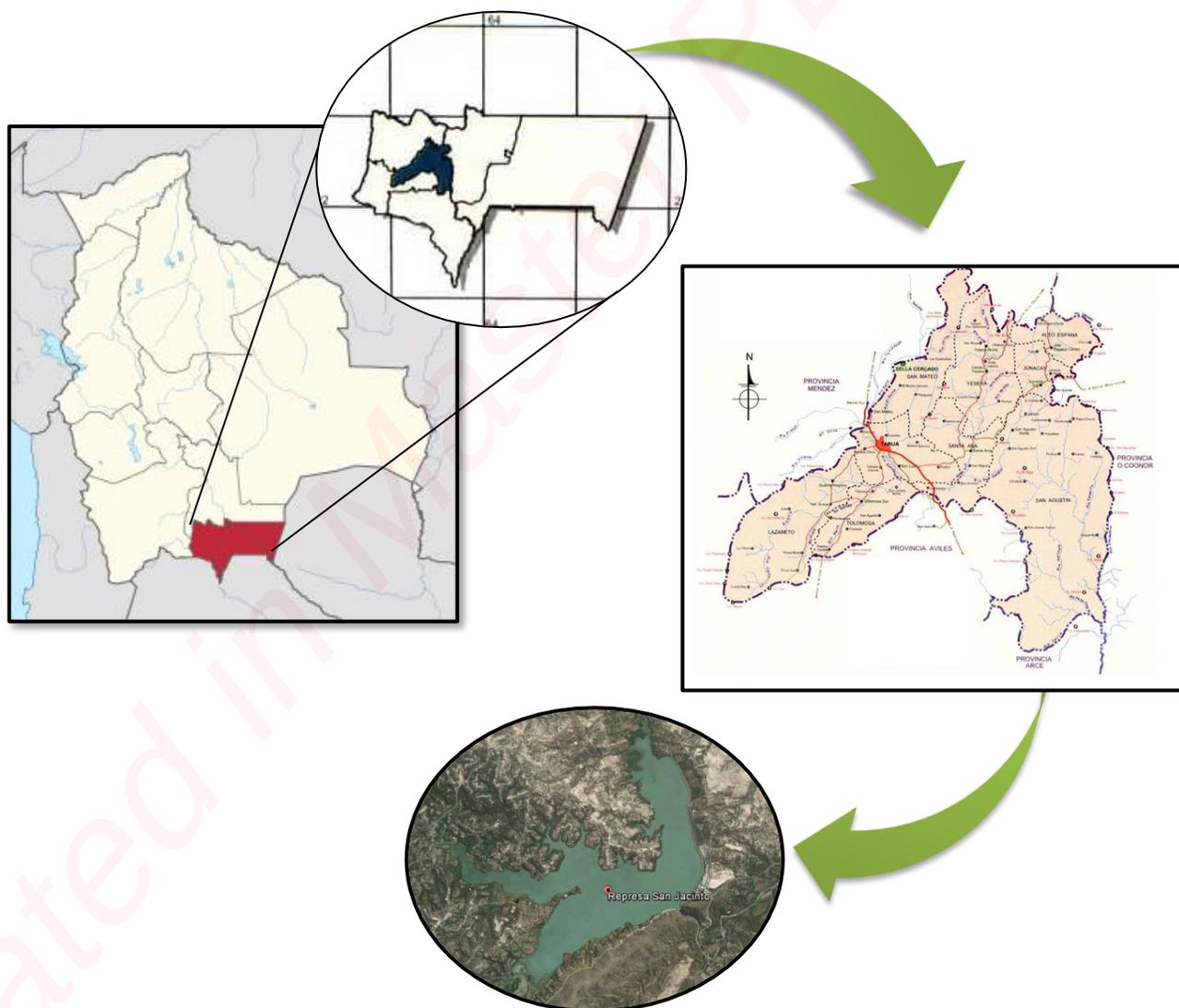
## 2.2. MARCO REFERENCIAL

Los siguientes datos a excepción de los que indican lo contrario, fueron extraídos del Plan de Desarrollo Municipal de Tarija 2010-2014:

### 2.2.1. ASPECTOS ESPACIALES

#### 2.2.1.1. Ubicación Geográfica

El lago San Jacinto se encuentra ubicado en la cuenca hidrográfica del río de Tolomosa, ubicada en el sur de Bolivia, en el sector occidental del departamento de Tarija, en la provincia Cercado y municipio de Cercado.



### 2.2.1.2. Latitud y longitud

El lago San Jacinto se encuentra entre las siguientes coordenadas:

**Tabla 2.1. Coordenadas de ubicación del L.S.J.**

	<b>Mínima</b>	<b>Máxima</b>
<b>Latitud</b>	21° 34' 22.50" S	21° 36' 46.78" S
<b>Longitud</b>	64° 45' 49.81" O	64° 43' 21.53" O

*Fuente: Elaboración propia*

### 2.2.1.3. Límites territoriales

El lago San Jacinto limita al Norte con la comunidad de Tolomosita Oeste, al Este con Tablada Grande, al Oeste con Tolomosa y al Sur con la comunidad de Tolomosita Sud.

**Figura 2.1. Límites territoriales del Lago San Jacinto**



*Fuente: Google Maps*

#### **2.2.1.4. Uso y Ocupación del Territorio**

El principal uso que se le da a la tierra es la práctica de la agricultura y sobrepastoreo de la ganadería bovina, ovina y caprina.

Los principales cultivos son la papa, maíz, arveja y cebolla, aunque también se cultiva maní, haba y zanahoria.

### **2.2.2. ASPECTOS FÍSICO – NATURALES**

#### **2.2.2.1. Clima**

De acuerdo a la clasificación climática realizada para el PMOT, presenta un clima templado semiárido.

Las condiciones macro climáticas se caracterizan por su marcada estacionalidad de las precipitaciones pluviales, determinando dos periodos con alto contraste, el húmedo o lluvioso de noviembre a abril y el seco de mayo a octubre.

#### **2.2.2.2. Temperatura**

La temperatura media anual es de 17,4 °C, la máxima media de 25,5 °C, mínima media de 9,4 °C, mientras que la temperatura máxima extrema alcanzó los 39,4 °C y la mínima extrema fue de -10.0° C.

#### **2.2.2.3. Precipitación**

La precipitación anual varía desde los 800mm a 900mm, con oscilaciones que varían hasta alcanzar los 1.251,2 mm por año en Calderillas de la subcuenca del río Tolomosa, presentando un déficit hídrico desde abril a noviembre aproximadamente.

#### **2.2.2.4. Humedad relativa**

La humedad relativa califica de moderada, con un promedio de 62%, sobrepasando el 60% durante los meses de diciembre a abril. Una de las características interesantes con respecto a la humedad es la presencia de masas de aire húmedo y frío (surazos) en algunos días de la estación de invierno que acompañados de vientos, dan origen a una sensación térmica diferente a la observada en los termómetros.

La humedad en la cuenca Tolomosa es apropiada para ciertos cultivos agrícolas, regulando la evaporación del suelo y no sufra de déficit hídrico la producción.

#### **2.2.2.5. Vientos**

Se presenta vientos débiles a moderados de dirección variable de origen local, el régimen normal de vientos está determinado por el ingreso de masas de aire denso a través de la fractura geológica de la Angostura, razón por la cual, la intensidad, así como la dirección predominante se modifica al distribirse tanto hacia el norte como al sur de este punto de referencia.

#### **2.2.2.6. Altitudes**

El lago San Jacinto presenta altitudes variables desde 1880 llegando a alcanzar los 1890msnm.

#### **2.2.2.7. Fisiografía**

Desde el punto de vista fisiográfico, la cuenca del Tolomosa está dividida en cuatro grandes zonas o paisajes: Montañosa, piedemonte, llanura fluvio lacustre y llanura aluvial.

En la tabla 2.2 se muestran las zonas fisiográficas del río Tolomosa:

**Tabla 2.2. Zonas fisiográficas en la cuenca del río Tolomosa**

<b>Zonas</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentaje %</b>	<b>Observaciones</b>
Montañosa	290	67.13	Formación ordovícico del paleozoico.
Pie de monte	30	6.94	Formación coluvial y aluvial
Llanura fluvio lacustre	70	16.20	Terrazas altas, medias y bajas.
Llanura aluvial	42	9.72	Terrazas a márgenes de ríos.
<b>TOTAL</b>	<b>432</b>	<b>100.00</b>	

*Fuente: " Propuesta Plan de Acción de Cambio Climático para el municipio Cercado ".*

#### **2.2.2.8. Suelos**

Los suelos según la división geomorfológica, se divide en cuatro zonas: flancos de los valles o zona montañosa, depósitos glaci fluviales y coluviales, depósitos lacustres y fluvio lacustres y depósitos aluviales.

##### **❖ Flancos de los valles o zona montañosa**

Están conformados por cuarcitas y areniscas, sustrato rocoso fuertemente meteorizado, texturas franco limosa con estructura granular de desarrollo moderado a débil, con pH suavemente ácido, se tiene una capacidad de retención de agua útil muy alta.

##### **❖ Depósitos glaci fluviales y coluviales o pie de monte**

Está conformando abanicos de deposición con materiales heterogéneos, textura franca y desarrollo estructural fuerte, con pH suavemente ácido, tienen una capacidad de retención de agua útil alta.

#### ❖ **Depósitos lacustres y fluvio – lacustres**

Constituyen las partes bajas de la cuenca, presentan diferentes grados de estratificación y están conformados por la sedimentación de gravas, arenas limos y arcillas, areniscas fuertemente meteorizadas, textura franco arenosa, con pH fuertemente ácido, tienen una capacidad de retención de agua útil baja.

#### ❖ **Depósitos aluviales**

Conforman este suelo las terrazas desarrolladas en las márgenes de los ríos, están conformados por deposición de gravas, arenas y poca cantidad de limos y arcillas, el pH varia con la profundidad de suavemente ácido a neutro, tienen una capacidad de retención de agua útil baja a moderada.

### **2.2.2.9. Recursos Hídricos**

#### ▪ **Hidrografía**

La provincia Cercado forma parte de las dos cuencas mayores: Pilcomayo y la cuenca mayor del Bermejo.

Dentro de la Provincia Cercado, también están las cuencas menores del Guadalquivir, Santa Ana, Tolomosa, Tarija, Cajas, Papachacra y Nogal.

El lago San Jacinto se encuentra en la cuenca menor del río Tolomosa. Esta es la más importante del municipio, la misma que cuenta con importantes recursos hídricos y áreas de cultivo bajo riego, están inmersas las principales comunidades de Tolomosa, San Andrés, Bella Vista, Tablada Grande, y en la parte baja de esta cuenca se encuentra la represa del proyecto multipropósito de San Jacinto.

Esta cuenca menor tiene como principales subcuencas a Sola, Pinos, Mena, El Molino, Tablada y afluentes directos del Tolomosa, a su vez, se encuentran los principales ríos

casi del mismo nombre como: Sola, Pinos, Mena, El Molino y la Quebrada Seca de La Tablada.

- **Hidrología**

El régimen de escurrimiento de los ríos sigue al régimen de precipitaciones, el caudal empieza a aumentar desde el mes de octubre y alcanza su máximo en el mes de febrero, para descender más tarde. Un estiaje pronunciado se extiende de mayo a septiembre y los ríos menores pierden totalmente su caudal. El régimen hidrológico es por lo tanto irregular y torrencial.

#### **2.2.2.10. Flora**

La vegetación existente en la cuenca Tolomosa, tanto por su estructura como en su composición florística y por las especies forestales presentes, se la puede definir en general como xerofítica.

Las especies dominantes son: Tipa blanca (*Tipuana tipu*), Algarrobo (*Prosopis alba*), Tacko (*Prosopis nigra*), Jarca (*Acacia visco*), Molle (*Schinus molle*), Chacatea (*Dodonea viscosa*), Thola (*Baccharis sp.*), Tusca (*Acacia aroma*), Churqui (*Acacia caven*), Tacko (*Prosopis nigra*), Algarrobo (*Prosopis alba*), Tipa (*Tipuana tipu*) muy raro, Thola (*Baccharis sp.*), Chacatea (*Dodonea viscosa*). Esta cubierta casi en su totalidad por los siguientes géneros botánicos de gramíneas: Elyonuros, Paspalum, Aristida, Schizachyrium, Chloris, Rinchelitrum y herbáceas dicotiledóneas como ser las de los géneros Baccharis sp. y Eupatorium.

#### **2.2.2.11. Fauna**

La fauna en la cuenca se encuentra en peligro debido a la destrucción de su hábitat, la caza indiscriminada, siendo las especies más amenazadas las aves como la Paloma, Torcaza, Perdiz y algunos mamíferos como la vizcacha. La fauna silvestre en general es muy escasa. Las especies más conocidas se detallan a continuación:

**Tabla 2.3. Fauna existente en la Cuenca del Río Tolomosa**

<b>MAMÍFEROS</b>		
<b>FAMILIA</b>	<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<b>NOMBRE COMÚN</b>
Canidae	<i>Canis culpaeus</i>	Zorro
Felidae	<i>Felis jacobita</i>	Titi u oscollo
Didelphidae	<i>Didelphis albiventris</i>	Carachupa o comadreja
Phyllostomida	<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro o murciélago
e	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Tapetí o liebre
Leporidae	<i>Lagidium viscaccia</i>	Vizcacha
Chinchillidae		
<b>AVES</b>		
Cathartidae	<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor
Accipitridae	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águila
Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho
Cathartidae	<i>Pulsatrix perspicillata</i>	Carcancho
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo
Psittacidae	<i>Bolborhynchus aymara</i>	Loro serrano
Psittacidae	<i>Aratinga weddelli</i>	Cotorra
Columbiae	<i>Columbia sp.</i>	Paloma
Columbiae	<i>Columbia sp.</i>	Torcaza
Tinamidae	<i>Rhynchotus rufescens</i>	Perdiz

Fuente: INIBREH, 2007

### 2.2.3. ASPECTOS SOCIO – ECONÓMICOS

#### 2.2.3.1. Características demográficas

- **Población**

En la Cuenca del río Tolomosa, asentadas en el espacio geográfico de las comunidades que conforman dicha cuenca, existen centros poblados, la población se encuentra en forma dispersa, alcanzando aproximadamente a 14948 habitantes, de los cuales 6999 corresponden al sexo masculino y 7949 al sexo femenino.

Asimismo, en el área ninguna comunidad tiene más de 2.000 habitantes, por lo que se la considera como área rural. La tasa de analfabetismo es del 19,82%, de la cual el 26,35% corresponden a los varones y el 73,75% a las mujeres.

En el área se presenta una alta tasa de migración, que es de tipo temporal, comprendiendo un periodo de 6 a 8 meses al año. Los lugares de recepción más importantes de esta población migrante son, Bermejo y el norte Argentino; donde los migrantes desempeñan labores agrícolas y trabajan en las zafras de la caña de azúcar.

#### **2.2.3.2. Características económicas**

En el área de estudio la agricultura es la actividad productiva tradicional, constituyéndose en la base fundamental de la economía familiar.

El sistema de producción utilizado es tradicional, caracterizado por el uso generalizado de la yunta, el 98%, la utilización indistinta de semilla mejorada o semilla tradicional, la falta de asistencia técnica y la escasez de recursos por parte de los agricultores. Asimismo, se utilizan diferentes tipos de insecticidas y fertilizantes, con el fin de combatir las plagas y enfermedades que atacan a los cultivos agrícolas.

Los principales productos son enviados al mercado, fundamentalmente al de la ciudad de Tarija en un 75% aproximadamente, mientras que el resto se destina para el autoconsumo, semillas y otros usos complementarios.

En general, la ganadería bovina es la actividad que genera los mayores ingresos económicos en las unidades familiares y se constituye en el respaldo económico de la familia en años de mala producción agrícola o en ocasiones de urgencia económica. Muchos agricultores manifestaron que vender ganado es fácil y el precio siempre es bueno.

La ganadería ovina y caprina se la destina generalmente para el auto consumo familiar, aunque también para la venta, pero el ingreso económico es menos significativo comparado con la venta de bovinos. Este ganado se alimenta de la vegetación natural, mediante el pastoreo y el ramoneo.

La crianza de porcinos es destinada al consumo familiar y a la venta. También existen otras actividades pecuarias como la crianza de aves de corral que se desarrolla a nivel familiar, cuya producción es destinada al consumo y a la venta. Finalmente la crianza de caballos se la realiza en un porcentaje mínimo.

## **2.3. MARCO LEGAL**

### **2.3.1. Constitución Política del Estado (C.P.E.)**

La nueva Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia, hace mención sobre el derecho que tenemos las personas al agua, asimismo, nos dice que toda persona tiene derecho al acceso de los servicios básicos como el alcantarillado, como cita el artículo N°20<sup>2</sup>. Complementa que el acceso al agua y alcantarillado constituyen derechos humanos, no son objeto de concesión ni privatización y están sujetos a régimen de licencias y registros, conforme a ley.

El capítulo quinto del título Medio Ambiente, Recursos Naturales, Tierra y Territorio señala que el agua se constituye en un derecho fundamentalísimo para la vida, en el marco de la soberanía del pueblo y que el Estado promoverá el uso y acceso al agua sobre la base de principios de sustentabilidad.

Así mismo, hace referencia a que las personas tienen derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado y que el ejercicio de este derecho debe permitir a los individuos y colectividades de las presentes y futuras generaciones, además de otros seres vivos, desarrollarse de manera normal y permanente.

Por otra parte, el artículo 347<sup>3</sup> hace mención que quienes realicen actividades de impacto sobre el medio ambiente deberán reparar los daños que se ocasionen al medio ambiente y a la salud de las personas.

---

<sup>2</sup> Artículo 20: I. Toda persona tiene derecho al acceso universal y equitativo a los servicios básicos de agua potable, alcantarillado, electricidad, gas domiciliario, postal y telecomunicaciones.

<sup>3</sup> Artículo 347: II. Quienes realicen actividades de impacto sobre el medio ambiente deberán, en todas las etapas de la producción, evitar, minimizar, mitigar, remediar, reparar y resarcir los daños que se ocasionen al medio ambiente y a la salud de las personas, y establecerán las medidas de seguridad necesarias para neutralizar los efectos posibles de los pasivos ambientales.

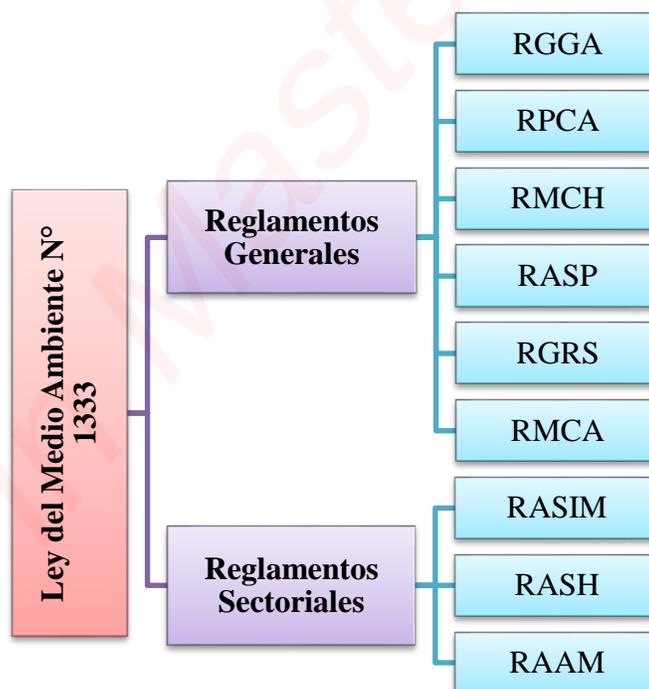
### 2.3.2. Ley del Medio Ambiente N° 1333

La L.M.A. N°1333 tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población.

En uno de sus artículos la presente Ley menciona que el medio ambiente y los recursos naturales constituyen patrimonio de la Nación, su protección y aprovechamiento se encuentran regidos por Ley y son de orden público. Además que es deber de la sociedad, garantizar que toda persona disfrute de un ambiente sano en el desarrollo de sus actividades, como cita el artículo 17<sup>4</sup>.

En la figura 2.2 se muestra los reglamentos generales y sectoriales de la LMA 1333:

**Figura 2.2. Reglamentos de la Ley del Medio Ambiente 1333**



*Fuente: Elaboración propia en base a la LMA 1333*

<sup>4</sup> Artículo 17: Es deber del Estado y la sociedad, garantizar el derecho que tiene toda persona y ser viviente a disfrutar de un ambiente sano y agradable en el desarrollo y ejercicio de sus actividades.

### **2.3.3. Reglamento General de Gestión Ambiental (RGGA)**

El RGGA tiene por objeto regular la gestión ambiental en el marco de lo establecido por la LEY N°1333.

Define a la Gestión Ambiental como al conjunto de decisiones y actividades orientadas a los fines del desarrollo sostenible, como cita el artículo 2<sup>5</sup>.

### **2.3.4. Reglamento de Prevención y Control Ambiental (RPCA)**

El RPCA reglamenta en lo referente a Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y Control de Calidad Ambiental (CCA), dentro del marco del desarrollo sostenible.

### **2.3.5. Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos (RGRS)**

El RGRS reglamenta respecto a los residuos sólidos, considerados como factor susceptible de degradar el medio ambiente y afectar la salud humana.

Tiene por objeto establecer el régimen jurídico para la ordenación y vigilancia de la gestión de los residuos sólidos, fomentando el aprovechamiento de los mismos mediante la adecuada recuperación de los recursos en ellos contenidos.

### **2.3.6. Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH)**

El RMCH trata en lo referente a la prevención y control de la contaminación hídrica, en el marco del desarrollo sostenible, artículo N°1<sup>6</sup>. Este reglamento se aplica a toda persona natural o colectiva, pública o privada, cuyas actividades industriales, comerciales, agropecuarias, domésticas, recreativas y otras, causan contaminación de cualquier recurso hídrico.

En este reglamento se realiza la clasificación de los cuerpos de agua, según su aptitud de uso y de acuerdo con las políticas ambientales del país en el marco del desarrollo sostenible, el cual obedece a los siguientes lineamientos:

---

<sup>5</sup> Artículo 2: Se entiende por gestión ambiental, a los efectos del presente Reglamento, al conjunto de decisiones y actividades concomitantes, orientadas a los fines del desarrollo sostenible.

<sup>6</sup> Artículo 1.- La presente disposición legal reglamenta la Ley del Medio Ambiente N° 1333 del 27 de abril de 1992 en lo referente a la prevención y control de la contaminación hídrica, en el marco del desarrollo sostenible.

**Tabla 2.4. Clasificación de los cuerpos de agua según de aptitud de uso**

<b>CLASE “A”</b>	Aguas naturales de máxima calidad, que las habilita como agua potable para consumo humano sin ningún tratamiento previo, o con simple desinfección bacteriológica en los casos necesarios verificados por laboratorio.
<b>CLASE “B”</b>	Aguas de utilidad general, que para consumo humano requieren tratamiento físico y desinfección bacteriológica.
<b>CLASE “C”</b>	Aguas de utilidad general, que para ser habilitadas para consumo humano requieren tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica.
<b>CLASE “D”</b>	Aguas de calidad mínima, que para consumo humano, en los casos extremos de necesidad pública, requieren un proceso inicial de pre-sedimentación, pues pueden tener una elevada turbiedad por elevado contenido de sólidos en suspensión, y luego tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica especial contra huevos y parásitos intestinales.

*Fuente: Elaboración propia según el RMCH de la LMA 1333*

Por otra parte, considera como PARÁMETROS BÁSICOS, los siguientes: DBO5; DQO; Colifecales NMP; Oxígeno Disuelto; Arsénico Total; Cadmio; Cianuros; Cromo Hexavalente; Fosfato Total; Mercurio; Plomo; Aldrín; Clordano; Dieldrín; DDT; Endrín; Malatión; Paratión.

## **2.4. MARCO TEÓRICO**

### **2.4.1. Generalidades**

El medio ambiente es el entorno que afecta y condiciona las circunstancias de vida de las personas o de la sociedad en su conjunto, comprende el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y en un momento determinado, que influyen en la vida del ser humano y en las generaciones futuras. Es decir, no se trata solo del espacio en el que se desarrolla la vida, sino que también comprende seres vivos, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos, así como elementos tan intangibles como la cultura.

La gestión ambiental, es conjunto de decisiones y actividades concomitantes, orientadas a los fines del desarrollo sostenible. Cuando hablamos de desarrollo sostenible, nos referimos a aquel desarrollo que es capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones. (*Artículo N° 2 Del RGGA*)

### **2.4.2. Contaminación ambiental**

La contaminación ambiental es la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o bien, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos.

La contaminación puede afectar a cada uno de los factores de la gestión ambiental (agua, suelo, aire, ecología y ruido) de formas distintas con diferentes características.

### **2.4.3. Contaminación del agua**

Es la incorporación al agua de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos.

Este tipo de contaminación ocurre en los océanos, ríos, lagos y depósitos subterráneos, y se puede expandir en las diferentes fuentes de agua.

