

“INCIDENCIA DE LAS ACTIVIDADES TURÍSTICAS QUE ALTERAN LA CALIDAD DEL AGUA DEL SISTEMA LACUSTRE YAHUARCOCHA”

Autores: Danny Andrés Reascos Pinchao, Rosario de Lourdes Yépez Placencia, Itala María Paredes Chacin

dreascos1@gmail.com / louyepetzp@gmail.com / imparedes@utn.edu.ec

Universidad Técnica del Norte

Resumen

El lago de Yahuarcocha en la última década ha evidenciado problemas ambientales, generados principalmente por las actividades antrópicas que se desarrollan en la microcuenca, los cuales han generado impactos especialmente en el recurso agua, ocasionando paulatinamente la eutrofización del lago. El estudio tiene como propósito evaluar la incidencia que generan las actividades turísticas, sobre el recurso agua, evaluando la calidad del agua de los efluentes, donde se desarrollan las actividades turísticas; Aplicado metodologías realizadas a nivel de campo, laboratorio y gabinete, se encontró que en el área de influencia se realizan 22 actividades turísticas, de las cuales gastronomía, hospedaje y bares de diversión nocturna generan y vierten aguas residuales que son descargadas directamente a la red de alcantarillado, aguas que finalmente se vierten al lago sin ningún tipo de tratamiento, ocasionando un impacto directo sobre las características físicas, químicas y biológicas que alteran la calidad del agua. La fluctuación de visitantes promedios anuales es de 847.112 visitantes, la misma que en los últimos siete años, monitoreados a partir del año 2010, siendo el 2013 y 2017 el año en el que mayor cantidad de visitantes se ha registrado, con un promedio mensual 73.705 y 74.512 visitantes respectivamente, sumado al monitoreo permanente de los efluentes de los drenajes menores que receptan las aguas residuales de las actividades turísticas, las cuales aportan permanentemente cargas contaminantes especialmente de nitratos y fosfatos, esto permite establecer la interacción que existe entre la concentración de la contaminación del agua y la afluencia de visitantes.

Palabras Clave: actividades turísticas, calidad del agua, Yahuarcocha

Abstract

The lake of Yahuarcocha in the last decade has evidenced environmental problems, generated mainly by the anthropic activities that are developed in the micro-basin, which have generated impacts especially in the water resource, causing the eutrophication of the lake gradually. The purpose of the study is to assess the incidence generated by tourism activities on the water resource, evaluating the water quality of the effluents, where tourist activities are developed; Applied methodologies carried out at the field, laboratory and cabinet level, it was found that 22 tourism activities are carried out in the area of influence, of which gastronomy, lodging and night-time bars generate and discharge wastewater that is discharged directly into the network of sewerage, waters that are finally discharged into the lake without any type of treatment, causing a direct impact on the physical, chemical and biological characteristics that alter the quality of the water. The fluctuation of average annual visitors is 847 112 visitors, the same as in the last seven years, monitored as of the year 2010, with 2013 and 2017 being the year in which the greatest number of visitors has registered, with a monthly average of 73 705 and 74 512 visitors respectively, added to the permanent monitoring of the effluents of the minor drains that receive the wastewater from the tourist activities, which permanently contribute pollutant loads especially of nitrates and phosphates, this allows to establish the interaction that exists between the concentration of the water pollution and the influx of visitors.

Keywords: tourist activities, water quality, Yahuarcocha.

Introducción

Yahuarcocha, se localiza al norte del país, en la Cordillera de los Andes septentrionales del Ecuador, en la Zona 1, provincia de Imbabura, en el cantón Ibarra, la mayoría de las comunidades se encuentran dispersas en la zona rural, creando un entorno singular el cual conjugado con el paisaje natural es propicio para el desarrollo del turismo. (MINTUR, 2002).

El lago es uno de los principales escenarios atractivos del cantón Ibarra, se estima que tiene aproximadamente 12.000 años de edad, según Echeverría (2007), es un vestigio de la era pos glaciar. Este importante escenario histórico, también representa un área natural con un alto potencial turístico, por su particular belleza escénica, la cual conjuga un gran cuerpo de agua en medio de una vegetación xerofítica, lo que representa un oasis en medio de un ecosistema seco, haciendo de éste un paisaje único en la zona altoandina del Ecuador. Es así que desde los años 60 este importante escenario el cual ha sido aprovechado como un atractivo turístico para desarrollar actividades relacionadas con el turismo, el deporte, la recreación y el esparcimiento.

Además, se debe mencionar que el aprovechamiento de este escenario también estuvo sujeto a las necesidades que demandan las urbes, especialmente de los habitantes de la ciudad de Ibarra, los cuales no contaban con sitios apropiados para desarrollar actividades de recreación y esparcimiento necesarias e indispensables en el desarrollo socio-cultural propias de las actividades humanas, considerando que Ibarra y sus alrededores cuenta actualmente con una población de 181.175 habitantes, según el último censo nacional de población (INEC, 2010), lo que demuestra que este escenario es de suma importancia para el desarrollo de las actividades humanas complementarias, tanto del cantón Ibarra, así como de la provincia de Imbabura.