#### **2.4.3.1. El proceso de eutrofización**

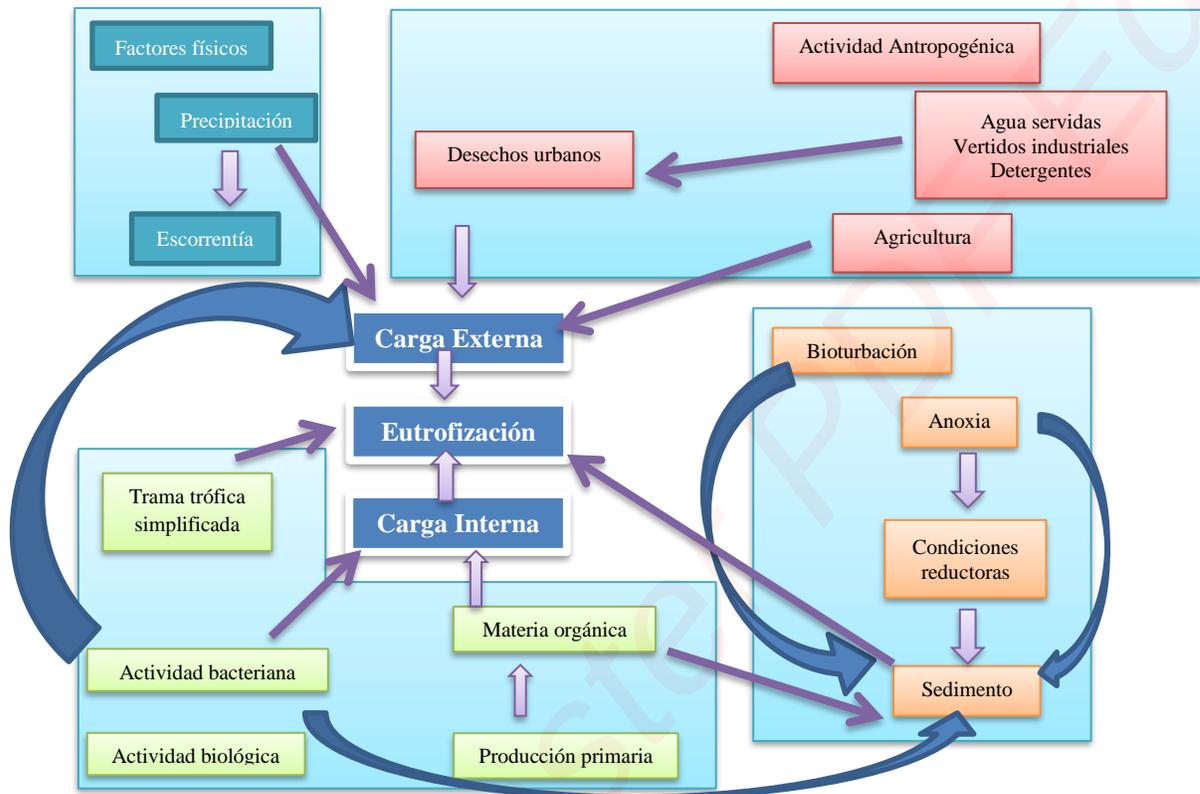
Es un proceso natural o antropogénico (causado por el hombre) que es provocado por el excesivo incremento de nutrientes a un ambiente acuático. Actualmente, cantidades muy importantes de sedimentos se depositan en los lagos, provenientes de sus alrededores. Muchos de los aportes consisten en aluviones arrastrados por los ríos que llevan materia orgánica, restos de la actividad humana (materiales de construcción, materiales de campos agrícolas, restos de fertilizantes y plaguicidas, detritos humanos provenientes de los desagües, etc.), los cuales contribuyen llevando grandes cantidades de compuestos formados a base de fósforo, nitrógeno y materia orgánica (nutrientes), indispensables para el proceso de eutrofización.

En lagos cuya superficie es mayor en relación a su profundidad, un aporte significativo de nutrientes supone que muchos organismos fotosintéticos tendrán materia prima para funcionar y proliferar. El incremento de la producción primaria aumenta la regeneración de nutrientes y materia orgánica, incrementando aún más el crecimiento. La proliferación y concentración del fitoplancton en la superficie acapara la luz e impide que esta penetre adecuadamente, produciendo turbidez y oscuridad, restringiendo la productividad en las capas inferiores. Las plantas que mueren y el aporte de materia orgánica producen mayor cantidad de materia en descomposición, sobre la que actúan las bacterias. Esta actividad consume la cantidad de oxígeno disuelto, modificando las condiciones del medio y restringiendo la vida por debajo de la superficie. El número de especies se reduce considerablemente y la actividad termina por limitarse a la superficie.

##### **2.4.3.1.1. Causas de la eutrofización**

En la figura 2.3 se muestran los principales factores y procesos de la eutrofización:

**Figura 2.3. Principales factores y procesos de la eutrofización**



*Fuente: Elaboración propia en base a “Eutrofización: causas, consecuencias y manejo” de Nestor Mazzeo*

La causa de la eutrofización es siempre una aportación de elementos nutritivos de diversa procedencia (residuos urbanos, industriales, agrícolas, etc.). De estos nutrientes, los más efectivos son aquellos para los que existe una limitación natural, principalmente, el nitrógeno y el fósforo. El primer elemento puede ser extraído de la atmósfera por determinados microorganismos quedando en último término el fósforo como principal elemento limitante del proceso eutrófico. El proceso de eutrofización puede ser causado de dos maneras.

#### ❖ Causas naturales

Las principales causas naturales de la eutrofización son:

- Alta cantidad de precipitaciones porque arrastran pesticidas o fertilizantes aplicados en el suelo.
- La descomposición de materia orgánica en aguas profundas, ya que las algas de la superficie no permiten que la luz solar llegue hasta las algas del fondo produciendo su descomposición (no pueden hacer fotosíntesis).
- Florecimiento excesivo de plantas acuáticas que a su muerte se descomponen, agotando el oxígeno del agua y de este modo causan la muerte de las especies acuáticas (zona muerta).
- Turbiedad o poca transparencia de las aguas producida por sedimentos o materia suspendida (Partículas insolubles de suelo que enturbian el agua, y que son la mayor fuente de contaminación)
- Desarrollo de bolsones anóxicos en el fondo.
- Presencia de espuma en la zona litoral (costera)
- Elevado aporte natural de nutrientes y sedimentos en los lagos.

#### ❖ **Causas antropogénicas**

Sin duda la presión del desarrollo urbano (viviendas e infraestructura que se encuentran en la cuenca de los lagos, los asentamientos poblacionales y el uso urbano del suelo, el uso recreacional y habitacional, las redes y sistemas de urbanización, drenaje de aguas subterráneas, alcantarillado de aguas servidas y de aguas lluvias) inciden radicalmente en el proceso de eutrofización antropogénicas. Las causas antropogénicas más relevantes son:

- El uso de detergentes polifosfatados y alquilbencensulfonatos, aceleran el proceso de eutrofización.
- El excesivo uso de fertilizantes que contienen nitrógeno ( $N_2$ ), porque el  $N_2$  aumenta el crecimiento de plantas.
- Los sistemas de alcantarillado, ya que sus aguas contienen materiales compuestos de nitrógeno, especialmente fecales y orina. La complejidad de la

infraestructura sanitaria construida en los sectores aledaños a los lagos, puede ocasionar que las aguas servidas lleguen a contaminarlos.

- La integración a los lagos de petróleo, gasolina, disolventes y detergentes provenientes de las descargas domésticas e industriales, ya que son alimentos para las bacterias quimoorganotróficas y para algunos microorganismos superiores como los protozoos.
- La evacuación de las aguas lluvias hacia los lagos, ya que éstas arrastran desechos naturales que pueden encontrarse en las calles, rebalses (detenciones, inundaciones) de sistemas públicos o privados en mal estado, detergentes, etc.
- Los asentamientos poblacionales y la construcción de infraestructura de viviendas y establecimientos comerciales en el entorno de los lagos y en áreas de fuerte pendiente, las cuales provocan deslizamientos de grandes cantidades de sedimento al cuerpo de agua.
- La existencia de posibles conexiones clandestinas de alcantarillado que tienen como desembocadura final los ríos y lagos.
- Sistema de drenajes colindantes a los lagos deteriorados, lo que puede ocasionar infiltración de aguas contaminadas ricas con alto grado de nutrientes.
- El vaciamiento de basura dentro o inmediatamente a orillas de los lagos.

#### **2.4.3.1.2. Efectos de la eutrofización**

La eutrofización es un excesivo aporte de nutrientes a los lagos y este incremento de nutrientes produce un incremento en el crecimiento del fitoplancton, especialmente algas y plantas verdes, produciendo de esta forma efectos adversos como:

- Disminución de la transparencia del agua de los lagos
- Acrecentamiento de flora nociva
- Degradación de la flora inofensiva de lagos
- Incapacidad autodepuradora del medio acuático, por el excesivo consumo de oxígeno
- Desequilibrio ecológico

El efecto de la eutrofización que se percibe más vivamente, es el que afecta al recreo y al turismo. Inciden directamente para este objetivo la aparición de malos olores, la acumulación de aguas estancadas, el aumento de las poblaciones de insectos y el crecimiento desmedido de vegetación litoral que impiden la natación, navegación, pesca y el sano esparcimiento.

#### **2.4.4. Contaminación del suelo**

Es la incorporación al suelo de materias extrañas, como basura, desechos tóxicos, productos químicos, y desechos industriales. La contaminación del suelo produce un desequilibrio físico, químico y biológico que afecta negativamente las plantas, animales y humanos.

Dada la facilidad de transmisión de contaminantes del suelo a otros medios como el agua o la atmósfera, serán estos factores los que generan efectos nocivos, aun siendo el suelo el responsable indirecto del daño.

##### **2.4.4.1. Erosión del suelo**

La destrucción del suelo y su pérdida al ser arrastrado por las aguas o los vientos suponen la pérdida, en todo el mundo, de entre cinco y siete millones de hectáreas de tierra cultivable cada año, según datos de la FAO de 1996.

El mal uso de la tierra, la tala de bosques, los cultivos en laderas muy pronunciadas, la escasa utilización de técnicas de conservación del suelo y de fertilizantes orgánicos, facilitan la erosión.

##### **2.4.4.2. Degradación paisajística**

La presencia de vertidos y acumulación de residuos en lugares no acondicionados, generan una pérdida de calidad del paisaje, a la que se añadiría en los casos más graves el deterioro de la vegetación, el abandono de la actividad agropecuaria y la desaparición de la fauna.

#### **2.4.4.3. Pérdida de valor del suelo**

Económicamente, y sin considerar los costes de la recuperación de un suelo, la presencia de contaminantes en un área supone la desvalorización de la misma, derivada de las restricciones de usos que se impongan a este suelo, y por tanto, una pérdida económica para sus propietarios.

#### **2.4.5. Contaminación del aire**

Es la adición dañina a la atmósfera de gases tóxicos, CO, u otros que afectan el normal desarrollo de plantas, animales y que afectan negativamente la salud de los humanos.

##### **2.4.5.1. El efecto invernadero**

Este fenómeno es producido por la propiedad que tienen determinados gases, como son: Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), Ozono y el Clorofluorcarbono (CFCS), de aprisionar el calor del sol en la atmósfera, impidiéndole escapar al espacio después de ser reflejado por la Tierra.

En condiciones normales, esos gases ayudan a mantener la temperatura del planeta en un promedio de 160 C, porque una pequeña porción es absorbida en la fotosíntesis de los vegetales y una parte mayor, por los océanos.

##### **2.4.5.2. La lluvia ácida**

Las lluvias ácidas son precipitaciones atmosféricas en forma de lluvia, helada, nieve o neblina, contenido ácido carbónico, formas oxidadas de carbono, nitrógeno, oxígenos que son liberados durante la quema de combustibles fósiles y se transforman al entrar en contacto con el vapor de agua en la atmósfera.

#### **2.4.6. Contaminantes ambientales**

##### **2.4.6.1. Agricultura: fertilizantes, plaguicidas y herbicidas**

El sector de la agricultura es uno de los que más contaminación indirectamente produce. Los causantes de la contaminación son los fertilizantes y plaguicidas utilizados para la fertilidad de la tierra y para fumigar los cultivos de las plagas que disminuyen la

producción. Estos productos a través de las lluvias y de los riegos contaminan las aguas superficiales y los acuíferos.

En muchos lugares del mundo su excesivo uso provoca contaminación de las aguas cuando estos productos son arrastrados por la lluvia. Esta contaminación provoca eutrofización de las aguas, mortandad en los peces y otros seres vivos y daños en la salud humana.

Especialmente difícil de solucionar es la contaminación de las aguas subterráneas con este tipo de productos. Muchos acuíferos de las zonas agrícolas se han contaminado con nitratos hasta un nivel peligroso para la salud humana, especialmente para los niños.

#### **2.4.6.2. Vertido de residuos sólidos urbanos**

Los residuos urbanos son una de las formas más comunes de contaminación, cada ciudadano en las grandes urbes aporta una cantidad de estos residuos. La minimización de residuos es una manera de combatir este mal.

Los residuos sólidos domésticos generan ingentes cantidades de desechos (orgánicos 30 %, papel 25 %, plásticos 7 %, vidrio 8 %, textiles 10 %, minerales 10 %, metales 10 %). Es prioritario compatibilizar el desarrollo económico y social con la protección de la naturaleza evitando las agresiones a los ecosistemas vivos y al medio ambiente en general. Es sumamente necesario el reciclado o la minimización de residuos que evita el continuo consumo de materias primas agotables y su vertido contaminante en la naturaleza.

Los vertederos comunes municipales son fuente de sustancias químicas que entran al medio ambiente del suelo (y a veces a capas de agua subterráneas), que emanan de la gran variedad de residuos aceptados, especialmente sustancias ilegalmente vertidas allí, o de vertederos antiguos de antes de los años 1970 cuando se implementaron ligeros controles en Estados Unidos o la Unión Europea. Ha habido también una inusual descarga de policlorodibenzodioxinas, comúnmente llamadas Dioxinas por simplicidad, como la TCDD.

#### **2.4.6.3. Mal manejo de excretas**

La disposición inadecuada de las excretas es una de las principales causas de contaminación de la vivienda y aparición de enfermedades en la familia, además de contaminar los recursos hídricos y el suelo.

#### **2.4.6.4. Agua residuales**

Las aguas residuales son los desechos líquidos provenientes de residencias, instituciones, fábricas o industrias. Los tipos de aguas residuales más comunes corresponden a:

##### **❖ Aguas residuales domésticas (aguas servidas)**

Son las aguas de origen principalmente residencial (desechos humanos, baños, cocina) y otros usos similares que en general son recolectadas por sistemas de alcantarillado en conjunto con otras actividades (comercial, servicios, industria). Esta agua tiene un contenido de sólidos inferior al 1%. Si bien su caudal y composición es variable, pueden tipificarse ciertos rangos para los parámetros más característicos.

##### **❖ Aguas residuales industriales (residuos industriales líquidos)**

Son aguas provenientes de los procesos industriales y la cantidad y composición de ellas es bastante variable, dependiente de la actividad productiva y de muchos otros factores (tecnología empleada, calidad de la materia prima, etc.). Así estas aguas pueden variar desde aquellas con alto contenido de materia orgánica biodegradable (mataderos, industria de alimentos), otras con materia orgánica y compuestos químicos (curtiembre, industria de celulosa) y finalmente industrias cuyas aguas residuales contienen sustancias inorgánicas u orgánicas no degradables (metalúrgicas, textiles, químicas, mineras).

#### ❖ **Aguas residuales agrícolas**

Son generadas por la producción agrícola y agropecuaria, la cual incluye desechos de animales y materia vegetal. Los principales contaminantes que contienen son materia orgánica: fertilizantes y pesticidas.

#### ❖ **Aguas de lluvias**

La escorrentía generada por aguas de lluvias es menos contaminada que las aguas residuales domésticas e industriales, y su caudal mayor. La contaminación mayor se produce en las primeras aguas que lavan las áreas por donde escurre.

#### **2.4.6.4.1. Principales contaminantes de las aguas residuales**

Los principales contaminantes que se encuentran en las aguas residuales urbanas son:

- **Objetos gruesos**

Trozos de madera, trapos, plásticos, etc., que son eliminados a la red de alcantarillado.

- **Arenas**

Bajo esta denominación se engloban las arenas propiamente dichas, gravas y partículas más o menos grandes de origen mineral u orgánico.

- **Grasas y aceites**

Sustancias que al no mezclarse con el agua permanecen en su superficie dando lugar a natas. Su procedencia puede ser tanto doméstica como industrial.

- **Sólidos en suspensión**

Partículas de pequeño tamaño y de naturaleza y procedencia muy variadas aproximadamente el 60% de los sólidos en suspensión son sedimentables y un 75% son de naturaleza orgánica.

- **Sustancias con requerimientos de oxígeno**

Compuestos orgánicos e inorgánicos que se oxidan fácilmente, lo que provoca un consumo del oxígeno presente en el medio al que se vierten.

- **Nutrientes (nitrógeno y fósforo)**

Su presencia en las aguas se debe principalmente a detergentes y fertilizantes. Igualmente, las excretas humanas aportan nitrógeno orgánico.

#### **2.4.6.4.2. Características de las aguas residuales**

Estas características de las aguas residuales son parámetros importantes para el tipo de tratamiento, así como para la gestión técnica de la calidad ambiental.

- ❖ **Características físicas**

Los aspectos físicos dan una información muy clara de determinadas características del agua.

- ❖ **Características químicas**

Las características químicas estarán dadas, principalmente, en función de los desechos que ingresan al agua servida.

- ❖ **Características Biológicas**

Estas características están definidas por la clase de microorganismos presentes en el agua.

En la tabla 2.6 se muestran las principales características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales:

**Tabla 2.6. Características de las Aguas Residuales**

<b>Características físicas</b>	<b>Características químicas</b>	<b>Características Biológicas</b>
Temperatura	Materia Orgánica	Bacterias
Turbidez	Oxígeno disuelto	Algas
Color	Fósforo	Hongos
Olor	pH	Virus
Sólidos Totales	Cloruros	Rotíferos
Sólidos suspendidos	Alcalinidad	Crustáceos
Sólidos filtrables	Nitrógeno	Organismo patógenos
	Alcalinidad	
	Metales pesados	
	Metano	
	Anhídrido carbónico	
	Ácido sulfhídrico	
	DBO <sub>5</sub>	
	DQO	

*Fuente: Elaboración propias en base a "Tratamiento de Aguas Industriales: Aguas de proceso y residuales" de Miguel Rigola Lapeña*

## **2.5. MARCO CONCEPTUAL**

Los siguientes conceptos, a excepción de algunos que indican otra fuente, fueron extraídos de (Galván):

### **2.5.1. Acuicultura**

Rama que se dedica al cultivo controlado de especies acuáticas con el objetivo de mejorar la producción y comercialización.

### **2.5.2. Afluente**

Curso de agua que va a parar a otro. El punto donde se unen dos cursos de agua se llama confluencia.

### **2.5.3. Agua**

Líquido inodoro, incoloro e insípido, ampliamente distribuido en la naturaleza. Representa alrededor del 70% de la superficie de la Tierra. Formado por dos partes de hidrógeno y una de oxígeno, que se encuentra en estado sólido, líquido y gaseoso.

### **2.5.4. Agua contaminada**

Agua que ha sido afectada o deteriorada su calidad original, producto de la incorporación de elementos indeseables o contaminantes.

### **2.5.5. Agua potable**

Aquella que por sus características organolépticas, físico-químicas, radioactivas y microbiológicas, se considera apta para el consumo humano y que cumple con lo establecido en la norma NB 512 y el Reglamento Nacional para el Control de la Calidad de Agua para Consumo Humano. (NB 512 Agua Potable- Definiciones y Terminología, 2005)

### **2.5.6. Agua para consumo humano**

Agua que cumple con los requisitos de la norma NB 512. También se denomina agua potable. (NB 496- Agua Potable Toma de Muestras, 2005)

### **2.5.7. Agua residual**

Se denomina agua residual a los desechos líquidos provenientes de residencias, instituciones, fábricas o industrias.

### **2.5.8. Anaerobio**

Organismo que puede desarrollarse en ausencia total de oxígeno libre. Por ejemplo, ciertas bacterias.

### **2.5.9. Análisis**

Examen detallado de cualquier cosa compleja, con el fin de entender su naturaleza o determinar sus caracteres esenciales.

### **2.5.10. Análisis ambiental**

Proceso que conduce al conocimiento de impactos ambientales y ecológicos y evalúan sus consecuencias, antes de la implementación de las actividades.

### **2.5.11. Análisis bacteriológico**

Aplicación de métodos analíticos de laboratorio que permiten determinar las características bacteriológicas del agua. (NB 496- Agua Potable Toma de Muestras, 2005)

### **2.5.12. Análisis físico-químico**

Aplicación de métodos analíticos de laboratorio que permiten determinar las características físico-químicas del agua en forma cualitativa y cuantitativa, incluyéndose las organolépticas como parte de las características físicas. (NB 496- Agua Potable Toma de Muestras, 2005)

### **2.5.13. Análisis organoléptico**

Aplicación de métodos analíticos de laboratorio que permiten determinar las características organolépticas del agua en forma cualitativa y cuantitativa. (NB 496- Agua Potable Toma de Muestras, 2005)

#### **2.5.14. Aprovechamiento sustentable**

Uso de un recurso natural de modo tal que no altere las posibilidades de su utilización en el futuro.

#### **2.5.15. Aptitud de uso del suelo**

Capacidad productiva del suelo hasta el límite en el cual puede producirse deterioro. Define su aptitud para el uso con fines agrícolas, pecuarios, forestales, paisajísticos, etc. Existen distintas metodologías para su determinación tanto para suelos bajo riego como de secano.

#### **2.5.16. Autodepuración**

Es la capacidad de un cuerpo de agua, que recibe o ha recibido una carga contaminante, de recuperar las condiciones físico químicas y biológicas preexistentes a la incorporación de los contaminantes.

#### **2.5.17. Basura**

Desechos, generalmente de origen urbano y de tipo sólido. Hay basura que puede reutilizarse o reciclarse. Para proteger el medio ambiente hay leyes para su eliminación.

#### **2.5.18. Bioacumulación**

Proceso por el cual organismos que viven en un medio que contiene una concentración relativamente baja de una sustancia química pueden llegar a acumular en sus tejidos dicha sustancia, alcanzando concentraciones considerablemente más altas que las existentes en el medio, con el consiguiente perjuicio para la salud del organismo. Además, los animales herbívoros del medio se alimentan de plantas que ya están contaminadas con esta sustancia y a su vez son alimento de animales carnívoros, por lo que, si consideramos una cadena alimentaria, la concentración de la sustancia contaminante irá aumentando a medida que se ascienda en el nivel de la cadena.

#### **2.5.19. Biodegradable**

Sustancia que se descompone o desintegra con relativa rapidez en compuestos simples por algunas formas de vida como: bacterias, hongos, gusanos e insectos

#### **2.5.20. Calidad ambiental**

Los atributos mensurables de un producto o proceso que indican su contribución a la salud e integridad ecológica. O sea es el estado físico, biológico y ecológico de un área o zona determinada de la biósfera, en términos relativos a su unidad y a la salud presente y futura del hombre y las demás especies animales y vegetales.

#### **2.5.21. Calidad de un paisaje**

Grado de excelencia de sus características visuales, olfativas y auditivas. Mérito para no ser alterado o destruido, para que su esencia, su estructura actual se conserve.

#### **2.5.22. Calidad de vida**

Este término surge como contraste al usado nivel de vida de los primeros sociólogos, referido a la problemática del ambiente. Se refiere a la existencia de infraestructuras comunes que mejoran el medio o entorno habitable de los hombres. Bienestar de los seres vivos. Grado en que una sociedad ofrece la oportunidad real de disfrutar de todos los bienes y servicios disponibles.

#### **2.5.23. Características físicas**

Son aquellas que miden las propiedades que influyen en la calidad del agua: color, turbiedad, sólidos totales y sólidos totales disueltos, resultantes de la presencia de un número de constituyentes físicos.

#### **2.5.24. Características microbiológicas**

Son aquellas debido a la presencia de bacterias y otros microorganismos nocivos a la salud humana.

#### **2.5.25. Características organolépticas**

Son aquellas que se detectan sensorialmente (sabor, color y olor) y que influyen en la aceptabilidad del agua

#### **2.5.26. Características químicas**

Son aquellas debido a elementos o compuestos químicos orgánicos e inorgánicos, que en concentraciones por encima de lo establecido en la norma pueden causar efectos nocivos a la salud.

#### **2.5.27. Contaminación**

Alteración de cualquiera de las siguientes características: Físicas, químicas, biológicas y/o radiológicas en el agua, que deterioran su calidad de modo tal que llegue a constituir un riesgo para la salud o a reducir su utilización.

#### **2.5.28. Contaminante**

Sustancia o compuesto que afecta negativamente al ambiente.

#### **2.5.29. Control de calidad**

Es el control efectuado en el proceso de muestreo a objeto de que el mismo sea confiable y representativo.

#### **2.5.30. Cuenca hidrográfica**

Es una porción del terreno definido, por donde discurren las aguas en forma continua o intermitente hacia un río mayor, un lago o el mar.

#### **2.5.31. Cuerpo receptor**

Es el ecosistema donde tienen o pueden tener destino final de residuos peligrosos ya tratados como resultado de operaciones de eliminación. Son cuerpos receptores las aguas dulces superficiales, la atmósfera, suelos, las estructuras geológicas estables y confinadas.

### **2.5.32. Daño ambiental**

Pérdida o perjuicio causado al ambiente o a cualquiera de sus componentes naturales o culturales.

### **2.5.33. Degradación**

Proceso bioquímico mediante el cual las moléculas orgánicas complejas se convierten en moléculas simples. También se infiere a la conducta consistente en capturar a otro organismo y alimentarse con él, siendo este último consumidor total o parcialmente.

### **2.5.34. Demanda Bioquímica de Oxígeno (D.B.O.)**

Demanda bioquímica de oxígeno. Cantidad de oxígeno consumida durante un tiempo determinado, a temperatura dada, para descomponer por oxidación orgánica del agua.

### **2.5.35. Desarrollo sostenible**

Se llama desarrollo sostenible a aquel desarrollo que es capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones.

### **2.5.36. Deterioro ambiental**

Es el deterioro de uno o varios de los componentes del medio ambiente (por ejemplo, el aire, el suelo, el agua, etc.), situación la cual afecta en forma negativa a los organismos vivientes.

### **2.5.37. Educación ambiental**

Es un proceso educativo o un modelo teórico metodológico y práctico que trasciende el sistema educativo tradicional y alcanza la concepción de medio ambiente y de desarrollo sobre bases sostenibles.

#### **2.5.38. Efluente**

Producto de desecho de procesos productivos (gaseoso, líquido o sólido) que es descargado al ambiente. Estos desechos pueden haber sido tratados o no.

#### **2.5.39. Evaluación**

Proceso de interpretación de resultados efectuado en el marco de normas preestablecidas, que permite formular juicios a partir del análisis de los objetivos previamente fijados.

#### **2.5.40. Factor**

Cualquiera de los términos empleados para definir los componentes del medio o sus propiedades.

#### **2.5.41. Gestión Ambiental**

Se entiende por gestión ambiental al conjunto de decisiones y actividades concomitantes, orientadas a los fines del desarrollo sostenible.

#### **2.5.42. Impacto**

Modificaciones del medio ambiente, las cuales pueden ser positivas o negativas

#### **2.5.43. Infiltración**

Es el proceso mediante el cual el agua penetra al subsuelo y es gradualmente conducida a capas más profundas pudiendo penetrar a través de los mantos rocosos

#### **2.5.44. Laboratorio acreditado**

Centro o lugar donde se realizan los análisis fisicoquímicos y microbiológicos, con procedimientos normalizados aceptados y que se encuentra reconocido mediante certificación de “Buenas Prácticas de Laboratorio”.

#### **2.5.45. Lago**

Gran extensión de agua rodeado de tierra.

#### **2.5.46. Medio**

Es el componente físico donde se desarrollan los organismos, o sea el elemento que lo rodea con el cual mantiene los intercambios más inmediatos e importantes. Generalmente resulta ser aire o agua.

#### **2.5.47. Muestra**

Parte de un todo que en una investigación se estima como representativa de las características del conjunto.

#### **2.5.48. Muestra de agua**

La fracción significativa y representativa de una masa mayor de agua que conserva sus propiedades y características. (NB 496- Agua Potable Toma de Muestras, 2005)

#### **2.5.49. Muestreo**

Acción que consiste en tomar muestras con el objeto de analizar sus propiedades y características. (NB 496- Agua Potable Toma de Muestras, 2005)

#### **2.5.50. Organismo**

Cualquier ser vivo que sea planta o animal.

#### **2.5.51. Parámetro**

Nombre del elemento o compuesto a medirse mediante un procedimiento analítico de laboratorio.

#### **2.5.52. pH**

Medida de la acidez o alcalinidad de un material líquido o sólido. El pH se representa sobre una escala que va de 0 a 14.

### **2.5.53. Plaguicidas**

Término genérico que incluye a compuestos que forman parte de las siguientes familias de compuestos orgánicos: insecticidas, herbicidas; funguicidas; acaricidas; nematocidas; alguicidas, los productos derivados y sus metabolitos, productos de degradación y de reacción de los mismos.

### **2.5.54. Punto de muestreo**

Lugar físico de donde se extrae una muestra representativa, para su posterior caracterización físico-química, bacteriológica y/o radiológica. (NB 496- Agua Potable Toma de Muestras, 2005)

### **2.5.55. Receptor**

Se denomina receptor a la localización, en coordenadas x, y, z, donde se mide las concentraciones ambientales de los contaminantes de interés.

### **2.5.56. Residuo**

Es un material o subproducto industrial que ya no tiene valor económico y debe ser desechado. También el remanente del metabolismo de los organismos vivos y de la utilización o descomposición de los materiales vivos o inertes y de las transformaciones de energía, son residuos y se los considera un contaminante cuando por su cantidad, composición o particular naturaleza sea de difícil integración a los ciclos, flujos y procesos ecológicos normales.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. DISEÑO DEL ESTUDIO**

El presente estudio es de carácter explicativo, como también exploratorio.

Explicativo porque mediante el establecimientos de relaciones causa- efecto se buscará conocer los efectos de las actividades que se desarrollan en los alrededores con respecto a la calidad ambiental del lago San Jacinto.

De la misma manera en un inicio será una investigación exploratoria, porque se busca examinar la situación ambiental actual del lago.

#### **3.2. UNIVERSO DE TRABAJO Y MUESTRA**

El universo de trabajo en este estudio son los alrededores del lago San Jacinto.

La muestra que se tomó para el desarrollo de la presente investigación son actores representativos de la zona donde se encuentra ubicado el lago; personas comerciantes de las casetas de comida, lancheros del lago, trabajadores de la entidad encargada de la presa (Proyecto Múltiple San Jacinto) y viviendas ubicadas en las orillas del lago San Jacinto.

#### **3.3. INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

Los instrumentos de investigación se constituyen en el soporte físico que se emplea para recoger la información, contienen un conjunto estructurado de ítems los cuales posibilitan la obtención de la información deseada.

En la presente investigación los instrumentos que se serán empleados son:

- Cuaderno de notas para el registro de observación y hechos
- Diario de campo
- Mapas

- Fichas de observación
- Análisis de contenido
- Registro de observación
- Cuestionario de encuesta
- Registro de muestreo

### **3.4. DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

El desarrollo del proyecto de investigación se resume en las siguientes actividades:

- Revisión a detalle la información técnica del L.S.J.
- Visitas de reconocimiento a los alrededores.
- Diagnóstico del área de influencia.
- Entrevistas y/o encuestas a la gente que vive en los alrededores del L.S.J. para recabar información.
- Identificación de puntos de generación de excretas y residuos sólidos.
- Descripción detallada de la situación actual de los sitios identificados.
- Toma de muestras de agua en los puntos previamente determinados según la NB-496.
- Comparación los resultados de los análisis de agua con el cuadro N° A-1 VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES DE PARÁMETROS EN CUERPOS RECEPTORES de la Ley de Medio Ambiente N° 1333- R.M.C.H. y determinar la Clase del agua.

### **3.5. DISEÑO TÉCNICO Y METODOLÓGICO PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Para la investigación se aplicarán métodos empíricos y teóricos.

Entre los métodos empíricos que se van a utilizar tenemos la observación, entrevistas y encuestas.

**Observación:**

Se llevará a cabo la observación de las actividades que se realizan en el lago San Jacinto y alrededores, como también de su situación ambiental actual.

**Encuestas:**

Se realizará una encuesta dirigida a las personas que habitan las viviendas existentes en los alrededores del lago y vendedoras de comida.

**Entrevistas:**

Se tomará en cuenta a personas que son representativas del lugar, como el operador de la represa con más de 20 años de servicio y el lancharo más antiguo.

El método teórico que se empleará, es el método deductivo.

Deductivo, porque parte de datos generales aceptados como válidos y que, por medio del razonamiento lógico, pueden deducirse varias suposiciones, es decir, parte de lo general para llegar a lo particular.

El anexo "A" muestra los objetivos, actividades, técnicas e instrumentos.

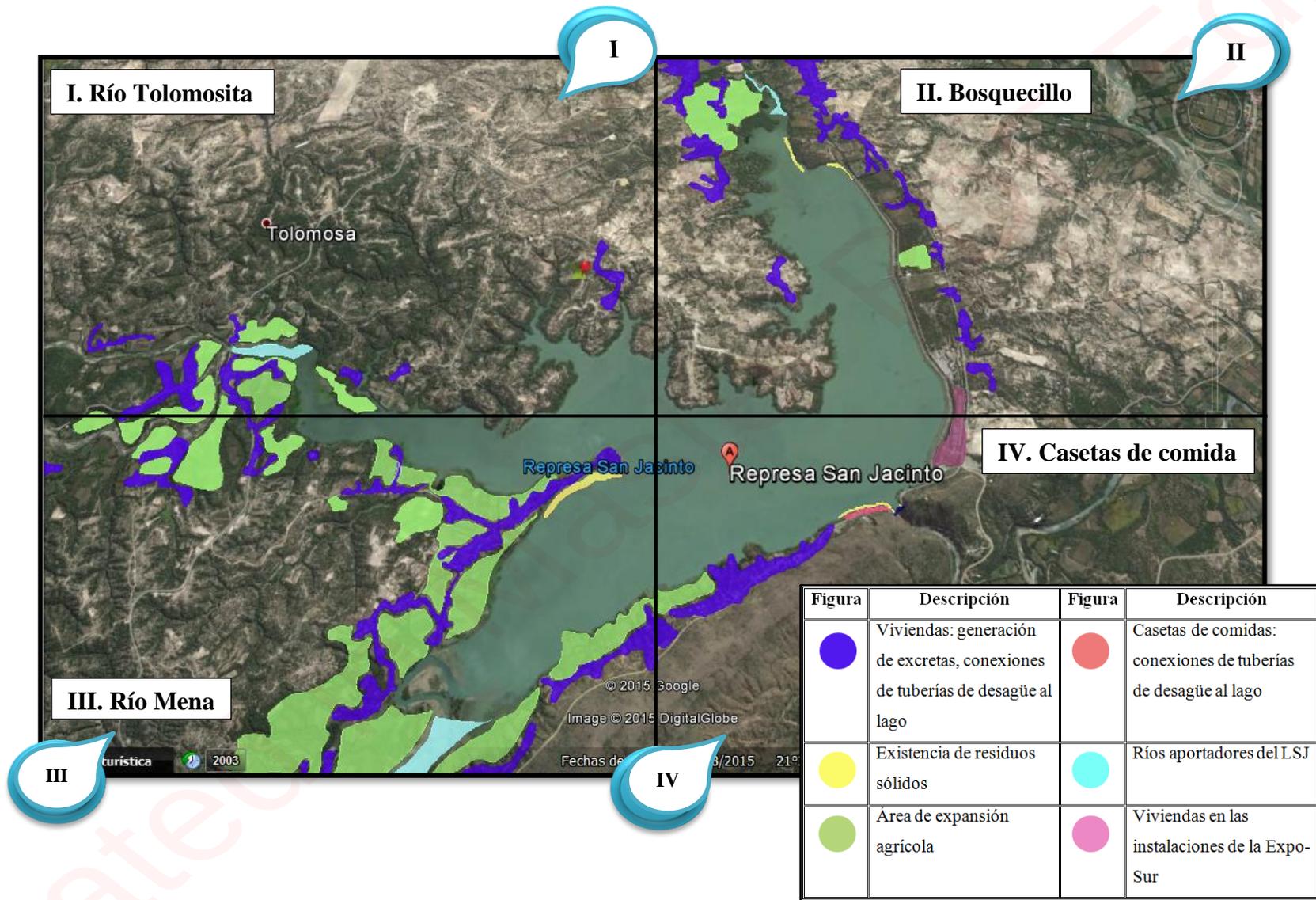
## **CAPÍTULO IV**

### **DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

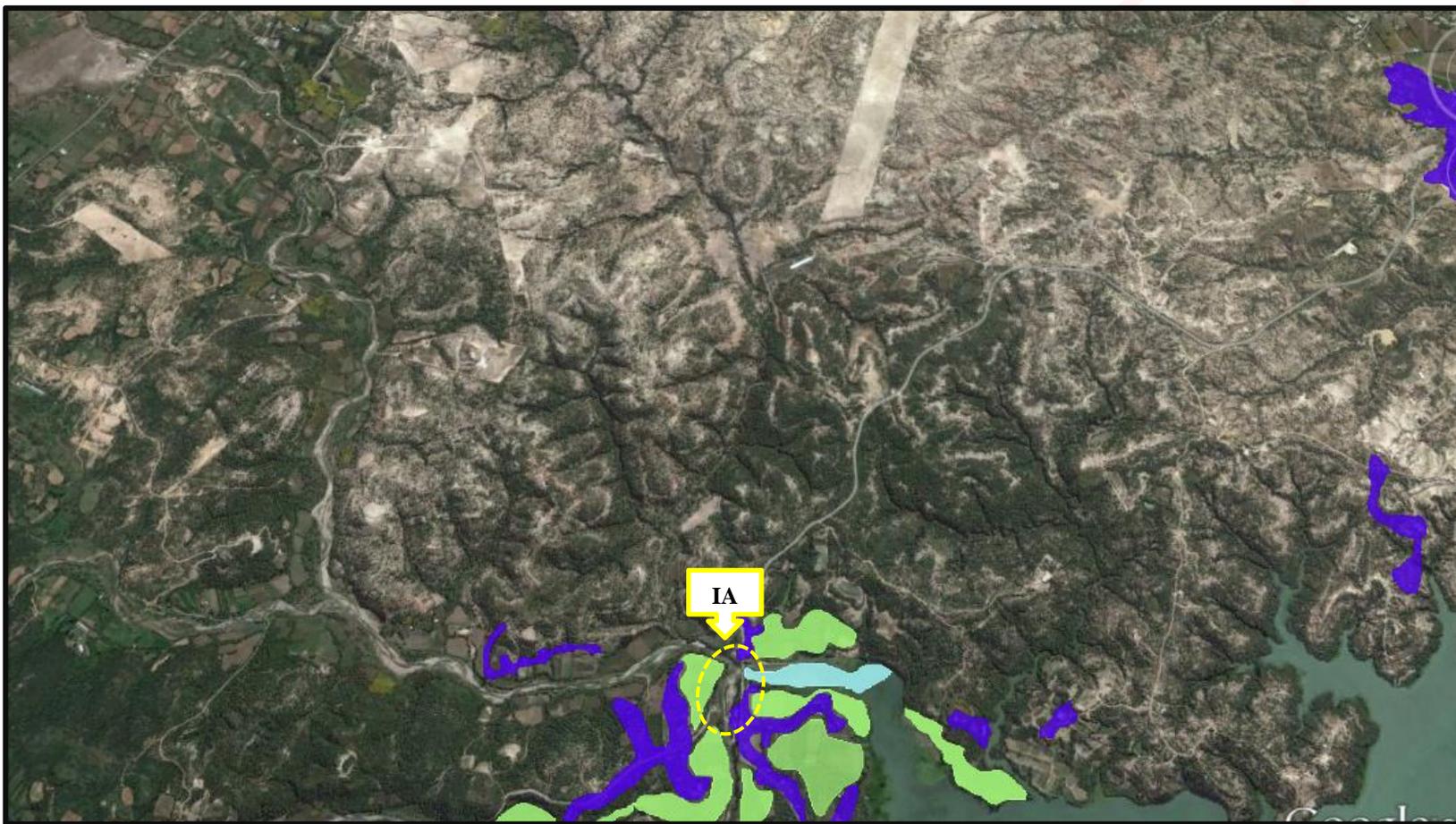
#### **4.1. ASPECTOS AMBIENTALES DEL LAGO SAN JACINTO**

El lago San Jacinto fue construido entre los años 1984 - 1989, consiste en una presa de doble curvatura con una altura máxima de 44.50 m. y una longitud de coronamiento que excede los 100 m. El dique de La Tablada tiene una longitud de 2790 m. y una altura de 33 m. Cuenta con un volumen de almacenamiento de 62.9 Hm<sup>3</sup>.

Para describir los aspectos ambientales del lago San Jacinto se dividió la zona de estudio en 4 cuadrantes, cada cuadrante con sus respectivas denominaciones; el cuadrante I denominado “Río Tolomosita”, el cuadrante II llamado el “Bosquecillo”, el cuadrante III “Río Mena” y el cuadrante IV llamado “Casetas de comida”.



## I. Río Tolomosita

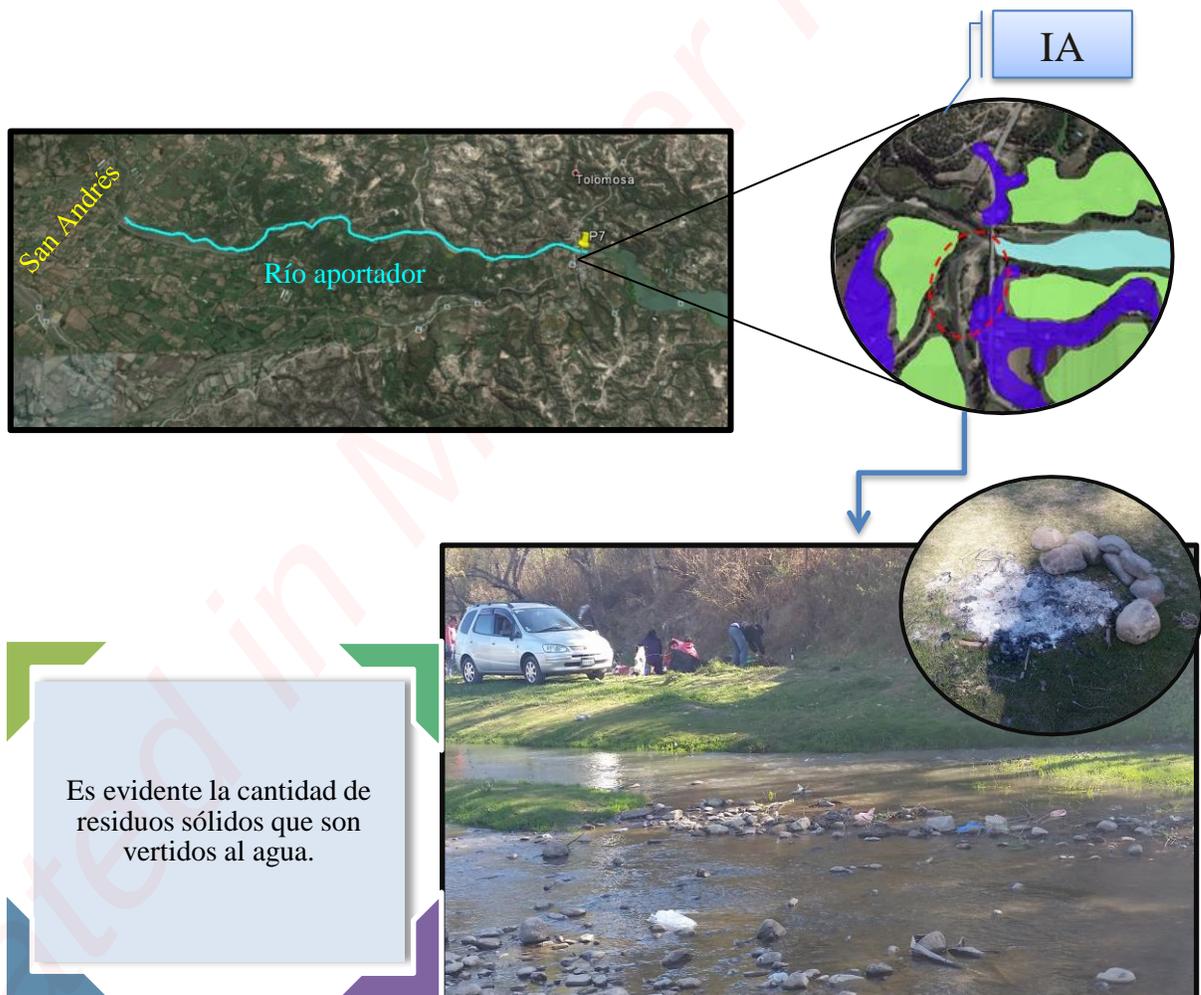


## I.A.

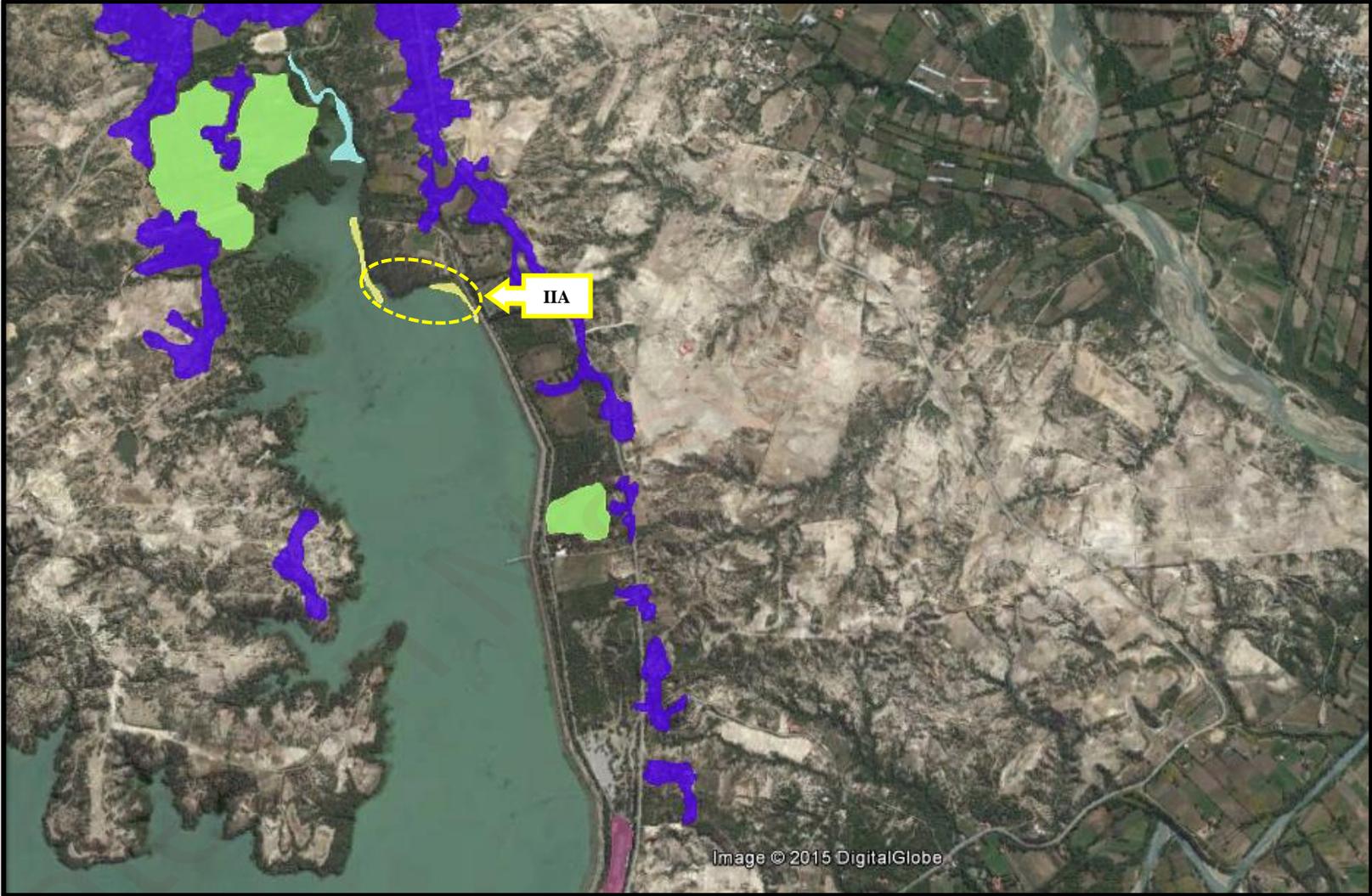
Uno de los ríos aportadores al lago es el de Tolomosita; lugar muy confluído especialmente los fines de semana como un lugar de recreación y esparcimiento, donde es evidente la cantidad de residuos sólidos que son vertidos y a la vez son arrastrados por el agua llegando a parar a la represa.

Aguas arriba se encuentra la comunidad de San Andrés, la cual no cuenta con alcantarillado sanitario, llegando a verter sus aguas residuales directamente al río anteriormente mencionado.

Todo esto tiene como punto final el lago San Jacinto, convirtiéndose en un fuerte foco de contaminación de las aguas del lago.

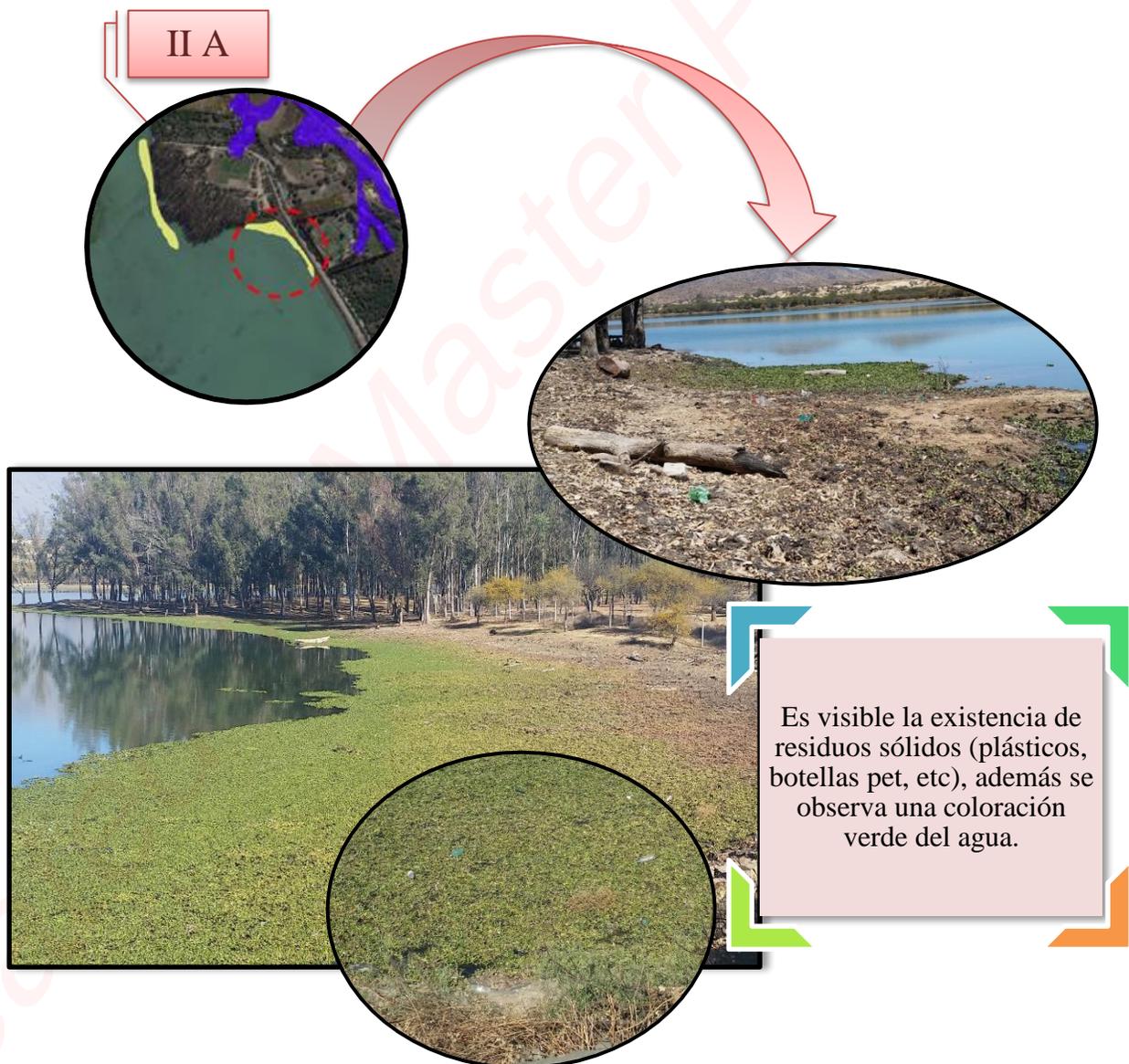


## II. Bosquecillo

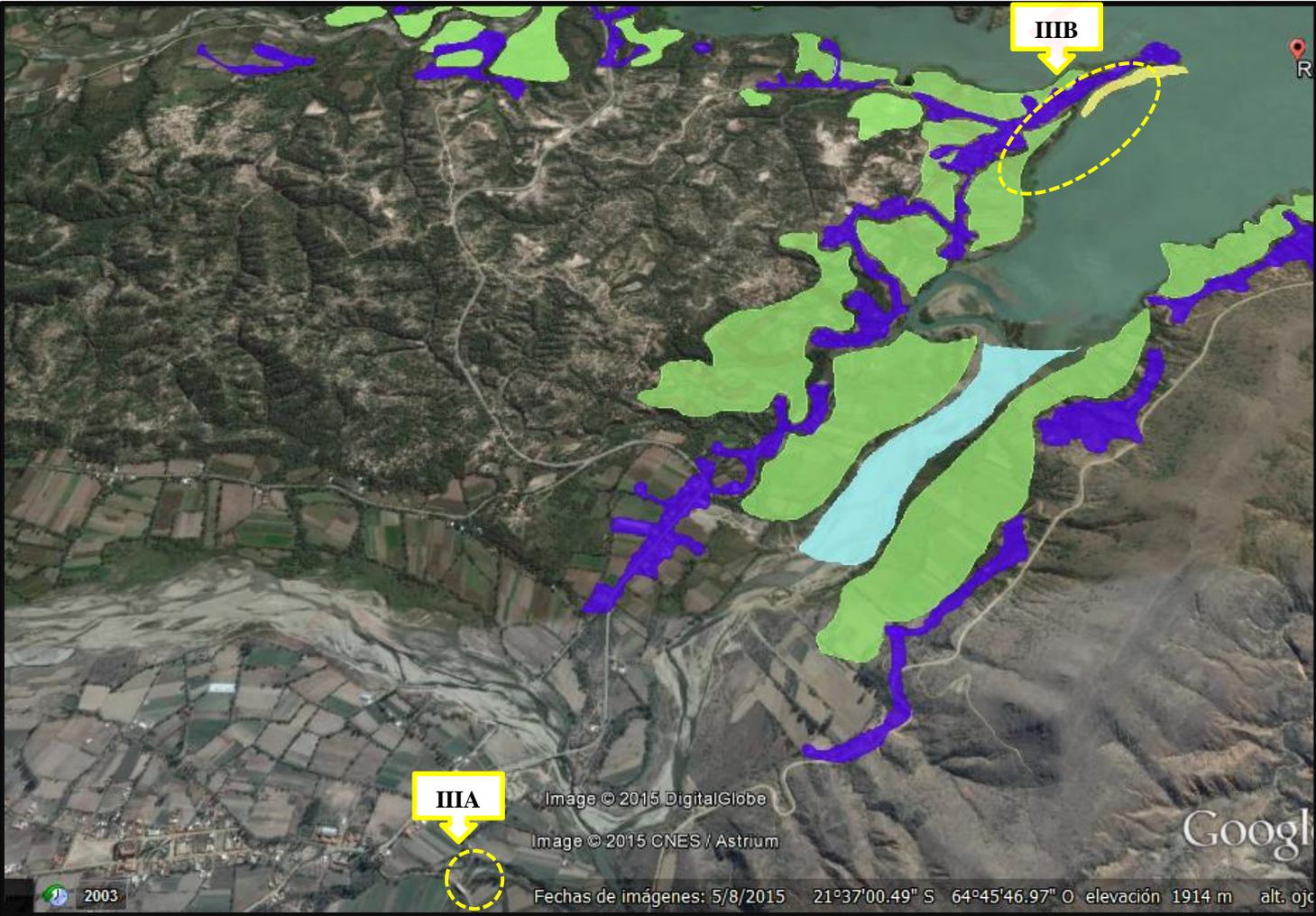


## II.A.

Lugar conocido como "El Bosquecillo", se encuentra en el sector de Tablada Grande. Preferido por muchas personas por la hermosa vista que brinda a cada uno que la visita, sin embargo, es visible la existencia de residuos sólidos (plásticos, botellas pet, etc.) en las orillas, deteriorando el paisaje, además debido a que las aguas están enriquecidas de nutrientes, la cantidad de plantas acuáticas (Jacintos de agua) es abundante y estas al morir y no ser retiradas del agua aceleran el proceso de eutrofización brindando una coloración verde al agua acompañado de un mal olor, esto ocasiona que el agua disminuya drásticamente su calidad.



III. Río Mena



### III.A.

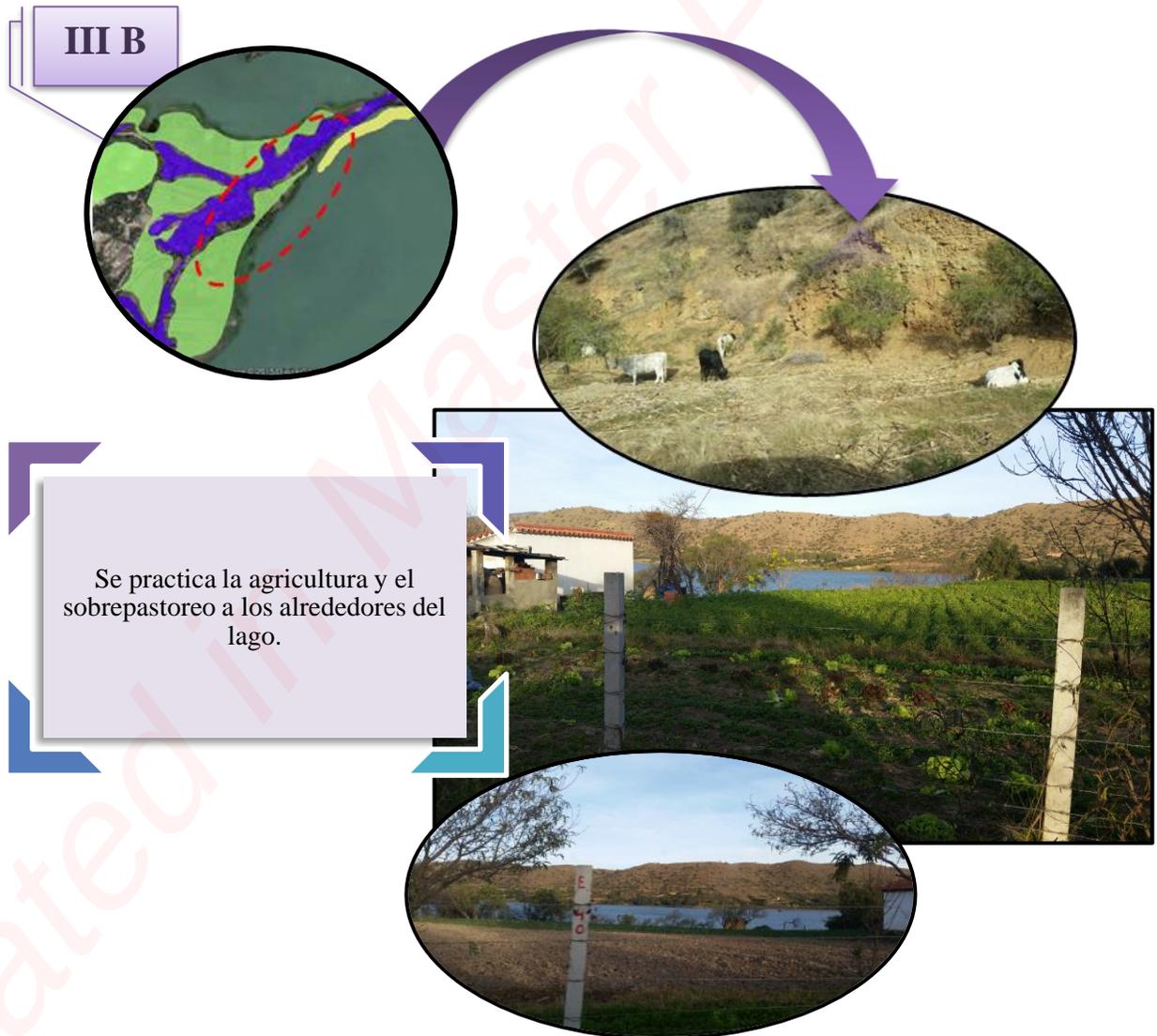
El río Mena otro de los ríos aportadores al lago San Jacinto, según estudios realizados anteriormente es catalogado como el río con mayor arrastre de sedimentos; presenta aguas con poca transparencia más aún en época de estiaje, de coloración verde a causa del excesivo contenido de nutrientes, ya que los sedimentos son uno de los factores que contribuyen al proceso de eutrofización.



### III.B.

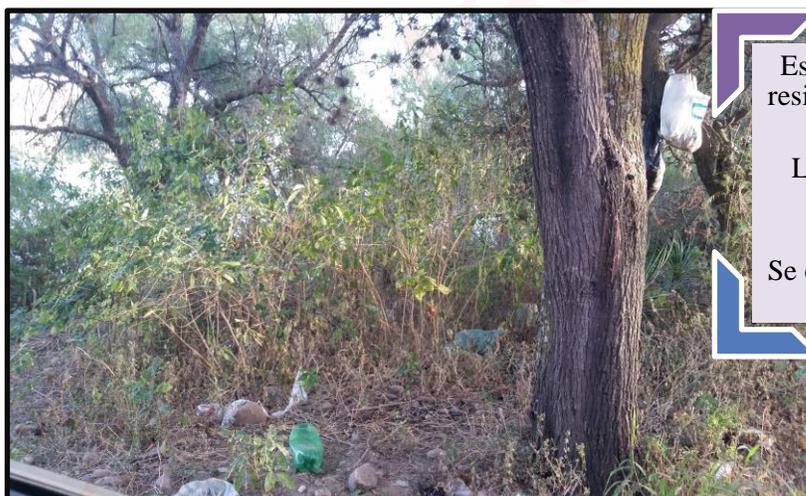
En Tolomosa, comunidad que limita con el lago, se practica mucho la agricultura y la ganadería por ser las principales fuentes de ingreso de las familias.

Estas actividades contribuyen a la disminución de la calidad del agua de la represa, se trata de una contaminación difusa con fertilizantes inorgánicos de origen industrial utilizados en la agricultura o por excrementos animales, a causa de una producción masiva de ganado. En la época de lluvia por escorrentía ocurre el arrastre del suelo aportando a las aguas del lago nitrógeno, en forma de nitrato y amonio, y fósforo, como fosfato, a la vez que cationes como potasio ( $K^+$ ), magnesio ( $Mg^{++}$ ), etc.



En el margen del lago que limita con la comunidad de Tolomosa Oeste se observa una gran cantidad de domicilios, así mismo, se encuentra en ejecución un resort hotel; sin embargo no se cuenta con conexiones de alcantarillado sanitario.

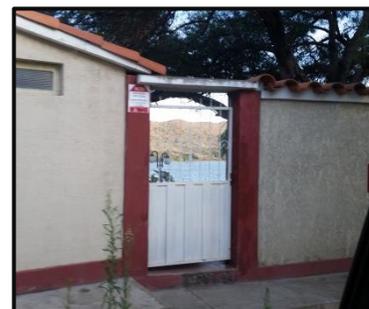
Por otra parte es visible la mala disposición de residuos sólidos en los alrededores, que con la ayuda de las lluvias va a terminar en las aguas de la represa, otorgando mal aspecto además de disminuir la calidad del agua.



Es visible la mala disposición de residuos sólidos en los alrededores del lago.

Los domicilios no cuentan con conexión de alcantarillado sanitario.

Se encuentra en ejecución un hotel resort .



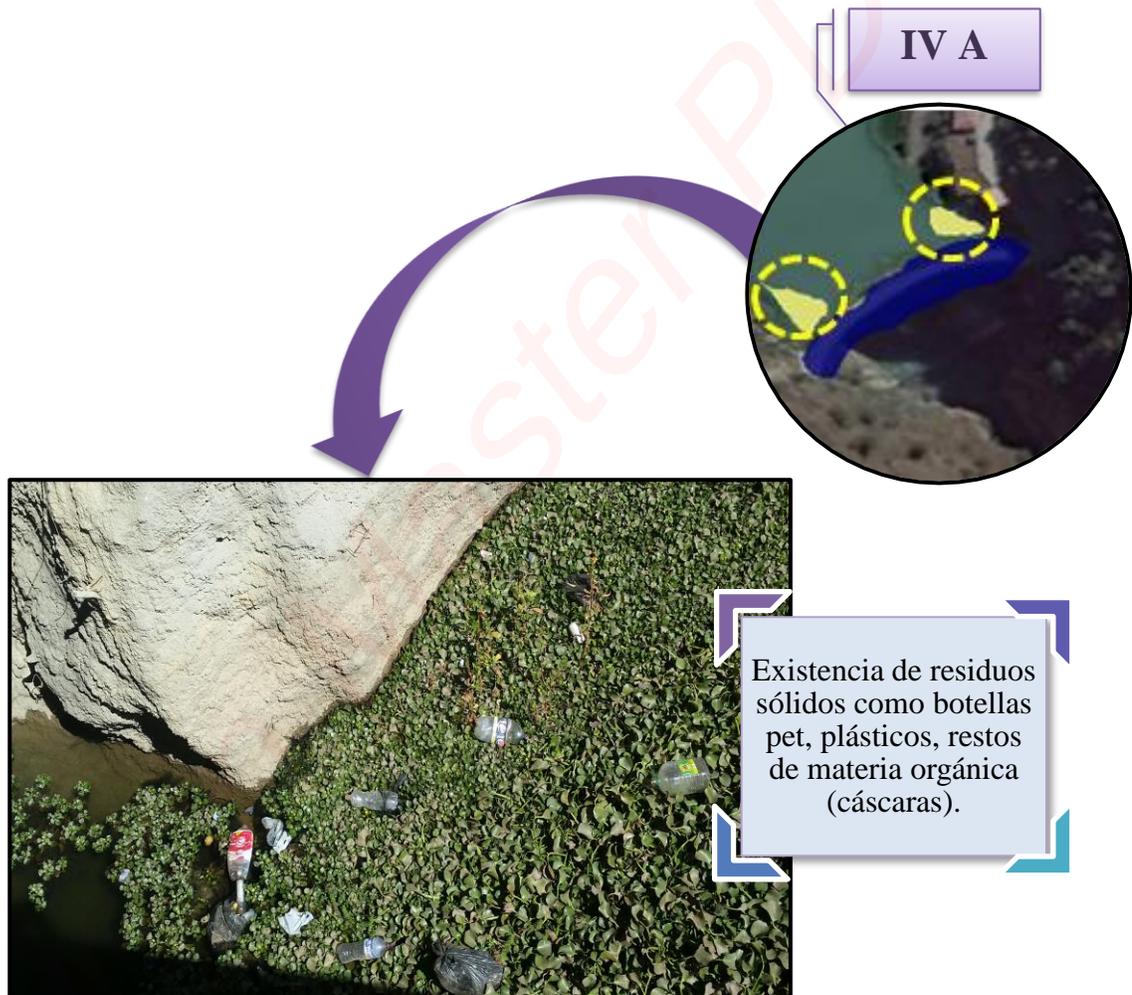
**IV. Casetas de comida**



#### IV.A.

En el embalse se observa la existencia de residuos sólidos como botellas pet, plásticos, restos de materia orgánica (cáscaras), producto de una mala disposición final y una inadecuada gestión de residuos sólidos, pese a que existe recolección de los residuos por el carro basurero dos veces a la semana.

Es un aspecto desfavorable para la calidad del agua y para turismo del lago San Jacinto, debido a que disminuye la calidad paisajística otorgando un mal aspecto.



## IV.B.

Existe una gran cantidad de residuos sólidos en las orillas del lago denotando un aspecto poco agradable a la vista de los turistas, estas acciones antropogénicas deterioran el paisaje natural, disminuyendo considerablemente la calidad del agua y de esta manera el atractivo turístico.



En el margen principal del lago San Jacinto, existen casetas de comida que ofrecen a los turistas diferentes platos con una variedad de frituras (pescados fritos), con alto contenido de grasas y aceites que terminan en el lago.

De estas casetas provienen tuberías de desagüe que desembocan al lago, vertiendo aguas residuales siendo una de las principales causas de la disminución de la calidad del agua del embalse.

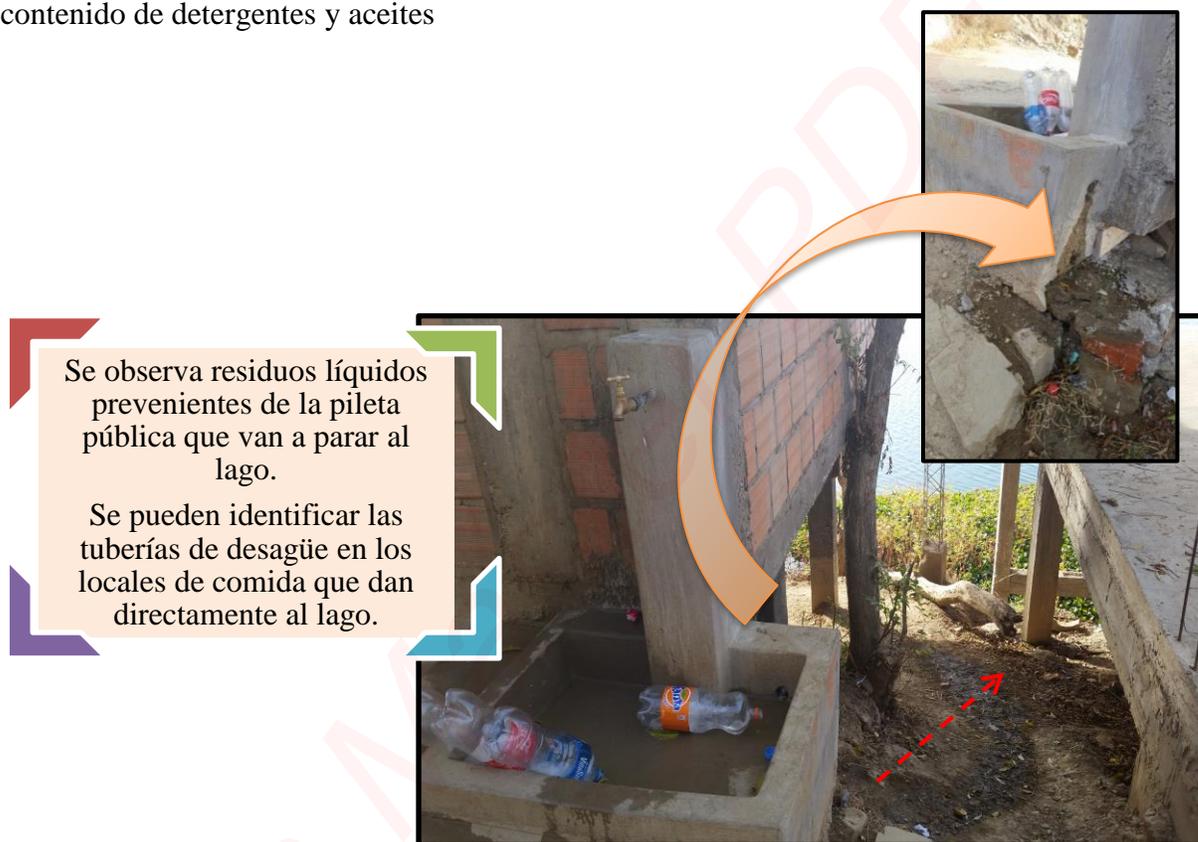


Se identificaron varias tuberías provenientes de las casetas de comida que desembocan al lago y puntos por donde evacuan aguas residuales.



Se observa una pileta pública, la cual es utilizada entre otros fines para evacuar residuos líquidos provenientes del lavado de materiales usados en la cocina (ollas, platos, etc.), agua que va a parar al lago San Jacinto.

De la misma manera existen en las casetas de comida tuberías para evacuar residuos líquidos provenientes de la limpieza del local. Estos desechos líquidos tienen un alto contenido de detergentes y aceites



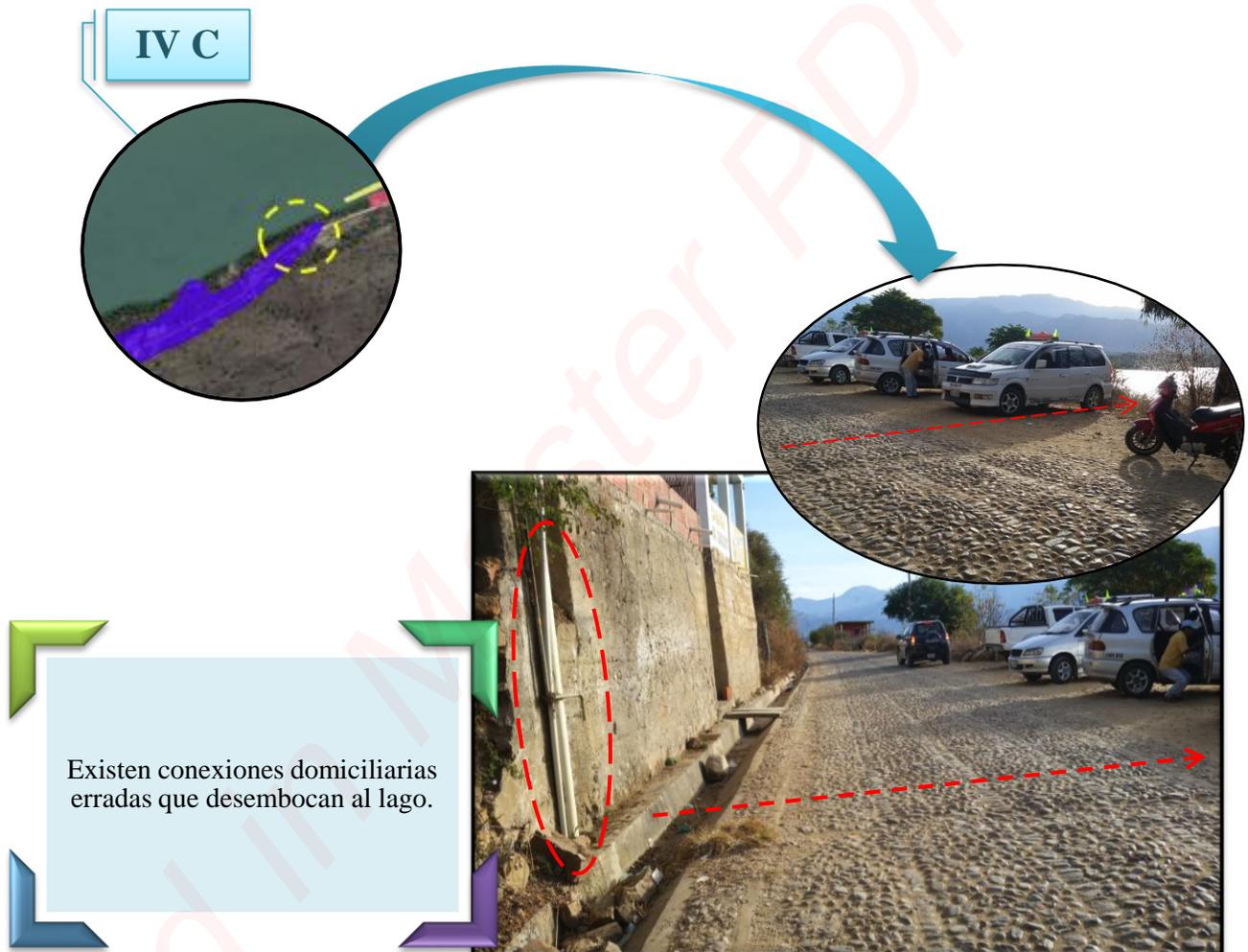
El lago San Jacinto es uno de los lugares turísticos de Tarija más frecuentados recibiendo aproximadamente 200 personas por día, llegando a alcanzar los 1000 turistas entre los meses de diciembre y febrero; sin embargo no cuenta baños públicos lo que obliga a las personas que visitan este sitio turístico a hacer uso como baño de lugares inapropiados (debajo de las casetas de comida), con la existencia de lluvias por efecto de la escorrentía todo esto es lavado llegando a parar a las aguas del lago. Esto significa una fuerte causa de contaminación de sus aguas.

La inexistencia de baños públicos obliga a las personas que visitan este sitio turístico a hacer uso como baño de lugares inapropiados, brindando mal aspecto a los alrededores.



#### IV.C.

Los domicilios no cuentan con conexión de alcantarillado sanitario, por consiguiente, no existe una planta de tratamiento que trate las aguas residuales; se cuenta con pozos sépticos, sin embargo es evidente la existencia de conexiones domiciliarias erradas que desembocan al lago.

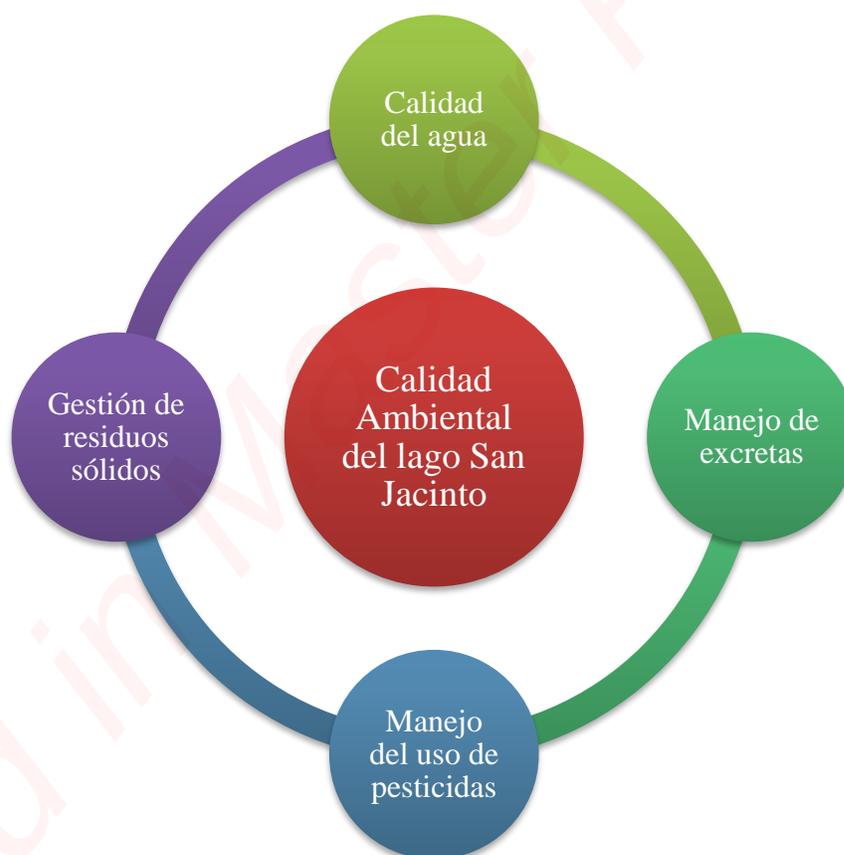


## 4.2. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DEL LAGO SAN JACINTO

La contaminación ambiental del lago San Jacinto depende principalmente de 4 aspectos:

- ✓ Calidad del agua
- ✓ Gestión de residuos sólidos
- ✓ Manejo de excretas
- ✓ Manejo del uso de pesticidas y fertilizantes

**Figura 4.1. Calidad Ambiental del Lago San Jacinto**



*Fuente: Elaboración propia*

#### **4.2.1. MANEJO DE EXCRETAS**

El incremento de las viviendas en los alrededores del Lago San Jacinto cada vez es mayor, pese a que el costo de los terrenos es bastante elevado y pese a la inexistencia de alcantarillado sanitario.

Al ser un lugar muy visitado por los turistas, entre otros, el problema radica en la inexistencia de baños públicos en las casetas de comida, la gente que visita el lugar se ve obligada a hacer sus necesidades biológicas en lugares que no son los adecuados.

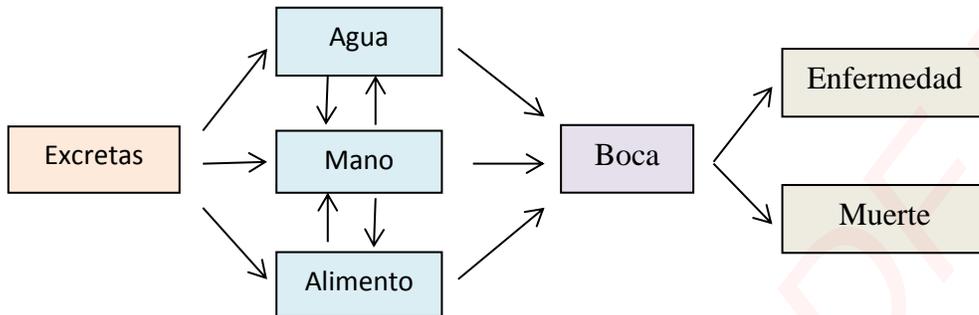
Este es un aspecto que afecta directamente a la contaminación ambiental del Lago San Jacinto; especialmente a la calidad del agua y del suelo. Las excretas al encontrarse al aire libre y por efecto de la escorrentía en época de lluvia, son arrastradas hasta la fuente de agua más cercana, en este caso el lago, aportando de esta manera un alto contenido de contaminantes como Coliformes fecales, que en concentraciones elevadas son una fuente de enfermedades infecciosas para las personas que hacen uso de este recurso. Es la principal causa del mal olor y proliferación de diferentes vectores.

La construcción de viviendas en los alrededores es mayor a medida que pasan los años, casas que alquilan para diferentes eventos como “La Casa del Lago”, incluso este año se observó la construcción de un hotel resort; sin embargo no existe conexión de alcantarillado sanitario, esta es la razón por la cual las viviendas cuentan con pozos sépticos.

El número de viviendas sin conexión de alcantarillado sanitario es elevado, entre 150 a 200 viviendas no cuentan con este servicio.

A continuación se muestra la ruta de contaminación por las excretas:

**Figura 4.2. Ruta de contaminación de las excretas**



*Fuente: Elaboración propia*

La disposición inadecuada de las excretas es una de las principales causas de contaminación ambiental y aparición de enfermedades.

Cuando se defeca al aire libre, la lluvia puede arrastrar las heces, contaminando corrientes de agua, cultivos y sembrados. Se pueden contraer enfermedades si se consume esta agua o los productos agrícolas contaminados por ella.

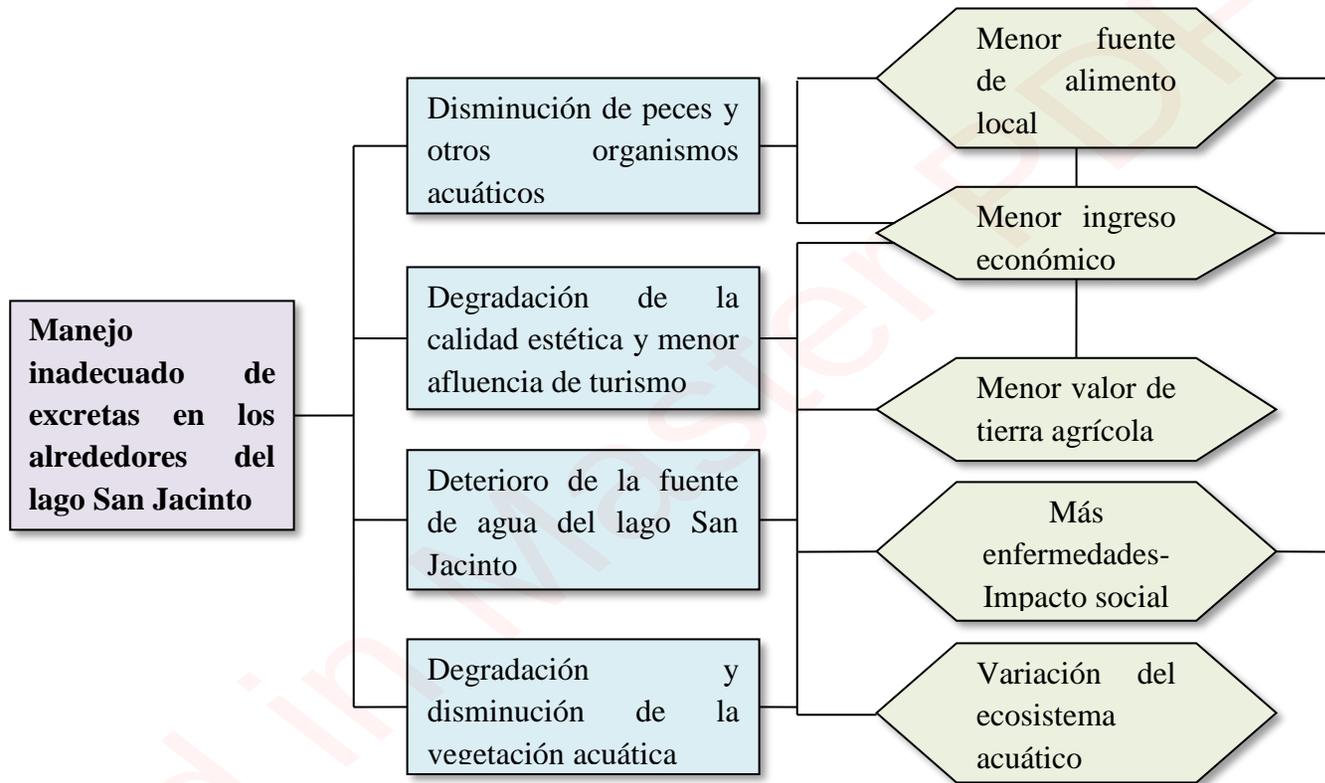
El manejo inadecuado de las excretas propicia la multiplicación de vectores generadores de enfermedades.

Cuando los insectos pisan las excretas, transportan en sus patas y cuerpos los microbios, parásitos y huevos que luego dejan sobre los alimentos. Si pisamos las heces la planta de nuestros zapatos pueden contaminarse, nuestros pies serán fácil vehículo de enfermedades.

En suma, se identifican una serie de impactos primarios como la disminución de peces y otros organismos acuáticos (en el lago San Jacinto se cuenta con una estación piscícola para la producción y venta de peces), la degradación de la calidad estética del paisaje da lugar a la menor afluencia del turismo, la disminución de la calidad del agua del lago y la degradación de la vegetación acuática. Estos impactos desencadenan en impactos secundarios como la disminución de la fuente de alimento local (peces), menor ingreso

económico, desvalorización de terrenos agrícolas, el incremento de enfermedades y la variación del ecosistema acuático. Como señala en el cuadro 4.3:

Figura 4.3. Impactos del inadecuado manejo de excretas



Fuente: Elaboración propia

#### **4.2.2. GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS**

El Lago San Jacinto al ser uno de los principales atractivos turísticos de la ciudad de Tarija es muy concurrido por la ciudadanía en general y turistas. Según encuestas realizadas a las vendedoras de comida del lugar, el número de personas que visitan diariamente es de 200, sin embargo el fin de semana este valor incrementa, llegando a albergar a aproximadamente 500 turistas y en época de verano, entre los meses de diciembre y febrero llegan a visitar alrededor de 1000 turistas.

La cantidad de residuos es directamente proporcional a la cantidad de visitantes, por lo tanto la producción de residuos sólidos generada por persona es amplia en su totalidad.

Actualmente existe un carro basurero que hace la recolección de los residuos sólidos en el margen de las casetas de comidas, los martes y jueves son los días que se realiza la recolección, sin embargo se sigue observando residuos en los alrededores del lago por lo que no es suficiente para mantener el lago San Jacinto fuera de la contaminación.

El área degradada por residuos sólidos es extensa, más del 70% de la superficie de los alrededores del lago San Jacinto tiene presencia de residuos.

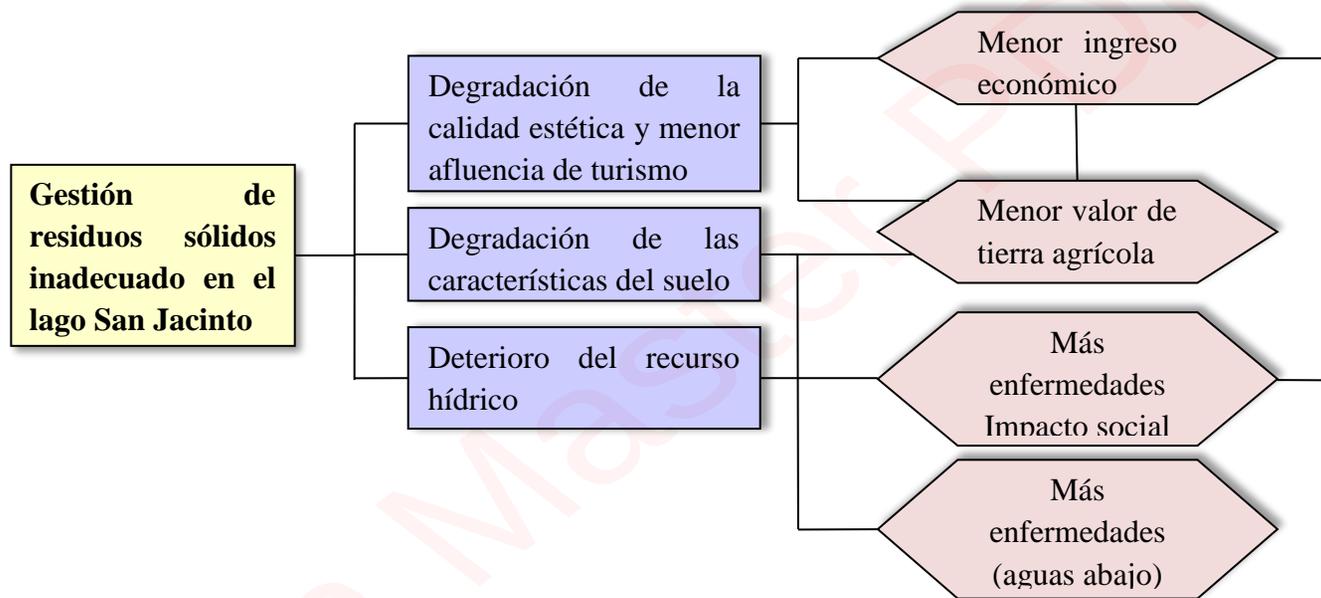
El abandono y la acumulación de desechos sólidos a cielo abierto es causa del deterioro estético y la desvalorización del terreno propio, y de las áreas adyacentes. Esto es debido a la contaminación causada por distintas sustancias contenidas en la basura, sin ningún control.

Este efecto es el más grave problema en cuanto a la contaminación ambiental por los residuos sólidos; sin embargo, es el menos reconocido. Afecta las aguas por el vertido directo de las basuras a los ríos y quebradas y por la mala disposición de líquido percolado (lixiviado), producto de los botaderos a cielo abierto estas descargas provocan el incremento de la carga orgánica y disminuyen el oxígeno disuelto, aumentando los niveles de nutrientes y algas que dan lugar al fenómeno de eutrofización en los cuerpos béticos de aguas y causando la muerte de peces, la generación de malos olores, el

deterioro del aspecto estético y la pérdida del recurso agua como fuente de abastecimiento a poblados.

Los impactos primarios generados por la inadecuada gestión de residuos sólidos son la degradación de la calidad estética y por consiguiente menor afluencia de turismo, la degradación de las características del suelo y el deterioro del recurso hídrico. Los impactos secundarios que van de la mano de los primarios son el menor ingreso económico, la desvalorización de las tierras agrícolas y el incremento de enfermedades (Impacto social). Como se muestra en el cuadro 4.4:

**Figura 4.4. Impactos por la inadecuada gestión de residuos sólidos**



*Fuente: Elaboración propia*

### **4.2.3. MANEJO DEL USO DE PESTICIDAS Y FERTILIZANTES**

La mayoría de los comunarios que viven en los alrededores del lago San Jacinto, tiene como principal fuente de ingreso económico la agricultura. El área de tierras agrícolas cultivables en los alrededores es extensa, con más de 1000 hectáreas.

La problemática radica en el mal uso de productos químicos (plaguicidas, pesticidas, etc.), los cuales tienen efectos negativos en el medio ambiente en conjunto. Son la principal fuente de contaminación del agua por nitratos, fosfatos y plaguicidas, son la mayor fuente antropogénica de gases responsables del efecto invernadero, metano y óxido nitroso; contaminantes del aire y del agua. También contribuyen a la degradación de la tierra y la salinización.

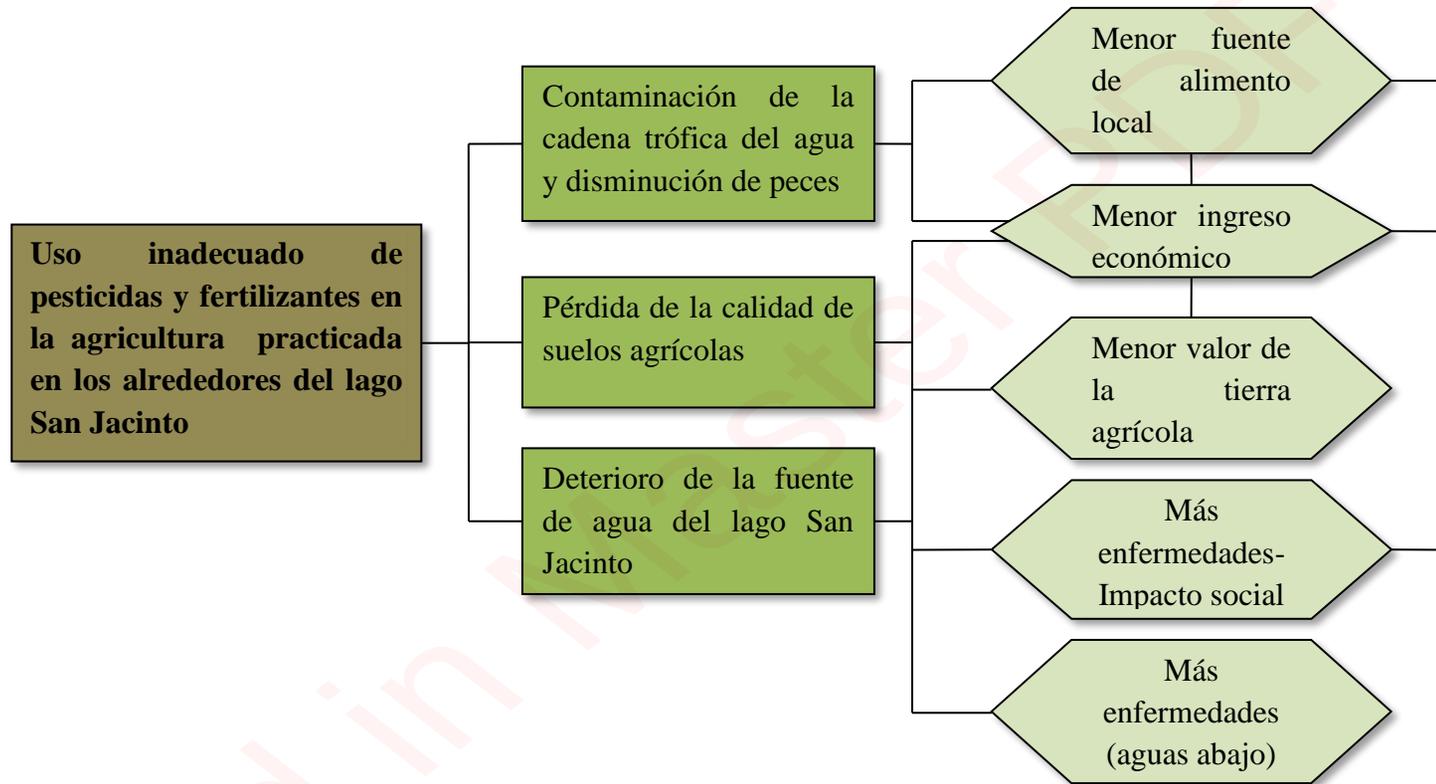
Los insecticidas organoclorados, debido a su estructura química, resisten la degradación química y bacteriana. Cuando son liberados permanecen inalterados por largo tiempo en el ambiente. Como son sustancias poco solubles en agua se evaporan pasando al aire o uniéndose a las partículas del suelo, como vapor o polvo. Pueden ser transportados grandes distancias y nuevamente ser depositados a través de lluvias sobre la tierra o aguas superficiales.

Desde las aguas superficiales, estas sustancias tienden a ser absorbidas por pequeños organismos llamados plancton entrando de esta manera en los niveles más bajos de la cadena alimentaria. Como los animales superiores y los peces comen a estos pequeños animales los contaminantes pasan a lo más alto de la cadena trófica.

El último eslabón de la misma puede ser el hombre cuando se alimenta de peces contaminados. Como estas sustancias se acumulan en las grasas de un organismo su concentración va aumentando en cada etapa de la cadena.

El aumento de la concentración del contaminante en los tejidos animales en cada etapa de la cadena se lo conoce como biomagnificación.

Figura 4.5. Impactos por el inadecuado uso de pesticidas y fertilizantes



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4. CALIDAD DEL AGUA

La gestión de residuos sólidos, manejo de excretas y el uso de pesticidas, son los aspectos determinantes de la calidad del agua del lago San Jacinto. El inadecuado manejo de uno de ellos va a influir directamente en la contaminación del recurso hídrico.

Para la determinación de la calidad del agua se determinaron 9 puntos de muestreo de agua tomando en cuenta los ríos aportadores (Puntos N°1, 5, 6, 7) con motivo de saber si la contaminación es generada in situ o si viene con los cursos de agua que ingresan al lago; de la misma manera se determinó tomar muestras en las orillas de la represa donde hay viviendas (Punto N°4, 8), cerca de los locales de comida (Punto N°3) para ver si es que son un foco de contaminación, en la toma de agua (Punto N°2) y en el rompe cargas (Punto N°9). El muestreo se realizó el 8 de Junio del presente año.

Los puntos de muestreo se los señala a continuación:



A continuación los cuadros comparativos, de cada punto, respecto de la legislación ambiental y la descripción del entorno en cada caso.

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	Clase "A" LMA 1333	Clase "B" LMA 1333	Clase "C" LMA 1333	P1
<b>Análisis Físicos</b>						
1	Temperatura	°C	+/- 3	+/- 3	+/- 3	19.50
2	Turbiedad	NTU	<10	<50	<100<200	7.25
3	pH		6.0 a 8.5	6.0 a 9.0	6.0 a 9.0	6.30
4	Sólidos totales disueltos	mg/l	1000	1000	15000	14.73
5	Color	Unid. APHA	<10	<50	<100	1
<b>Análisis Químico</b>						
6	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	<2	<5	<20	3.0
7	Fósforo total (como PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	mg/l	0.4 c. Orthp	0.5 c. Orthp	1.0 c. Orthp	1.47
8	Nitratos (como NO <sub>3</sub> -)	mg/l	20.0 c. NO <sub>3</sub>	50.0 c. NO <sub>3</sub>	50.0 c. NO <sub>3</sub>	4.56
9	Nitritos (como NO <sub>2</sub> -)	mg/l	1.0 c. N.	1.0 c. N.	1.0 c. N.	0.03
10	Nitrógeno amoniacal (como NH <sub>3</sub> )	mg/l	0.5 c. NH <sub>3</sub>	1.0 c. NH <sub>3</sub>	2 c. NH <sub>3</sub>	<0.5
11	Calcio	mg/l	200	300	300	3.00
12	Cloruros	mg/l	250 c. Cl	300 c. Cl	400 c. Cl	0.89
13	Sulfatos	mg/l	300 c. SO <sub>4</sub>	400 c. SO <sub>4</sub>	400 c. SO <sub>4</sub>	5.41
14	Magnesio	mg/l	100 c. Mg	100 c. Mg	150 c. Mg	0.96
15	Sodio	mg/l	200	200	200	3.00
16	Hierro	mg/l	0.3c. Fe	0.3c. Fe	1.0 c. Fe	0.06
17	Plomo	mg/l	0.05c. Pb	0.05c. Pb	0.05c. Pb	<0.03
18	Manganeso	mg/l	0.5 c. Mn	1.0 c. Mn	1.0 c. Mn	0.10
<b>Análisis Bacteriológico – Fitoplancton</b>						
19	Coliformes Fecales	NMP/100 ml	<50	<1000	<5000	6.70E+0 1



En este punto según la Ley de Medio Ambiente N° 1333, de acuerdo a la aptitud de uso es clasificada como agua de "CLASE B", el parámetro que lo hace de esta clase es la DBO<sub>5</sub> con un valor de 3 mg/l.

Es la entrada de uno de los ríos aportadores al lago, el agua en ese punto presenta una coloración verdosa, existe la presencia de residuos sólidos en el agua, se practica la agricultura en las orillas.

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	Clase "A" LMA 1333	Clase "B" LMA 1333	Clase "C" LMA 1333	P2
<b>Análisis Físicos</b>						
1	Temperatura	°C	+/- 3	+/- 3	+/- 3	19.00
2	Turbiedad	NTU	<10	<50	<100<200	4.51
3	pH		6.0 a 8.5	6.0 a 9.0	6.0 a 9.0	6.70
4	Sólidos totales disueltos	mg/l	1000	1000	15000	14.43
5	Color	Unid. APHA	<10	<50	<100	1.60
<b>Análisis Químico</b>						
6	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	<2	<5	<20	<2
7	Fósforo total (como PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	mg/l	0.4 c. Orthp	0.5 c. Orthp	1.0 c. Orthp	1.62
8	Nitratos (como NO <sub>3</sub> -)	mg/l	20.0 c. NO <sub>3</sub>	50.0 c. NO <sub>3</sub>	50.0 c. NO <sub>3</sub>	3.69
9	Nitritos (como NO <sub>2</sub> -)	mg/l	1.0 c. N.	1.0 c. N.	1.0 c. N.	0.10
10	Nitrógeno amoniacal (como NH <sub>3</sub> )	mg/l	0.5 c. NH <sub>3</sub>	1.0 c. NH <sub>3</sub>	2 c. NH <sub>3</sub>	<0.5
11	Calcio	mg/l	200	300	300	3.00
12	Cloruros	mg/l	250 c. Cl	300 c. Cl	400 c. Cl	1.01
13	Sulfatos	mg/l	300 c. SO <sub>4</sub>	400 c. SO <sub>4</sub>	400 c. SO <sub>4</sub>	5.15
14	Magnesio	mg/l	100 c. Mg	100 c. Mg	150 c. Mg	0.81
15	Sodio	mg/l	200	200	200	2.90
16	Hierro	mg/l	0.3c. Fe	0.3c. Fe	1.0 c. Fe	0.06
17	Plomo	mg/l	0.05c. Pb	0.05c. Pb	0.05c. Pb	<0.03
18	Manganeso	mg/l	0.5 c. Mn	1.0 c. Mn	1.0 c. Mn	0.04
<b>Análisis Bacteriológico – Fitoplancton</b>						
19	Coliformes Fecales	NMP/ 100ml	<50	<1000	<5000	7.80E +01



Este punto es en la toma de agua que va para riego y para generación de energía eléctrica, de acuerdo a la clasificación de la LMA 1333 el agua en este punto es de "CLASE B" según su aptitud de uso, el parámetro que lo convierte de este tipo son los Coliformes fecales con un valor de 78 NMP/100ml.

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	Clase "A" LMA 1333	Clase "B" LMA 1333	Clase "C" LMA 1333	P3
<b>Análisis Físicos</b>						
1	Temperatura	°C	+/- 3	+/- 3	+/- 3	19.00
2	Turbiedad	NTU	<10	<50	<100<200	5.93
3	pH		6.0 a 8.5	6.0 a 9.0	6.0 a 9.0	6.50
4	Sólidos totales disueltos	mg/l	1000	1000	15000	14.90
5	Color	Unid. APHA	<10	<50	<100	2.60
<b>Análisis Químico</b>						
6	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	<2	<5	<20	<2
7	Fósforo total (como PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	mg/l	0.4 c. Orthp	0.5 c. Orthp	1.0 c. Orthp	1.72
8	Nitratos (como NO <sub>3</sub> -)	mg/l	20.0 c. NO <sub>3</sub>	50.0 c. NO <sub>3</sub>	50.0 c. NO <sub>3</sub>	4.92
9	Nitritos (como NO <sub>2</sub> -)	mg/l	1.0 c. N.	1.0 c. N.	1.0 c. N.	0.19
10	Nitrógeno amoniacal (como NH <sub>3</sub> )	mg/l	0.5 c. NH <sub>3</sub>	1.0 c. NH <sub>3</sub>	2 c. NH <sub>3</sub>	<0.5
11	Calcio	mg/l	200	300	300	3.60
12	Cloruros	mg/l	250 c. Cl	300 c. Cl	400 c. Cl	0.76
13	Sulfatos	mg/l	300 c. SO <sub>4</sub>	400 c. SO <sub>4</sub>	400 c. SO <sub>4</sub>	5.27
14	Magnesio	mg/l	100 c. Mg	100 c. Mg	150 c. Mg	0.39
15	Sodio	mg/l	200	200	200	3.30
16	Hierro	mg/l	0.3c. Fe	0.3c. Fe	1.0 c. Fe	0.06
17	Plomo	mg/l	0.05c. Pb	0.05c. Pb	0.05c. Pb	<0.03
18	Manganeso	mg/l	0.5 c. Mn	1.0 c. Mn	1.0 c. Mn	0.09
<b>Análisis Bacteriológico – Fitoplancton</b>						
19	Coliformes Fecales	NMP/ 100ml	<50	<1000	<5000	8.10E +01



Este punto es de las casetas de comida, de acuerdo a la LMA N° 1333 es caracterizada como agua de "CLASE B", lo que la convierte de esta clase son los Coliformes fecales con un valor de 81 NMP/100ml. El agua en este sitio presenta un fuerte olor a pescado, y tiene un aspecto aceitoso, existen jacintos de agua en las orillas.

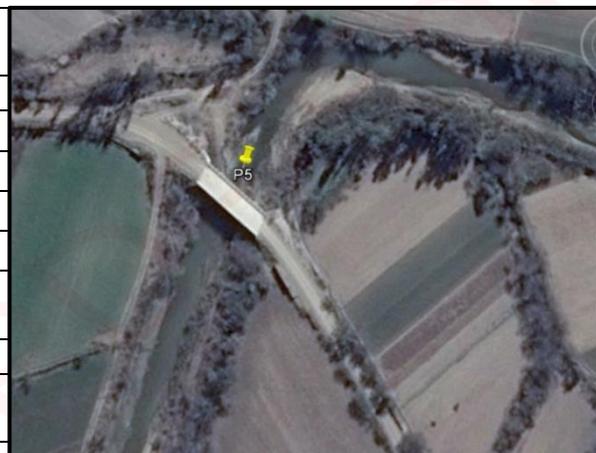
N°	PARÁMETRO	UNIDAD	Clase "A" LMA 1333	Clase "B" LMA 1333	Clase "C" LMA 1333	P4
<b>Análisis Físicos</b>						
1	Temperatura	°C	+/- 3	+/- 3	+/- 3	19.00
2	Turbiedad	NTU	<10	<50	<100<200	3.95
3	pH		6.0 a 8.5	6.0 a 9.0	6.0 a 9.0	6.50
4	Sólidos totales disueltos	mg/l	1000	1000	15000	14.31
5	Color	Unid. APHA	<10	<50	<100	6.40
<b>Análisis Químico</b>						
6	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	<2	<5	<20	<2
7	Fósforo total (como PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	mg/l	0.4 c. Orthp	0.5 c. Orthp	1.0 c. Orthp	2.12
8	Nitratos (como NO <sub>3</sub> -)	mg/l	20.0 c. NO <sub>3</sub>	50.0 c. NO <sub>3</sub>	50.0 c. NO <sub>3</sub>	3.27
9	Nitritos (como NO <sub>2</sub> -)	mg/l	1.0 c. N.	1.0 c. N.	1.0 c. N.	0.12
10	Nitrógeno amoniacal (como NH <sub>3</sub> )	mg/l	0.5 c. NH <sub>3</sub>	1.0 c. NH <sub>3</sub>	2 c. NH <sub>3</sub>	<0.5
11	Calcio	mg/l	200	300	300	3.20
12	Cloruros	mg/l	250 c. Cl	300 c. Cl	400 c. Cl	0.71
13	Sulfatos	mg/l	300 c. SO <sub>4</sub>	400 c. SO <sub>4</sub>	400 c. SO <sub>4</sub>	6.12
14	Magnesio	mg/l	100 c. Mg	100 c. Mg	150 c. Mg	0.58
15	Sodio	mg/l	200	200	200	3.00
16	Hierro	mg/l	0.3c. Fe	0.3c. Fe	1.0 c. Fe	0.06
17	Plomo	mg/l	0.05c. Pb	0.05c. Pb	0.05c. Pb	<0.03
18	Manganeso	mg/l	0.5 c. Mn	1.0 c. Mn	1.0 c. Mn	0.09
<b>Análisis Bacteriológico – Fitoplancton</b>						
19	Coliformes Fecales	NMP/ 100ml	<50	<1000	<5000	5.80E +01



En este punto de muestreo el agua es de "CLASE B" de acuerdo a la Ley de Medio Ambiente N° 1333, los Coliformes fecales son el parámetro que la hace de esta clase con un valor de 58 NMP/100ml.

La coloración del agua en esta zona es verdosa, en la orilla existen los jacintos de agua

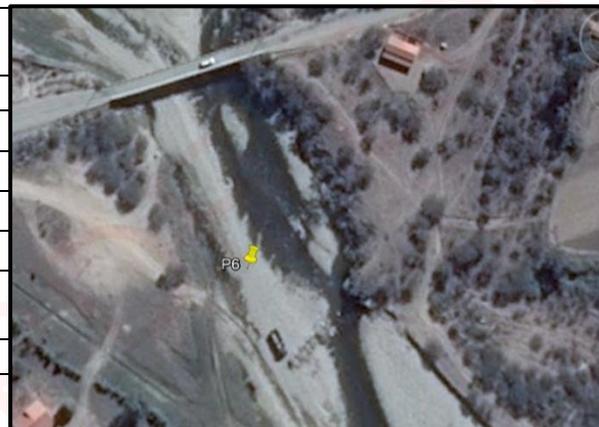
N°	PARÁMETRO	UNIDAD	Clase "A" LMA 1333	Clase "B" LMA 1333	Clase "C" LMA 1333	P5
<b>Análisis Físicos</b>						
1	Temperatura	°C	+/- 3	+/- 3	+/- 3	19.10
2	Turbiedad	NTU	<10	<50	<100<200	17.00
3	pH		6.0 a 8.5	6.0 a 9.0	6.0 a 9.0	6.30
4	Sólidos totales disueltos	mg/l	1000	1000	15000	26.63
5	Color	Unid. APHA	<10	<50	<100	2.40
<b>Análisis Químico</b>						
6	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	<2	<5	<20	4.40
7	Fósforo total (como PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	mg/l	0.4 c. Orthp	0.5 c. Orthp	1.0 c. Orthp	1.11
8	Nitratos (como NO <sub>3</sub> -)	mg/l	20.0 c. NO <sub>3</sub>	50.0 c. NO <sub>3</sub>	50.0 c. NO <sub>3</sub>	4.71
9	Nitritos (como NO <sub>2</sub> -)	mg/l	1.0 c. N.	1.0 c. N.	1.0 c. N.	0.21
10	Nitrógeno amoniacal (como NH <sub>3</sub> )	mg/l	0.5 c. NH <sub>3</sub>	1.0 c. NH <sub>3</sub>	2 c. NH <sub>3</sub>	<0.5
11	Calcio	mg/l	200	300	300	6.00
12	Cloruros	mg/l	250 c. Cl	300 c. Cl	400 c. Cl	0.71
13	Sulfatos	mg/l	300 c. SO <sub>4</sub>	400 c. SO <sub>4</sub>	400 c. SO <sub>4</sub>	13.24
14	Magnesio	mg/l	100 c. Mg	100 c. Mg	150 c. Mg	1.94
15	Sodio	mg/l	200	200	200	4.00
16	Hierro	mg/l	0.3c. Fe	0.3c. Fe	1.0 c. Fe	0.08
17	Plomo	mg/l	0.05c. Pb	0.05c. Pb	0.05c. Pb	<0.03
18	Manganeso	mg/l	0.5 c. Mn	1.0 c. Mn	1.0 c. Mn	0.13
<b>Análisis Bacteriológico – Fitoplancton</b>						
19	Coliformes Fecales	NMP/ 100ml	<50	<1000	<5000	7.80E +01



Este punto es en la entrada del río Mena, aportador al lago San Jacinto, según la LMA N° 1333 es agua de "CLASE B", el parámetro que lo convierte de esta clase es la DBO<sub>5</sub> la cual es de 4.40 mg/l, siendo la más alta de los puntos de muestreo y los Coliformes fecales con un valor de 78 NMP/100ml.

Se observa que es el río aportador con más arrastre de sedimentos, presenta aguas con poca transparencia.

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	Clase "A" LMA 1333	Clase "B" LMA 1333	Clase "C" LMA 1333	P6
<b>Análisis Físicos</b>						
1	Temperatura	°C	+/- 3	+/- 3	+/- 3	19.10
2	Turbiedad	NTU	<10	<50	<100<200	1.83
3	pH		6.0 a 8.5	6.0 a 9.0	6.0 a 9.0	6.70
4	Sólidos totales disueltos	mg/l	1000	1000	15000	9.77
5	Color	Unid. APHA	<10	<50	<100	0.80
<b>Análisis Químico</b>						
6	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	<2	<5	<20	<2
7	Fósforo total (como PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	mg/l	0.4 c. Orthp	0.5 c. Orthp	1.0 c. Orthp	0.65
8	Nitratos (como NO <sub>3</sub> -)	mg/l	20.0 c. NO <sub>3</sub>	50.0 c. NO <sub>3</sub>	50.0 c. NO <sub>3</sub>	5.00
9	Nitritos (como NO <sub>2</sub> -)	mg/l	1.0 c. N.	1.0 c. N.	1.0 c. N.	0.02
10	Nitrógeno amoniacal (como NH <sub>3</sub> )	mg/l	0.5 c. NH <sub>3</sub>	1.0 c. NH <sub>3</sub>	2 c. NH <sub>3</sub>	<0.5
11	Calcio	mg/l	200	300	300	2.00
12	Cloruros	mg/l	250 c. Cl	300 c. Cl	400 c. Cl	0.03
13	Sulfatos	mg/l	300 c. SO <sub>4</sub>	400 c. SO <sub>4</sub>	400 c. SO <sub>4</sub>	2.46
14	Magnesio	mg/l	100 c. Mg	100 c. Mg	150 c. Mg	0.55
15	Sodio	mg/l	200	200	200	1.70
16	Hierro	mg/l	0.3c. Fe	0.3c. Fe	1.0 c. Fe	0.08
17	Plomo	mg/l	0.05c. Pb	0.05c. Pb	0.05c. Pb	<0.03
18	Manganeso	mg/l	0.5 c. Mn	1.0 c. Mn	1.0 c. Mn	0.08
<b>Análisis Bacteriológico – Fitoplancton</b>						
19	Coliformes Fecales	NMP/ 100ml	<50	<1000	<5000	1.00E +02



Otro de los ríos aportadores al lago San Jacinto, en este punto el agua es clasificada como "CLASE B", según la Ley del Medio Ambiente N° 1333, los Coliformes fecales con un valor de 100 NMP/100ml son el parámetro que lo clasifica de esta manera. Este lugar es muy frecuentado por la ciudadanía especialmente los fines de semana como un lugar de recreación, se observan terrenos agrícolas alrededor.

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	Clase "A" LMA 1333	Clase "B" LMA 1333	Clase "C" LMA 1333	P7
<b>Análisis Físicos</b>						
1	Temperatura	°C	+/- 3	+/- 3	+/- 3	19.00
2	Turbiedad	NTU	<10	<50	<100<200	4.19
3	pH		6.0 a 8.5	6.0 a 9.0	6.0 a 9.0	6.70
4	Sólidos totales disueltos	mg/l	1000	1000	15000	15.54
5	Color	Unid. APHA	<10	<50	<100	4.00
<b>Análisis Químico</b>						
6	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	<2	<5	<20	<2
7	Fósforo total (como PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	mg/l	0.4 c. Orthp	0.5 c. Orthp	1.0 c. Orthp	1.45
8	Nitratos (como NO <sub>3</sub> -)	mg/l	20.0 c. NO <sub>3</sub>	50.0 c. NO <sub>3</sub>	50.0 c. NO <sub>3</sub>	4.41
9	Nitritos (como NO <sub>2</sub> -)	mg/l	1.0 c. N.	1.0 c. N.	1.0 c. N.	0.02
10	Nitrógeno amoniacal (como NH <sub>3</sub> )	mg/l	0.5 c. NH <sub>3</sub>	1.0 c. NH <sub>3</sub>	2 c. NH <sub>3</sub>	<0.5
11	Calcio	mg/l	200	300	300	3.20
12	Cloruros	mg/l	250 c. Cl	300 c. Cl	400 c. Cl	0.42
13	Sulfatos	mg/l	300 c. SO <sub>4</sub>	400 c. SO <sub>4</sub>	400 c. SO <sub>4</sub>	6.63
14	Magnesio	mg/l	100 c. Mg	100 c. Mg	150 c. Mg	0.89
15	Sodio	mg/l	200	200	200	3.00
16	Hierro	mg/l	0.3c. Fe	0.3c. Fe	1.0 c. Fe	0.09
17	Plomo	mg/l	0.05c. Pb	0.05c. Pb	0.05c. Pb	<0.03
18	Manganeso	mg/l	0.5 c. Mn	1.0 c. Mn	1.0 c. Mn	0.05
<b>Análisis Bacteriológico – Fitoplancton</b>						
19	Coliformes Fecales	NMP/ 100ml	<50	<1000	<5000	1.10E +02



Otro de los ríos aportadores al lago San Jacinto, en este punto el agua es clasificada como "CLASE B", según la Ley del Medio Ambiente N° 1333, con un valor de Coliformes fecales igual a 110 NMP/100ml. En los alrededores de este punto se observan terrenos agrícolas.

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	Clase "A" LMA 1333	Clase "B" LMA 1333	Clase "C" LMA 1333	P8
<b>Análisis Físicos</b>						
1	Temperatura	°C	+/- 3	+/- 3	+/- 3	19.00
2	Turbiedad	NTU	<10	<50	<100<200	5.10
3	pH		6.0 a 8.5	6.0 a 9.0	6.0 a 9.0	6.80
4	Sólidos totales disueltos	mg/l	1000	1000	15000	15.06
5	Color	Unid. APHA	<10	<50	<100	1.20
<b>Análisis Químico</b>						
6	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	<2	<5	<20	2.50
7	Fósforo total (como PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	mg/l	0.4 c. Orthp	0.5 c. Orthp	1.0 c. Orthp	1.40
8	Nitratos (como NO <sub>3</sub> -)	mg/l	20.0 c. NO <sub>3</sub>	50.0 c. NO <sub>3</sub>	50.0 c. NO <sub>3</sub>	2.85
9	Nitritos (como NO <sub>2</sub> -)	mg/l	1.0 c. N.	1.0 c. N.	1.0 c. N.	0.01
10	Nitrógeno amoniacal (como NH <sub>3</sub> )	mg/l	0.5 c. NH <sub>3</sub>	1.0 c. NH <sub>3</sub>	2 c. NH <sub>3</sub>	<0.5
11	Calcio	mg/l	200	300	300	3.30
12	Cloruros	mg/l	250 c. Cl	300 c. Cl	400 c. Cl	0.57
13	Sulfatos	mg/l	300 c. SO <sub>4</sub>	400 c. SO <sub>4</sub>	400 c. SO <sub>4</sub>	6.63
14	Magnesio	mg/l	100 c. Mg	100 c. Mg	150 c. Mg	0.80
15	Sodio	mg/l	200	200	200	3.00
16	Hierro	mg/l	0.3c. Fe	0.3c. Fe	1.0 c. Fe	0.10
17	Plomo	mg/l	0.05c. Pb	0.05c. Pb	0.05c. Pb	<0.03
18	Manganeso	mg/l	0.5 c. Mn	1.0 c. Mn	1.0 c. Mn	0.07
<b>Análisis Bacteriológico – Fitoplancton</b>						
19	Coliformes Fecales	NMP/ 100ml	<50	<1000	<5000	4.50E +01



En este punto el agua es de clase "B" de acuerdo a la LMA N° 1333, según la aptitud de uso. El parámetro que lo hace de esta clase es la DBO<sub>5</sub> que tiene un valor de 2.50 mg/l.

Es en la orilla del lago, donde existen muchos terrenos agrícolas y muchas viviendas en esta parte, se observa la construcción de un hotel 5 estrellas.

El agua presenta poca transparencia, con coloración verdosa

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	Clase "A" LMA 1333	Clase "B" LMA 1333	Clase "C" LMA 1333	P9
<b>Análisis Físicos</b>						
1	Temperatura	°C	+/- 3	+/- 3	+/- 3	19.10
2	Turbiedad	NTU	<10	<50	<100	5.17
3	pH		6.0 a 8.5	6.0 a 9.0	6.0 a 9.0	6.80
4	Sólidos totales disueltos	mg/l	1000	1000	15000	14.89
5	Color	Unid. APHA	<10	<50	<100	1.80
<b>Análisis Químico</b>						
6	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	<2	<5	<20	2.80
7	Fósforo total (como PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	mg/l	0.4 c. Orthp	0.5 c. Orthp	1.0 c. Orthp	1.25
8	Nitratos (como NO <sub>3</sub> -)	mg/l	20.0 c. NO <sub>3</sub>	50.0 c. NO <sub>3</sub>	50.0 c. NO <sub>3</sub>	1.24
9	Nitritos (como NO <sub>2</sub> -)	mg/l	1.0 c. N.	1.0 c. N.	1.0 c. N.	0.01
10	Nitrógeno amoniacal (como NH <sub>3</sub> )	mg/l	0.5 c. NH <sub>3</sub>	1.0 c. NH <sub>3</sub>	2 c. NH <sub>3</sub>	<0.5
11	Calcio	mg/l	200	300	300	3.40
12	Cloruros	mg/l	250 c. Cl	300 c. Cl	400 c. Cl	0.66
13	Sulfatos	mg/l	300 c. SO <sub>4</sub>	400 c. SO <sub>4</sub>	400 c. SO <sub>4</sub>	7.27
14	Magnesio	mg/l	100 c. Mg	100 c. Mg	150 c. Mg	0.68
15	Sodio	mg/l	200	200	200	2.90
16	Hierro	mg/l	0.3c. Fe	0.3c. Fe	1.0 c. Fe	0.07
17	Plomo	mg/l	0.05c. Pb	0.05c. Pb	0.05c. Pb	<0.03
18	Manganeso	mg/l	0.5 c. Mn	1.0 c. Mn	1.0 c. Mn	0.03
<b>Análisis Bacteriológico – Fitoplancton</b>						
19	Coliformes Fecales	NMP/ 100ml	<50	<1000	<5000	2.50E +01



Este punto es en el rompe cargas del Portillo, se clasifica como agua de "CLASE B" según la Ley de Medio Ambiente N° 1333. El parámetro que la convierte de esta clase es la DBO<sub>5</sub> con un valor de 2.8 mg/l. En esta parte llega el agua por tubería desde el lago, para riego.

Según la aptitud de uso, puede ser usada para abastecimiento de agua potable con previo tratamiento físico y desinfección, para recreación de contacto primario, protección de los recursos hidrobiológicos, riego de hortalizas consumidas crudas y frutas de cáscara delgada, abastecimiento industrial, para la acuicultura y para abrevadero de animales.

En anexo “B” muestra un resumen de los resultados del análisis de todos los puntos comparado con la LMA 1333.

#### **4.2.4.1. COMPARACIÓN DE ANÁLISIS EN ÉPOCA SECA Y LLUVIOSA**

El análisis se desarrolló en la zona de las casetas de comida del lago, en época seca y lluviosa.

Los datos de los nueve puntos anteriormente mencionados, corresponde a época lluviosa.

La primera fue tomada en fecha del 8 de junio teniendo en cuenta que el periodo de lluvias se alargó por lo que es considerada época lluviosa; la segunda muestra fue tomada en la fecha del 27 de septiembre, que correspondería a la época de estiaje.

Los parámetros de comparación son: pH, DBO<sub>5</sub>, Coliformes totales y Coliformes fecales.

**Figura 4.6. Ubicación de toma de muestras**

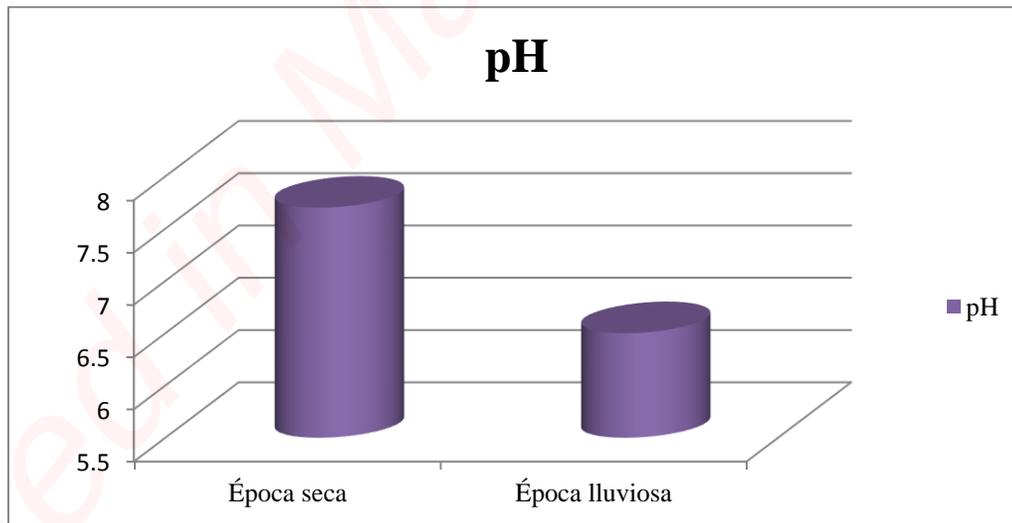


A continuación se muestra el cuadro comparativo:

Parámetros analizados	Unidad	Época lluviosa		Época de estiaje		Clase "C" LMA 1333
		Fecha de muestreo	Resultados	Fecha de muestreo	Resultados	
pH	-	8/06/2015	6.50	27/09/2015	7.70	6.0 a 9.0
DBO <sub>5</sub>	mg/l		<2		10.20	>10, <20
Coliformes Totales	NMP/ 100ml		3.40E+02		1.99E+04	-
Coliformes Fecales	NMP/ 100ml		8.10E+01		9.40E+03	<5000

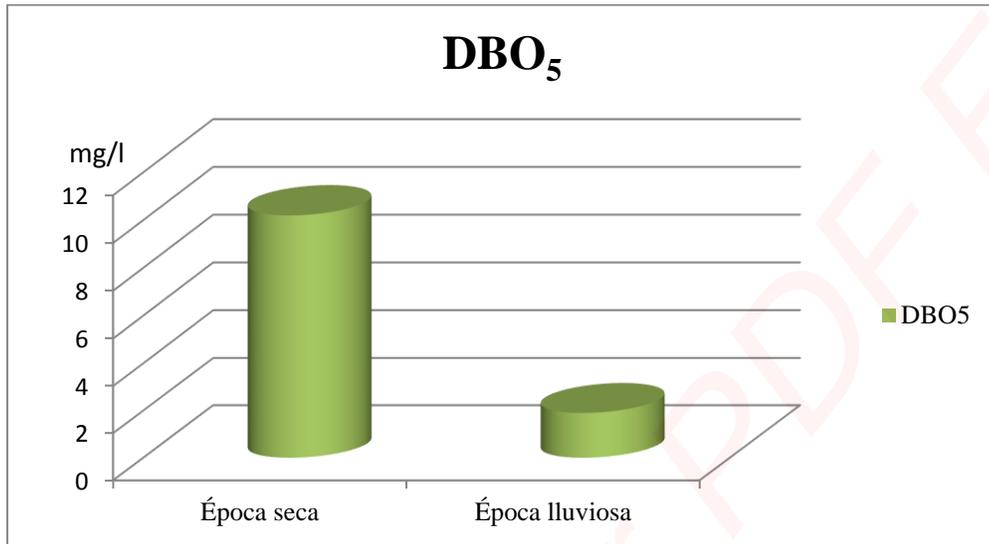
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4.1. Variación del pH en época seca y lluviosa



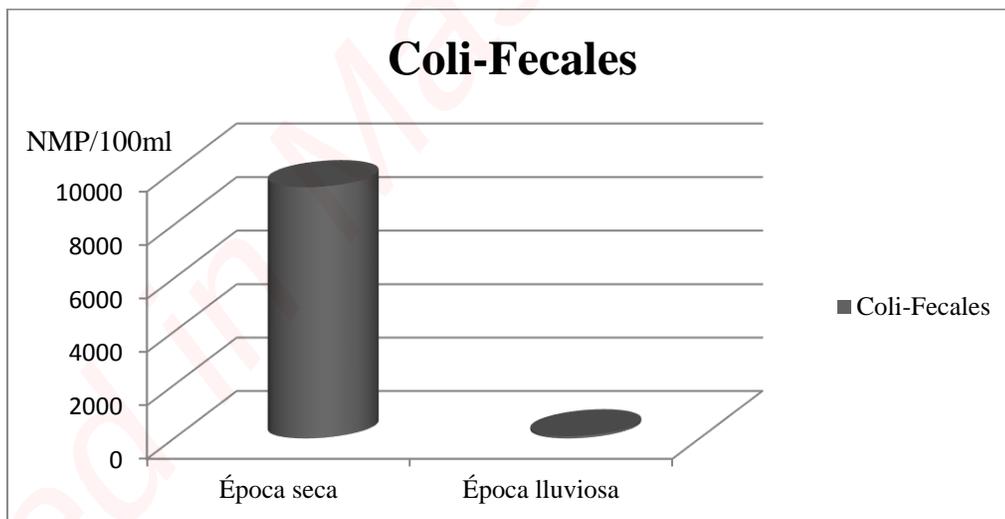
Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 4.2. Variación de DBO<sub>5</sub> en época seca y lluviosa**



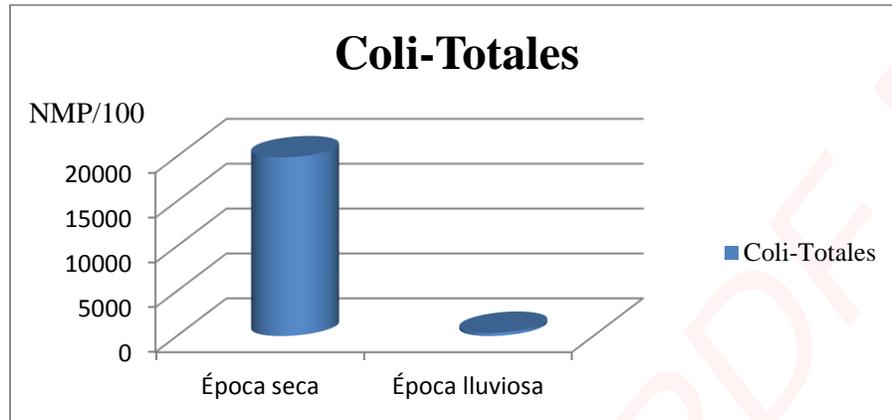
*Fuente: Elaboración propia*

**Gráfico 4.3. Variación de Coliformes totales en época seca y lluviosa**



*Fuente: Elaboración propia*

**Gráfico 4.4. Variación de Coliformes fecales en época seca y lluviosa**



*Fuente: Elaboración propia*

Se observa que en la época de estiaje el pH aumenta en 1.20, el valor de la DBO<sub>5</sub> es de 10,20 mg/l, incrementando más de 8 mg/l lo que convierte al agua a “clase C”, sin embargo los Coliformes fecales la convierte en agua de “clase D” según la LMA 1333, obteniendo un valor de 9.40E+03 NMP/ 100ml (9400 NMP/ 100ml).

Considerando que la época del año en la que se tomaron las muestras fue una época lluviosa, y por la variación de resultados, se determinó tomar otra muestra de agua en un lugar diferente que es en la entrada a la estación piscícola ubicada en la zona del Bosquecillo.

**Fotografía 4.1. Toma de muestra en época seca en el Bosquecillo**



*Fuente propia*

El muestreo se tomó en la fecha del 2 de octubre del presente año y por el tema de costos se evaluaron tan solo dos parámetros: Turbidez y DBO<sub>5</sub>.

Parámetros analizados	Unidad	Época de estiaje		Clase "D" LMA 1333
		Fecha de muestreo	Resultados	
Turbidez	NTU	02/10/2015	43	<200
DBO <sub>5</sub>	mg/l		28	<30

*Fuente: Elaboración propia*

La DBO<sub>5</sub> incrementó notablemente llegando a alcanzar un valor de 28 mg/l, lo que la convierte en agua de "clase D" según la LMA 1333.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

#### ❖ **Lluvias favorecen dilución de contaminantes en el agua**

En aguas naturales superficiales la concentración de los contaminantes es inversamente proporcional al volumen de agua, mientras mayor sea el volumen, la concentración de los contaminantes será menor, debido a la dilución de estos en el agua.

Esta es la principal causa del porqué en los resultados del análisis de agua efectuado en el Lago San Jacinto la primera semana de junio difiere de los resultados de algunos parámetros que se analizaron en un mismo punto la última semana de septiembre.

Resultando de ser de buena calidad de acuerdo a los primeros resultados del análisis, pese a las observaciones que se realizaron y los aspectos contaminantes que se identificaron a orillas del lago San Jacinto, que a simple vista se podría afirmar la contaminación del agua, sin embargo los resultados en época lluviosa no señalan lo mismo.

#### ❖ **El proceso de eutrofización- relación con el lago San Jacinto**

Un lago o un embalse, sufren eutrofización cuando sus aguas se enriquecen en nutrientes (Fósforo y Nitrógeno) originando el crecimiento de las algas. 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, dándoles un aspecto nauseabundo y disminuyendo drásticamente su calidad.

*Las principales fuentes de eutrofización de origen humano son los vertidos urbanos, ganaderos y agrícolas.*

Existen varios causantes de la eutrofización derivados de la actividad humana, las cuales se identifican en las orillas del lago San Jacinto. A continuación se señalan algunas de las causas y se ilustran con fotografías de la situación del lago:

- El excesivo uso de fertilizantes que contienen nitrógeno (N<sub>2</sub>), porque el N<sub>2</sub> aumenta el crecimiento de plantas.



*Fuente propia*

- La integración a los lagos por detergentes provenientes de las descargas domésticas e industriales, ya que son alimento para las bacterias y para algunos microorganismos superiores como los protozoos.



*Fuente propia*

- La evacuación de las aguas lluvias hacia los lagos, ya que éstas arrastran desechos naturales que pueden encontrarse en las calles, rebalses (detenciones, inundaciones) de sistemas públicos o privados en mal estado, detergentes, etc.



*Fuente propia*

- Los asentamientos poblacionales y la construcción de infraestructura de viviendas y establecimientos comerciales en el entorno de los lagos y en áreas de fuerte pendiente, las cuales provocan deslizamientos de grandes cantidades de sedimento al cuerpo de agua.



*Fuente propia*



*Fuente propia*

- La existencia de posibles conexiones clandestinas de alcantarillado que tienen como desembocadura final los ríos y lagos.
- Sistema de drenajes colindantes a los lagos deteriorados, lo que puede ocasionar infiltración de aguas contaminadas ricas con alto grado de nutrientes.



*Fuente propia*

- La eliminación de basura dentro o inmediatamente a orillas de los lagos.



*Fuente propia*

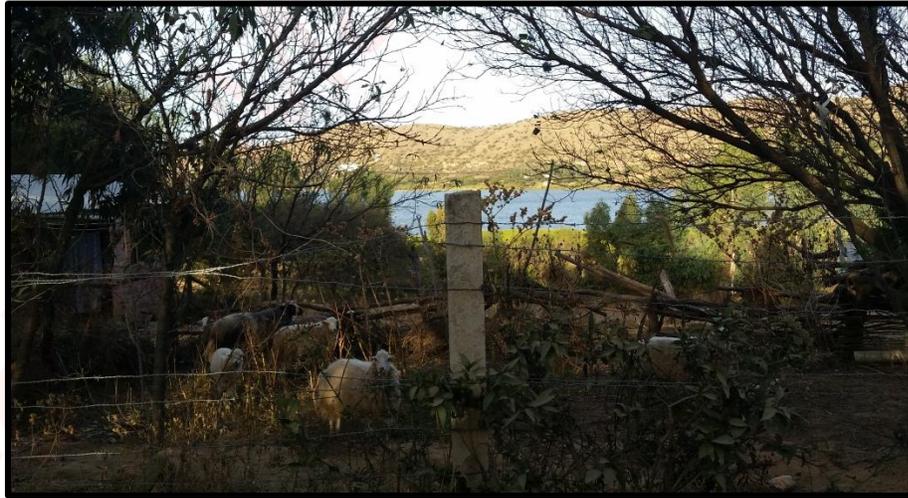


*Fuente propia*

- La ganadería, los excrementos de los animales son ricos en nutrientes, sobre todo en los de carácter nitrogenado (amonio).



*Fuente propia*



*Fuente propia*

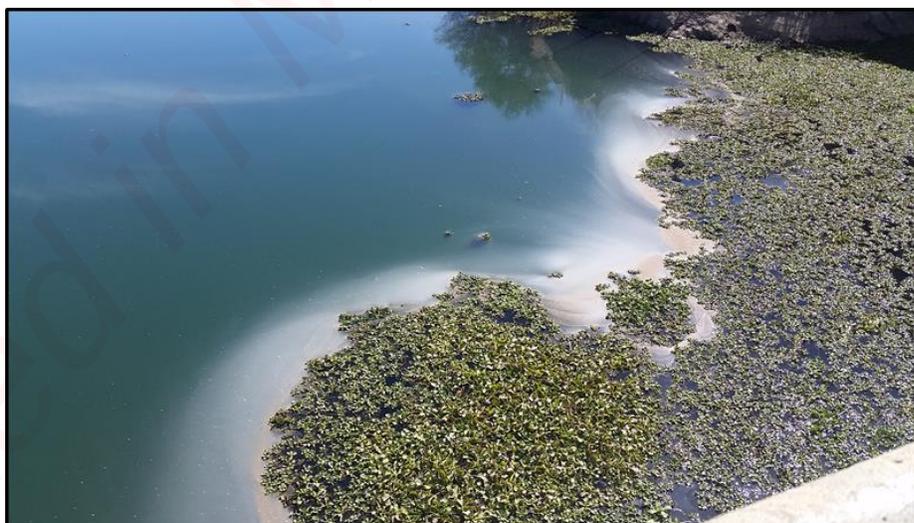
A continuación se compara mediante fotografías el Lago de Sanabria de España, el cual experimenta el proceso de eutrofización, con la situación actual del lago San Jacinto de Tarija:

**Fotografía 5.1. Eutrofización en el Lago de Sanabria**



*Fuente: Lago de Sanabria: Situación actual y proceso de eutrofización-IAGUA- Antonio Guillén.*

**Fotografía 5.2. Lago San Jacinto**

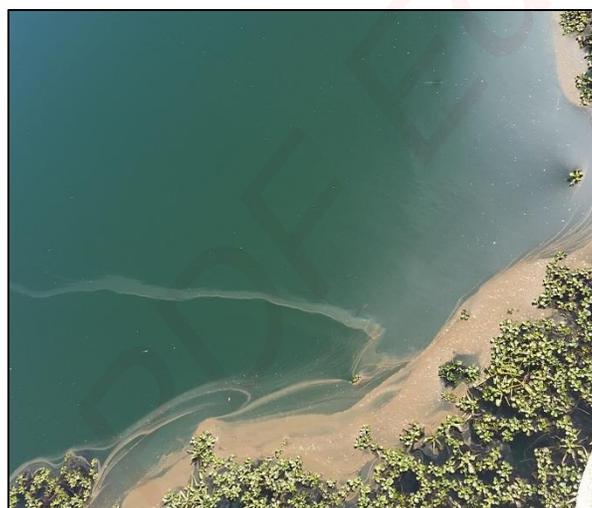


*Fuente propia*

**Lago de Sanabria**



**Lago San Jacinto**



**VS**

#### **❖ Análisis de cuadrantes del LSJ**

Para el análisis de la situación ambiental del lago San Jacinto, se determinaron 4 cuadrantes: Río Tolomosita, Bosquecillo, Río Mena y Casetas de comida.

En el cuadrante denominado “Río Tolomosita”, el problema fundamental es la cantidad de residuos sólidos que son vertidos, además de la inexistencia de conexión de alcantarillado sanitario y de una planta de tratamiento de aguas residuales en la comunidad de San Andrés (comunidad aguas arriba del lago), llegando a verter en algunos casos sus aguas residuales a los ríos que confluyen al río Tolomosita, aportador del lago San Jacinto.

En el cuadrante llamado “Bosquecillo”, debido a la gran afluencia de gente, el problema radica en la existencia de residuos sólidos (plásticos, botellas pet, etc.) en las orillas, deteriorando el paisaje, y por la cantidad de plantas acuáticas (Jacintos de agua) muertas sin ser retiradas se observa el inicio del proceso de eutrofización brindando una coloración verde al agua acompañado de un mal olor, disminuyendo drásticamente la calidad del agua en esta zona.

En el tercer cuadrante denominado “Río Mena”, el problema es el arrastre de sedimentos en uno de los aportadores al lago; río Mena, lo que lo convierte en aguas con poca transparencia más aún en época de estiaje, además de la coloración verde a causa del excesivo contenido de nutrientes, debido a que los sedimentos son uno de los factores que contribuyen al proceso de eutrofización, ya que como se practica mucho la agricultura y el sobrepastoreo de ganado en esta zona incorporan fertilizantes inorgánicos a la tierra como también excrementos animales. Sumado a esto la construcción de viviendas en las orillas del lago en esta zona que no cuenta con conexiones de alcantarillado sanitario y la mala disposición de residuos sólidos en los alrededores.

En el cuarto y último cuadrante llamado “Casetas de comida”, los problemas fundamentales son la cantidad de residuos sólidos como botellas pet, plásticos, restos de materia orgánica (cáscaras) en las orillas del lago disminuyendo considerablemente la calidad ambiental del lago y de esta manera el atractivo turístico; otro aspecto son los efluentes líquidos con contenido de grasas, aceites y detergentes provenientes de las casetas de comida que van a parar directamente al lago a través de tuberías de desagüe. Sumado a esto la inexistencia de baños públicos en esta zona lo que obliga a las personas que visitan este sitio turístico a hacer uso como baño de lugares inapropiados y la falta de conexión de alcantarillado sanitario en las viviendas de esta zona.

#### ❖ **Comparación Lago San Jacinto- Titicaca**

El Gerente General del Proyecto Múltiple San Jacinto, ante los resultados de los análisis de agua realizados el mes de junio, declara a la población tarijeña que las aguas del lago se encuentran fuera de contaminación, contando con una excelente calidad para la producción agropecuaria.

Efectivamente, tras el análisis realizado el agua se clasifica como agua de “clase B” de acuerdo a la LMA 1333, según la aptitud de uso, puede ser usada para riego de hortalizas consumidas crudas y frutas de cáscara delgada; sin embargo no se tomó en cuenta que las muestras fueron tomadas en una época del año donde aún existía

presencia de lluvias, y en época seca la calidad del agua disminuye considerablemente, además no se tomó en cuenta el análisis de las actividades de los alrededores del lago que aportan contaminantes a las aguas.

Estas actividades son las mismas que afectan a la contaminación ambiental del lago Titicaca, el 27 de julio salió un informe publicado por el periódico La Razón, donde señala que la contaminación de la cuenca Katari y la bahía de Cohana es efecto de las descargas de aguas servidas, desechos mineros y ganaderos de cinco municipios paceños (El Alto, Viacha, Laja, Pucarani y Puerto Pérez), afectando de esta manera al ecosistema del Lago Menor del Titicaca, según la auditoría ambiental que realizó la Contraloría General del Estado.

El municipio Puerto Pérez, ubicado a orillas del lago Titicaca, no cuenta con sistema de alcantarillado sanitario, pero sí con algunos pozos sépticos, a pesar de ello la producción de basura y las descargas ganaderas son factores que contaminan las aguas del lago Titicaca.

Esta situación es similar a lo que se observa en el lago San Jacinto; las casas de los alrededores del lago no cuentan con conexión de alcantarillado sanitario, sí con algunos pozos sépticos; pese a que existe la recolección de residuos sólidos por el carro basurero se evidencia una gran cantidad de residuos en la orillas del lago y se practica el sobre pastoreo en los alrededores.

Otra situación que es similar en ambos casos (Lago Titicaca y San Jacinto), es la del municipio Viacha (La Paz), la falta de una planta de tratamiento de aguas residuales y la inconciencia de la población de Viacha que elimina la basura a los ríos aportadores, son los factores que aumentan la contaminación en el lago Titicaca, algo similar ocurre en la comunidad de San Andrés (Tarija); no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, en algunos casos vertiendo sus residuos líquidos y sólidos a los ríos que confluyen al río Tolomosita, aportador al lago San Jacinto.

En el informe se confirma los altos niveles de contaminación de la cuenca del río Katari y la bahía de Cohana y sus efectos en el ecosistema del lago Titicaca, como la baja calidad del agua y la muerte de anfibios, aves y peces. El mes de abril del presente año en la isla de Qhehuaya, en el lago, se efectuó el retiro de al menos dos toneladas de ranas, peces, y patos, de las aguas que rodean la zona, en el lago Menor del Titicaca.

La auditoría ambiental apunta a cinco alcaldías, tres ministerios, la Gobernación del departamento de La Paz, una empresa de aseo y otra de agua, y un fondo nacional.

La inexistencia de alcantarillado sanitario en viviendas, la falta de plantas de tratamiento de aguas residuales en comunidades aguas arriba, el vertido de residuos sólidos, las actividades ganaderas, son el común denominador que tienen el Lago Titicaca (La Paz) y San Jacinto (Tarija), y pueden concluir en la misma situación ambiental si no se toman medidas preventivas en el Lago San Jacinto de Tarija, ya que la contaminación ambiental que enfrenta el lago Titicaca en la actualidad es fruto de un proceso a lo largo de muchos años.

## *¿Existe suficiente evidencia empírica para tomar acciones concretas?*

### **5.1. PROPUESTA A LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DEL LAGO SAN JACINTO**

Ante los resultados obtenidos de mayor concentración de  $DBO_5$  en el mes de octubre, considerada como época de estiaje, se ve conveniente realizar un tipo de tratamiento para poder mejorar las características del agua, en este caso el humedal artificial.

La elección de este tipo de tratamiento se basa en la sencillez de este método de tratamiento, el bajo costo de puesta en marcha y operación, y la eficiencia en cuanto a remoción de ciertos contaminantes.

Para ello se desarrolló un proyecto piloto, que consiste en un humedal de flujo horizontal sub-superficial.

Los humedales artificiales de flujo sub-superficial son un sistema de tratamiento de aguas residuales que consisten en estanques o canales de flujo horizontal que se rellenan con material grueso sobre del cual se planta vegetación acuática (macrófitas) y donde se desarrollan fenómenos físicos, químicos y biológicos que separan y transforman los contaminantes presentes en las aguas residuales

Esta tecnología es perfecta para comunidades pequeñas y otras entidades relativamente pequeñas que buscan un método de tratamiento de aguas relativamente sencillo, costo eficiente y con rendimiento energético.

A continuación se señalan las ventajas y las desventajas de este tipo de tratamiento:

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sencillez operativa, limitándose a la retirada de residuos del Pretratamiento y al corte y retirada de la vegetación una vez seca.</li> <li>- Alta reducción de la DBO, sólidos suspendidos y de huevos de helmintos.</li> <li>- Inexistencia de averías, al carecer de equipos electromecánicos.</li> <li>- El sistema puede operar sin ningún coste energético.</li> <li>- Sistemas flexibles y poco susceptibles a cambios en caudales y carga.</li> <li>- La biomasa vegetal actúa como aislante del sedimento, lo que asegura la actividad microbiana todo el año.</li> <li>- En los Humedales Artificiales de Flujo Sub-superficial, al circular el agua por debajo de la superficie del sustrato, no se generan malos olores ni proliferación de mosquitos.</li> <li>- Perfecta integración en el medio rural. Nulo impacto ambiental sonoro. No se generan olores.</li> <li>- Creación y restauración de zonas húmedas aptas para potenciar la biodiversidad, la educación ambiental y las zonas de recreo.</li> <li>- Posible empleo de la biomasa vegetal producida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exigencia de mayor superficie de terreno para su implantación que las Tecnologías Convencionales de depuración.</li> <li>- Generación de lodos en el Tratamiento Primario, si bien, el empleo de Tanques Imhoff o Fosas Sépticas, permite espaciar en el tiempo la retirada de los mismos.</li> <li>- En los Humedales Artificiales de Flujo Libre, al circular el agua por encima de la superficie del sustrato, puede producirse la proliferación de mosquitos.</li> </ul>

En el proyecto piloto se utilizó como material vegetal totoras, las cuales actuaron como biofiltros en la purificación del agua, absorbiendo microorganismos y bacterias contaminantes.

### Proceso de fabricación del proyecto piloto

- Inicialmente se determinó el lugar de emplazamiento del proyecto piloto, se eligió un lugar que cuenta características climatológicas similares a las del lago San Jacinto debido a la proximidad en la que se encuentra ubicada, además de la disponibilidad de piscinas para poder desarrollar el proyecto. Este lugar es la Estación Piscícola del Proyecto Múltiple San Jacinto.



*Fuente propia*

- Se eligió la piscina en la que se emplazará el proyecto piloto, pero debido al tamaño, se vio conveniente dividirla, quedando de un tamaño de 4x2 metros y un alto de 1 metro



*Fuente propia*



*Fuente propia*

- Se impermeabilizó la piscina con geomembrana, para que no existan infiltraciones.



*Fuente propia*

- Se puso una primer capa de arena de aproximadamente 20 centímetros.



*Fuente propia*

- Se procedió a lavar la grava para obtener mayor eficiencia en el tratamiento del humedal.



*Fuente propia*

- A continuación se puso una siguiente capa de grava previamente lavada, de aproximadamente 40 centímetros de altura.



*Fuente propia*

- Se llevó a cabo la extracción de totoras, material vegetal a utilizarse como biofiltro.



*Fuente propia*

- Se realizó la plantación de totoras a medio metro de distancia entre ellas.



*Fuente propia*



*Fuente propia*

- Se procedió al llenado de agua al humedal artificial, tomando una muestra de agua en el inicio del tratamiento



*Fuente propia*

Se efectuó un monitoreo al humedal artificial, con visitas diarias al sitio de emplazamiento, realizando el retiro y reemplazo de plantas que se marchitaron.

Fueron días con temperaturas elevadas. No se observaron inconvenientes en la operación del humedal artificial

## Resultados de remoción

Se tomó una muestra de agua al ingreso del humedal y otra a los 5 días de retención; a continuación se muestran los resultados obtenidos:

Parámetros analizados	Unidad	Época lluviosa		Época de estiaje	
		Fecha de muestreo	Resultados	Fecha de muestreo	Resultados
DBO <sub>5</sub>	mg/l	02/10/2015	28	07/10/2015	16
Turbidez	NTU		43		17.1

*Fuente: Elaboración propia*

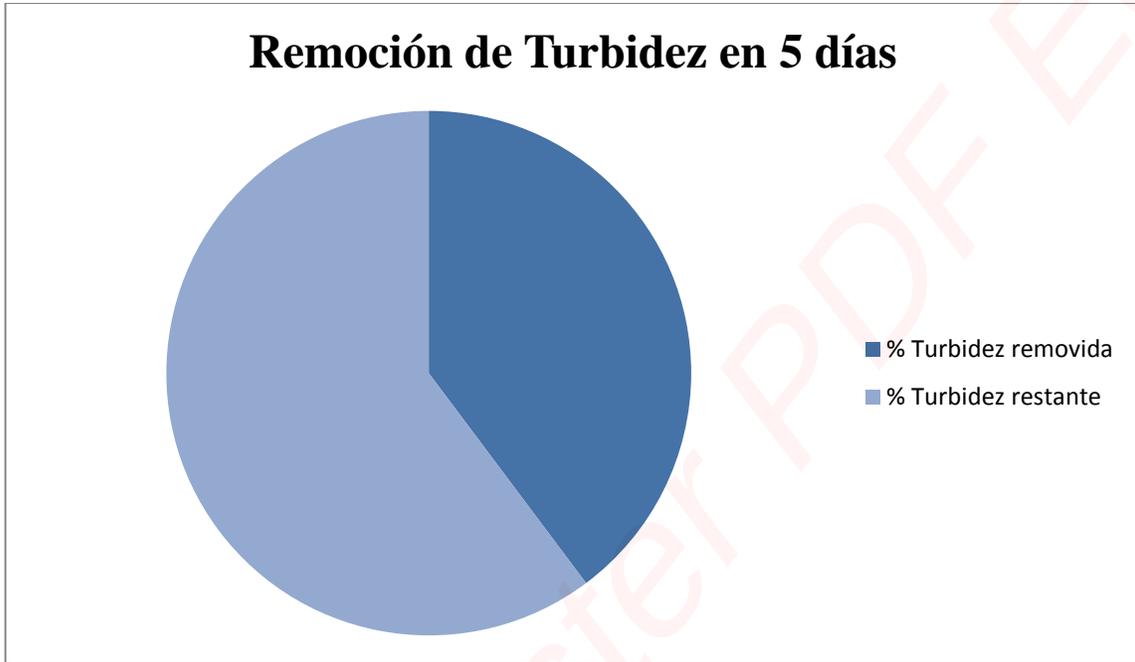
A los 5 días de retención se observa que hubo una remoción en la DBO<sub>5</sub> del 57%, reduciendo 12 mg/l y una disminución de turbidez de casi el 40 %, reduciendo 25.9 NTU.

**Gráfico 5.1. Porcentaje de remoción de DBO<sub>5</sub> en 5 días**



*Fuente: Elaboración propia*

**Gráfico 5.2. Porcentaje de remoción de Turbidez en 5 días**



*Fuente: Elaboración propia*

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. CONCLUSIONES

- Las principales causas de la contaminación ambiental del Lago San Jacinto son las actividades agrícolas practicadas en las orillas del lago, el vertido de residuos sólidos, la inexistencia de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales en comunidades aguas arriba al lago.
- La contaminación ambiental en el lago San Jacinto es visible, sin embargo los resultados del análisis de la calidad del agua realizada en el mes de junio no dicen lo mismo.
- Según el análisis de agua del lago realizado la primera semana de junio el agua es de “CLASE B”, sin embargo fue realizado en una época que aún registraba lluvias.
- La cuarta semana de septiembre se realizó un muestreo en las casetas de comida donde se evaluaron tan solo 4 parámetros: DBO<sub>5</sub>, pH, Coliformes fecales y totales. El valor de DBO<sub>5</sub> clasifica al agua como “clase C”, sin embargo el valor de los Coliformes fecales obtenidos la convierte en agua de “clase D” según la LMA 1333.
- La época del año cuando se realizó el análisis del agua influye debido a la dilución de los contaminantes en el agua.
- Existen fuentes de eutrofización derivados de la actividad humana, que son identificadas en las orillas del lago San Jacinto.
- En el lago San Jacinto se identificaron factores similares de contaminación del lago Titicaca como la inexistencia de alcantarillado sanitario en viviendas, la falta de plantas de tratamiento de aguas residuales en comunidades aguas arriba, el vertido de residuos sólidos, las actividades ganaderas, y pueden concluir en la misma situación ambiental si no se toman medidas preventivas en el Lago San

Jacinto, ya que la contaminación ambiental que enfrenta el lago Titicaca en la actualidad es fruto de un proceso a lo largo de muchos años.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

- Aunque los resultados de análisis de agua en época de lluvias no demuestren contaminación debido a la dilución de contaminantes en el agua, es evidente que el lago San Jacinto enfrenta indicios de contaminación ambiental, es por eso que se deben tomar acciones ahora que aún estamos a tiempo, para poder evitar problemas ambientales futuros como es el caso del Lago Titicaca o la laguna Alalay de Cochabamba.
- Se recomienda la construcción de baños públicos en la zona de las casetas de comida.
- Es recomendable la instalación de conexiones de alcantarillado sanitario.
- Se recomienda el uso de humedales artificiales como un tipo de tratamiento para mejorar la calidad de aguas servidas que son vertidas en los ríos aportadores al lago y evitar su contaminación, tomando en cuenta su bajo costo y la eficiencia de remoción de contaminantes.
- Es importante charlas de concienciación periódicas a las comunidades de los alrededores del lago acerca del uso adecuado de pesticidas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Fontúrbel, F. E. (2010). Contaminación hídrica y conservación en el lago Titikaka: Existe suficiente evidencia empírica para tomar acciones concretas? *REDESMA*.
- Galindo, C. (27 de Julio de 2015). Zona de contaminación de la cuenca del río Katari y la bahía Cohana. *La Razón*, págs. 8-9.
- Galván, D. R. (s.f.). *UN DICCIONARIO PARA LA EDUCACIÓN AMBIENTAL*.
- Laguna Alalay registra cero niveles de contaminación. (13 de Abril de 2014). *El Diario Nacional*.
- Luksic, A. (26 de Octubre de 2011). Agua de lago San Jacinto puede ser potabilizada. *El País*.
- NB 496- Agua Potable Toma de Muestras. (2005).
- NB 512 Agua Potable- Definiciones y Terminología. (2005).
- Salomón, J. (13 de Febrero de 2015). Instituciones se olvidan de medir contaminación en San Jacinto. *El País*.
- UNAM. (2006). *INFORME TÉCNICO DEL DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA, SEDIMENTOS, JACINTOS Y PECES DEL LAGO "SAN JACINTO", AGUA DE LOS RÍOS QUE LO ABASTECEN Y PLANTAS POTABILIZADORES SAN JACINTO Y TABLADITA. TARIJA, BOLIVIA*. Tarija.
- Valderrama, J. C. (2013). *CAMBIOS INSTITUCIONALES PARA PRESERVAR LA CANTIDAD Y LA CALIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA DEL LAGO DE TOTA*. Bogotá, D.C.
- ARIAS, F. G. (2012). El Proyecto de Investigación. *EPISTEME*.
- Ley del Medio Ambiente 1333. (1992). U.P.S.

Plan de Desarrollo Municipal de Tarija (2010-2014).

## ÍNDICE

### CAPÍTULO I

#### ANÁLISIS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	2
1.5. HIPÓTESIS .....	3
1.6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.6.1. Objetivo general .....	3
1.6.2. Objetivos específicos .....	3
1.7. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.8. JUSTIFICACIÓN .....	3

### CAPÍTULO II

#### MARCO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO HISTÓRICO .....	5
2.2. MARCO REFERENCIAL .....	10
2.2.1. ASPECTOS ESPACIALES .....	10
2.2.1.1. Ubicación Geográfica .....	10
2.2.1.2. Latitud y longitud .....	11
2.2.1.3. Límites territoriales .....	11
2.2.1.4. Uso y Ocupación del Territorio .....	12
2.2.2. ASPECTOS FÍSICO – NATURALES .....	12

2.2.2.1. Clima .....	12
2.2.2.2. Temperatura .....	12
2.2.2.3. Precipitación.....	12
2.2.2.4. Humedad relativa .....	13
2.2.2.5. Vientos .....	13
2.2.2.6. Altitudes .....	13
2.2.2.7. Fisiografía .....	13
2.2.2.8. Suelos .....	14
2.2.2.9. Recursos Hídricos .....	15
2.2.2.10. Flora .....	16
2.2.2.11. Fauna .....	16
2.2.3. ASPECTOS SOCIO – ECONÓMICOS .....	17
2.2.3.1. Características demográficas.....	17
2.2.3.2. Características económicas .....	18
2.3. MARCO LEGAL .....	19
2.3.1. Constitución Política del Estado (C.P.E.) .....	19
2.3.2. Ley del Medio Ambiente N° 1333 .....	20
2.3.3. Reglamento General de Gestión Ambiental (RGGA).....	21
2.3.4. Reglamento de Prevención y Control Ambiental (RPCA) .....	21
2.3.5. Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos (RGRS).....	21
2.3.6. Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH).....	21
2.4. MARCO TEÓRICO.....	23
2.4.1. Generalidades .....	23
2.4.2. Contaminación ambiental.....	23

2.4.3. Contaminación del agua.....	23
2.4.3.1. El proceso de eutrofización.....	24
2.4.3.1.1. Causas de la eutrofización.....	24
2.4.3.1.2. Efectos de la eutrofización.....	27
2.4.4. Contaminación del suelo.....	28
2.4.4.1. Erosión del suelo.....	28
2.4.4.2. Degradación paisajística.....	28
2.4.4.3. Pérdida de valor del suelo.....	29
2.4.5. Contaminación del aire.....	29
2.4.5.1. El efecto invernadero.....	29
2.4.5.2. La lluvia ácida.....	29
2.4.6. Contaminantes ambientales.....	29
2.4.6.1. Agricultura: fertilizantes, plaguicidas y herbicidas.....	29
2.4.6.2. Vertido de residuos sólidos urbanos.....	30
2.4.6.3. Mal manejo de excretas.....	31
2.4.6.4. Agua residuales.....	31
2.4.6.4.1. Principales contaminantes de las aguas residuales.....	32
2.4.6.4.2. Características de las aguas residuales.....	33
2.5. MARCO CONCEPTUAL.....	34

### **CAPÍTULO III**

#### **MARCO METODOLÓGICO**

3.1. DISEÑO DEL ESTUDIO.....	44
3.2. UNIVERSO DE TRABAJO Y MUESTRA.....	44
3.3. INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	44

3.4. DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	45
3.5. DISEÑO TÉCNICO Y METODOLÓGICO PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	45
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>47</b>
<b>DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>47</b>
4.1. ASPECTOS AMBIENTALES DEL LAGO SAN JACINTO .....	47
4.2. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DEL LAGO SAN JACINTO .....	64
4.2.1. MANEJO DE EXCRETAS.....	65
4.2.2. GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS .....	69
4.2.3. MANEJO DEL USO DE PESTICIDAS Y FERTILIZANTES.....	72
4.2.4. CALIDAD DEL AGUA .....	74
4.2.4.1. COMPARACIÓN DE ANÁLISIS EN ÉPOCA SECA Y LLUVIOSA .....	84
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>89</b>
<b>DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>89</b>
5.1. PROPUESTA A LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DEL LAGO SAN JACINTO .....	100
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>110</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>110</b>
6.1. CONCLUSIONES .....	110
6.2. RECOMENDACIONES .....	111
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>112</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ANEXO A. Objetivos, actividades, técnicas e instrumentos;	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

ANEXO B. Resumen de los resultados del análisis de agua de todos los puntos comparado con la LMA 1333

ANEXO D. Encuestas

ANEXO E. Entrevistas

## ANEXOS

### ANEXO A. Objetivos, actividades, técnicas e instrumentos

Objetivo general	Objetivos específicos	Actividades	Técnica	Instrumentos
Desarrollar la gestión ambiental del lago San Jacinto, para favorecer al desarrollo turístico de la zona.	Conocer la situación ambiental actual del Lago San Jacinto.	Revisar a detalle la información técnica del L.S.J.	Análisis o Revisión documental	Análisis de contenido
		Realizar visitas de reconocimiento a los alrededores.	Observación	-Mapas -Cámara fotográfica
		Realizar un diagnóstico del área de influencia.	Observación	Registro de observación
		Realizar entrevistas y/o encuestas a la gente que vive en los alrededores del L.S.J. para recabar información.	Encuesta	-Cuestionario de encuesta
	Evaluar el manejo de excretas y gestión de residuos sólidos en el lago San Jacinto.	Identificar puntos de generación de excretas y residuos sólidos.	Observación	-Mapas -Cámara fotográfica
		Realizar una descripción detallada de la situación actual	Observación	-Registro de observación

<p>Evaluar las características físicas, químicas y biológicas de las aguas del Lago San Jacinto.</p>	de los sitios identificados.		
	Identificar puntos específicos con presencia de posible contaminación.	Observación	-Fichas de observación
	Tomar muestras de agua en los puntos previamente determinados según la NB-496.	Muestreo	-Registro de muestreo
	Llevar las muestras a un laboratorio de aguas.		
	Comparar los resultados de los análisis de agua con el cuadro N° A-1 VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES DE PARÁMETROS EN CUERPOS RECEPTORES de la Ley de Medio Ambiente N° 1333- R.M.C.H. y determinar la Clase del agua.	Revisión bibliográfica	Fichas/ tablas

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO B. Resumen de los resultados del análisis de agua de todos los puntos comparado con la LMA 1333.**

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	Clase "B" LMA 1333	Clase "C" LMA 1333	P1	P2	P3	P4
<b>Análisis Físicos</b>								
1	Temperatura	°C	+/- 3	+/- 3	19.50	19.00	19.00	19.00
2	Turbiedad	NTU	<50	<100<200	7.25	4.51	5.93	3.95
3	pH		6.0 a 9.0	6.0 a 9.0	6.30	6.70	6.50	6.50
4	Conductividad	µS/cm			36.50	36.10	37.30	35.80
5	Sólidos totales disueltos	mg/l	1000	15000	14.73	14.43	14.90	14.31
6	Sólidos en suspensión	mg/l			8.72	5.43	7.14	4.76
7	Olor y Sabor				Inodora e insabora	Inodora e insabora	Inodora e insabora	Inodora e insabora
8	Color	Unid. APHA	<50	<100	1	1.60	2.60	6.40
<b>Análisis Químico</b>								
9	Alcalinidad total (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/l			10.0	10.00	10.00	9.80
10	Carbonatos (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/l			0.00	0.00	0.00	0.00
11	Bicarbonatos (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/l			10.00	10.00	10.00	9.80
12	Oxígeno disuelto – In Situ	mg/l			8.0	7.80	7.70	7.90
13	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	<5	<20	3.0	<2	<2	<2
14	Fósforo total (como PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	mg/l	0.5 c. Orthp	1.0 c. Orthp	1.47	1.62	1.72	2.12
15	Nitratos (como NO <sub>3</sub> -)	mg/l	50.0 c. NO <sub>3</sub>	50.0 c. NO <sub>3</sub>	4.56	3.69	4.92	3.27
16	Nitritos (como NO <sub>2</sub> -)	mg/l	1.0 c. N.	1.0 c. N.	0.03	0.10	0.19	0.12
17	Nitrógeno amoniacal (como	mg/l	1.0 c. NH <sub>3</sub>	2 c. NH <sub>3</sub>	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5

	NH <sub>3</sub> )							
18	Dureza como (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l			11.44	10.82	10.61	10.39
19	Calcio	mg/l	300	300	3.00	3.00	3.60	3.20
20	Cloruros	mg/l	300 c. Cl	400 c. Cl	0.89	1.01	0.76	0.71
21	Sulfatos	mg/l	400 c. SO <sub>4</sub>	400 c. SO <sub>4</sub>	5.41	5.15	5.27	6.12
22	Magnesio	mg/l	100 c. Mg	150 c. Mg	0.96	0.81	0.39	0.58
23	Sodio	mg/l	200	200	3.00	2.90	3.30	3.00
24	Potasio	mg/l			0.60	0.70	0.80	0.80
25	Hierro	mg/l	0.3c. Fe	1.0 c. Fe	0.06	0.06	0.06	0.06
26	Plomo	mg/l	0.05c. Pb	0.05c. Pb	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
27	Manganeso	mg/l	1.0 c. Mn	1.0 c. Mn	0.10	0.04	0.09	0.09
<b>Análisis Bacteriológico – Fitoplancton</b>								
28	Coliformes Totales	NMP/100ml			2.06E+02	3.32E+02	3.40E+02	4.00E+02
29	Coliformes Fecales	NMP/100ml	<1000 y <200 en 80% de muestras	<5000 y <1000 en 80% de muestras	6.70E+01	7.80E+01	8.10E+01	5.80E+01

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	Clase "B" LMA 1333	Clase "C" LMA 1333	P5	P6	P7	P8
<b>Análisis Físicos</b>								
1	Temperatura	°C	+/- 3	+/- 3	19.10	19.10	19.00	19.00
2	Turbiedad	NTU	<50	<100<200	17.00	1.83	4.19	5.10
3	pH		6.0 a 9.0	6.0 a 9.0	6.30	6.70	6.70	6.80
4	Conductividad	µS/cm			66.50	24.40	38.90	37.70
5	Sólidos totales disueltos	mg/l	1000	15000	26.63	9.77	15.54	15.06
6	Sólidos en suspensión	mg/l			20.37	2.21	5.05	6.14
7	Olor y Sabor				Inodora e insabora	Inodora e insabora	Inodora e insabora	Inodora e insabora
8	Color	Unid. APHA	<50	<100	2.40	0.80	4.00	1.20
<b>Análisis Químico</b>								
9	Alcalinidad total (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/l			17.60	6.00	10.00	11.00
10	Carbonatos (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/l			0.00	0.00	0.00	0.00
11	Bicarbonatos (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/l			17.60	6.00	10.00	11.00
12	Oxígeno disuelto – In Situ	mg/l			8.00	8.20	7.90	8.10
13	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	<5	<20	4.40	<2	<2	2.50
14	Fósforo total (como PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	mg/l	0.5 c. Orthp	1.0 c. Orthp	1.11	0.65	1.45	1.40
15	Nitratos (como NO <sub>3</sub> )	mg/l	50.0 c. NO <sub>3</sub>	50.0 c. NO <sub>3</sub>	4.71	5.00	4.41	2.85
16	Nitritos (como NO <sub>2</sub> )	mg/l	1.0 c. N.	1.0 c. N.	0.21	0.02	0.02	0.01
17	Nitrógeno amoniacal (como NH <sub>3</sub> )	mg/l	1.0 c. NH <sub>3</sub>	2 c. NH <sub>3</sub>	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
18	Dureza como (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l			22.98	7.28	11.65	11.54
19	Calcio	mg/l	300	300	6.00	2.00	3.20	3.30
20	Cloruros	mg/l	300 c. Cl	400 c. Cl	0.71	0.03	0.42	0.57
21	Sulfatos	mg/l	400 c. SO <sub>4</sub>	400 c. SO <sub>4</sub>	13.24	2.46	6.63	6.63
22	Magnesio	mg/l	100 c. Mg	150 c. Mg	1.94	0.55	0.89	0.80
23	Sodio	mg/l	200	200	4.00	1.70	3.00	3.00

24	Potasio	mg/l			1.10	0.50	0.90	0.70
25	Hierro	mg/l	0.3c. Fe	1.0 c. Fe	0.08	0.08	0.09	0.10
26	Plomo	mg/l	0.05c. Pb	0.05c. Pb	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
27	Manganeso	mg/l	1.0 c. Mn	1.0 c. Mn	0.13	0.08	0.05	0.07
<b>Análisis Bacteriológico – Fitoplancton</b>								
28	Coliformes Totales	NMP/100ml			4.41E+02	3.60E+02	4.12E+02	2.10E+02
29	Coliformes Fecales	NMP/100ml	<1000 y <200 en 80% de muestras	<5000 y <1000 en 80% de muestras	7.80E+01	1.00E+02	1.10E+02	4.50E+01

N°	PARÁMETRO	UNIDAD	Clase "B" LMA 1333	Clase "C" LMA 1333	P9	P10	P11
<b>Análisis Físicos</b>							
1	Temperatura	°C	+/- 3	+/- 3	19.10	22.30	22.30
2	Turbiedad	NTU	<50	<100<200	5.17	3.57	7.34
3	pH		6.0 a 9.0	6.0 a 9.0	6.80	7.65	7.45
4	Conductividad	µS/cm			37.20	43.70	46.50
5	Sólidos totales disueltos	mg/l	1000	15000	14.89	18.64	19.84
6	Sólidos en suspensión	mg/l			6.22	4.30	8.83
7	Olor y Sabor				Inodora e insabora		
8	Color	Unid. APHA	<50	<100	1.80	7.80	8.40
<b>Análisis Químico</b>							
9	Alcalinidad total (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/l			11.00	10	10.20
10	Carbonatos (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/l			0.00	0	0
11	Bicarbonatos (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/l			11.00	10	10.20
12	Oxígeno disuelto – In Situ	mg/l			8.10	8.50	8.20
13	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	<5	<20	2.80	<2	3.60
14	Fósforo total (como PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	mg/l	0.5 c. Orthp	1.0 c. Orthp	1.25	1.13	1.08
15	Nitratos (como NO <sub>3</sub> -)	mg/l	50.0 c. NO <sub>3</sub>	50.0 c. NO <sub>3</sub>	1.24	4.51	5.92
16	Nitritos (como NO <sub>2</sub> -)	mg/l	1.0 c. N.	1.0 c. N.	0.01	0.21	0.22
17	Nitrógeno amoniacal (como NH <sub>3</sub> )	mg/l	1.0 c. NH <sub>3</sub>	2 c. NH <sub>3</sub>	<0.5	<0.5	<0.5
18	Dureza como (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l			11.28	14.04	14.77
19	Calcio	mg/l	300	300	3.40	4.50	4.40
20	Cloruros	mg/l	300 c. Cl	400 c. Cl	0.66	1.01	0.86
21	Sulfatos	mg/l	400 c. SO <sub>4</sub>	400 c. SO <sub>4</sub>	7.27	8.12	7.91
22	Magnesio	mg/l	100 c. Mg	150 c. Mg	0.68	0.68	0.92
23	Sodio	mg/l	200	200	2.90	2.95	3.00

24	Potasio	mg/l			0.80	1.00	1.00
25	Hierro	mg/l	0.3c. Fe	1.0 c. Fe	0.07	0.06	0.06
26	Plomo	mg/l	0.05c. Pb	0.05c. Pb	<0.03	<0.03	<0.03
27	Manganeso	mg/l	1.0 c. Mn	1.0 c. Mn	0.03	0.10	0.13
<b>Análisis Bacteriológico – Fitoplancton</b>							
28	Coliformes Totales	NMP/100ml			1.90E+02	3.01E+02	8.10E+01
29	Coliformes Fecales	NMP/100ml	<1000 y <200 en 80% de muestras	<5000 y <1000 en 80% de muestras	2.50E+01	5.80E+01	1.90E+01

**ANEXO C. Encuestas**

**Nombre del encuestador:..... Fecha:.....**

**1. ¿Cree Usted que las aguas del lago San Jacinto están contaminadas?**

**SÍ  NO**

**2. ¿Cuál cree que es la mayor causa de contaminación de las aguas del L.S.J.?**

**Desechos líquidos de las casetas de comida**

**Plaguicidas, pesticidas, producto de la actividad agrícola**

**Residuos sólidos generados por la actividad turística**

**Descargas residuales**

**Otros**

**Si fueran otros, cuáles, favor citar:**

**3. Se observan piletas en las casetas de comida, ¿cuál es la disposición final de estas aguas?**

**Canal recolector**

**Lago**

**Otros**

**Si fueran otros, cuáles, favor citar:**

**4. ¿Cuál es la disposición final de los residuos sólidos que generan?**

**Pasa el carro recolector**

**Quema de los residuos**

**Otros**

**Si fueran otros, cuáles, favor citar:**

5. ¿Cuáles cree que son los principales beneficios que brinda el Lago San Jacinto?

Riego

Turismo

Fuente de abastecimiento de agua potable

Generación de energía eléctrica

6. ¿Cuál cree que es la consecuencia que trae consigo la contaminación del Lago San Jacinto?

Mortandad de peces

Mal olor

EDAS (Enfermedades Diarreicas Agudas)

7. ¿Es de su conocimiento que alguna institución tomó acciones (anteriormente o en la actualidad) para disminuir los niveles de contaminación del lago?

SÍ

NO

Si la respuesta es afirmativa, favor citar cuales:

8. ¿Cuál cree que es la institución encargada de tomar medidas para controlar la contaminación del LSJ?

Alcaldía Municipal

Gobernación (PMSJ)

Otros

Si fueran otros, cuáles, favor citar:

9. ¿Aproximadamente cuánta gente visita el LSJ los fines de semana?

.....

10. ¿Cuál cree que es la solución al problema de contaminación?

.....

NOMBRE:.....

La encuesta se realizó a la muestra aleatoria tomada de las personas que habitan en las viviendas existentes en los alrededores del lago San Jacinto y a las vendedoras de las casetas de comida.

Se efectuaron 10 preguntas, obteniendo respuestas en la mayoría de los casos iguales.

Respecto a los resultados obtenidos, un 83.3% de las personas encuestadas creen que las aguas del lago San Jacinto NO están contaminadas.

El 100% de las personas que creen que las aguas están contaminadas, creen que la principal causa de contaminación son los residuos sólidos generados por la actividad turística.

De acuerdo a la pregunta: “Se observan piletas en las casetas de comida, ¿cuál es la disposición final de estas aguas?”, todas las personas encuestadas coincidieron de que la disposición final es el camino.

El 93% de las personas afirmaron que la disposición final de los residuos sólidos generados es recolectada por el carro recolector, valga la redundancia, el 7% restante practica la quema de los residuos.

El 35.7% de las personas cree que el principal beneficio que brinda el lago San Jacinto es el riego, el 21.5% cree que es la generación de energía eléctrica, el 7.15% cree que es fuente de agua potable y el 35.7% restante considera que es el turismo.

Un 50% de las personas considera que la consecuencia que trae consigo la contaminación del lago es el mal olor, un 33.33% cree que son las EDAS (Enfermedades Diarreicas Agudas) y el 16.67 % restante la muerte de peces.

El 66.67% de las personas NO tiene conocimiento de que alguna institución tomó acciones para disminuir los niveles de contaminación del lago, el 33.33% restante tiene conocimiento de que realizaron limpieza del lago en los alrededores, recolectando basura.

El 85.71% cree que la institución encargada de tomar medidas para controlar la contaminación del lago es la Gobernación del Departamento de Tarija de la mano con el Proyecto Múltiple San Jacinto y el 14.29% restante cree que es la Alcaldía Municipal.

Según el resultado de las encuestas el rango de personas que visitan el lago San Jacinto los fines de semana en un 66.67% es entre 200 a 500 personas el 33.33% de las personas restantes respondieron que son más de 500 personas que visitan el lago.

Created in Master PDF Editor

#### **ANEXO D. Entrevistas**

- 1. ¿Actualmente se cumplen los objetivos por los cuales fue creado el LSJ?**
- 2. ¿Considera que con el transcurso de los años existe una disminución de la calidad del agua en el LSJ?**
- 3. ¿Cuál cree que es la principal causa de la contaminación del LSJ?**
- 4. ¿Las viviendas antiguas y las que actualmente se encuentran en construcción alrededor del LSJ cuentan con conexión al alcantarillado sanitario?**
- 5. ¿Dónde vierten las aguas residuales generadas en las casetas de comida, cuentan con una red de alcantarillado sanitario?**
- 6. ¿Las casetas de comida cuentan con baño público?**
- 7. ¿Qué baño público disponen los turistas que frecuentan el LSJ?**
- 8. ¿Cuál es la disposición final de los residuos sólidos producidos por las viviendas, casetas de comida y turistas?**
- 9. ¿Se han tomado medidas previas para el control de la contaminación del LSJ?**
- 10. Se observan piletas en las casetas de comida, ¿cuál es la disposición final de estas aguas?**
- 11. ¿Aproximadamente cuánta gente visita el LSJ los fines de semana?**

Para el desarrollo de las entrevistas se tomaron en cuenta a personas que se consideran representativas del lugar, como el operador de la represa con más de 20 años de servicio y el lancharo más antiguo.

En resumen, fueron varios los objetivos por los cuales fue creado el lago, actualmente si se cumplen a excepción del de dotación de agua para fuente de agua potable, se considera de que sí existe una disminución de la calidad del agua del lago debido a la contaminación; una de las principales causas de contaminación es la inexistencia de baños. Los domicilios en los alrededores del lago no cuentan con conexión de alcantarillado sanitario, ni las antiguas como tampoco las nuevas. Las aguas residuales provenientes de las piletas que hay en las casetas de comida son vertidas al aire libre, es por eso que en la orilla del lago se observa la presencia de aceite en el agua. Como se dijo anteriormente, no se cuentan con baños públicos, sí existe un baño en el centro policial que se supone que es para el uso del público, sin embargo no se le da el uso. Según se tiene conocimiento, no se han tomado medidas para descontaminar el lago, sin embargo sí se realizó un par de veces la recolección de basura en los alrededores con la ayuda de los soldaditos. Los días sábados y domingos es cuando más afluencia de gente existe, más aún en la época de carnaval o vacaciones.