Actualmente este lugar se convierte en una alternativa muy visitada por los turistas locales, nacionales y extranjeros, como lo evidencia en sus registros la Compañía de Economía Mixta Yahuarcocha CEMY (2015),

propiciando que alrededor de esta actividad se desarrolle un sinnúmero de actividades complementarias, especialmente relacionadas a servicios turísticos como la gastronomía, hotelería, recreación, esparcimiento y deportes, actividades humanas que generan desechos y por ende ocasionan impactos negativos al ambiente. Por esta razón la situación actual de la lago de Yahuarcocha es alarmante, ya que la condición ambiental y ecológica se deteriora paulatinamente, dado que este cuerpo de agua receptor de todos los drenajes menores de la microcuenca, presenta un alto grado de eutrofización según Portilla (2015), con el cálculo del índice de estado trófico, el cual generó un resultado eutrófico con tendencia de alcázar niveles hipertróficos, esta condición se traduce en elevadas concentraciones de materia orgánica y nutrientes, especialmente de fósforo y nitrógeno.

La eutrofización del lago se debe a varios factores, entre los más relevantes es el alto grado de intervención de la microcuenca de drenaje y las constantes entradas de aguas servidas provenientes de las actividades antrópicas que se desarrollan alrededor del lago, en las dos últimas décadas se han desarrollado actividades enmarcadas en el componente turístico en el área de influencia del sistema lacustre, se ha evidenciado impactos ambientales que han repercutido negativamente sobre el estado de conservación del lago Yahuarcocha, el objetivo de la presente investigación es determinar la incidencia de las actividades turísticas que alteran la calidad del agua del sistema lacustre Yahuarcocha.

Método

Caracterización de las actividades turísticas y de los visitantes en el área de influencia del sistema lacustre de Yahuarcocha

Para efectuar la caracterización de las actividades turísticas se procedió a recopilar la información existente sobre el área de estudio, la cual servirá de antecedente para direccionar y delimitar las actividades pertinentes a

la presente investigación; en base a este antecedente se levantó la información requerida a nivel de campo, con la finalidad de recabar datos técnicos esenciales que permitan caracterizar y zonificar en base al tipo de actividad turística en cada una de las Unidades de Interés Turístico (UIT) o Sitios de Visita específicos (SDV) (RODRIGUEZ, 2006), para lo cual se determinó el tipo de actividades que se realizan en la parte baja de la microcuenca de Yahuarcocha.

Identificación de los tipos de actividades turísticas que se desarrollan en la microcuenca del sistema lacustre de Yahuarcocha.

Para determinar las líneas de las actividades turísticas que se desarrollan en el área de influencia de la microcuenca del sistema lacustre de Yahuarcocha, se consideró lo establecido en el Plan Estratégico de Desarrollo de Turismo Sostenible de Ecuador "PLANDETUR 2020" (Europraxis, 2007), el cual permitió definir y categorizar cada una de las líneas de productos que se ofertan en el área de estudio.

Evaluación de la calidad del agua de los efluentes de los drenajes menores, donde se desarrollan las actividades turísticas.

En la evaluación de la calidad del agua de los efluentes de los drenajes menores, donde se desarrollan las actividades turísticas, se emplearon un conjunto de actividades consecutivas, las cuales están orientadas a caracterizar y evaluar la calidad del agua de los efluentes del sistema lacustre, para el mejoramiento del patrimonio natural y la reducción de los impactos negativos sobre el ambiente (Rainforest Alliance, 2008).

Análisis de la Cantidad y Calidad del Agua en los efluentes principales que descargan al sistema lacustre.

El análisis de la cantidad y la calidad de las aguas que ingresan al lago, se lo realizó

empleando equipos de monitoreo a nivel de campo y laboratorio, a través de un plan de muestreo periódico, desarrollado en un periodo de un año calendario.

En este plan de monitoreo se consideró la medición de caudales de todos los efluentes que descargan sus aguas al lago, para lo cual se empleó el molinete y las regletas de verificación de caudal en los drenajes que disponen de este instrumento. Además cabe mencionar que en todos los puntos de muestreo se tomaron muestras para su respectivo análisis en laboratorio, especialmente para medir Nitratos y Fosfatos como indicadores de la calidad del agua, así como también se empleó el equipo denominado multiparámetro, el cual permitió medir parámetros "insitu" (en el sitio de muestreo) como es la conductividad, potencial hidrógeno, temperatura, oxígeno disuelto, estos parámetros permitieron realizar la caracterización de la calidad de las aguas, así como el comportamiento de los caudales durante todo un periodo climático, ósea un año calendario.

También fue necesario recopilar información generada por instituciones que han venido realizando trabajos de monitoreo del agua del sistema lacustre de Yahuarcocha, a fin de analizar y comparar resultados, considerando que cada institución realiza los análisis y monitoreos empleando equipos diferentes, así como metodologías y protocolos diferentes, considerando que ningún laboratorio de la provincia tiene acreditado ningún parámetro ni proceso.

Para realizar la caracterización de los efluentes se ha considerado emplear la toma de muestras según la metodología propuesta por (Acevedo, Castillo & Severiche, 2013), con la finalidad de garantizar la correcta y adecuada obtención de la muestra de cada uno de los sitios a ser estudiados. La muestra debe tener los volúmenes adecuados para facilitar las mediciones, todos los equipos de medición a usar en el campo deben ser verificados y calibrados previamente y consignados en el documento respectivo. Debe disponerse de las soluciones adecuadas que permitan la verificación "in situ" de los equipos, en especial al realizar mediciones en aguas residuales,

las cuales pueden causar interferencias en el funcionamiento de los electrodos. También se dispondrá de soluciones limpiadoras para las membranas de los equipos en caso de que éstas se ensucien. Se debe tener en cuenta todas las normas de seguridad industrial y los accesorios a utilizar, para eliminar y minimizar los riesgos que puedan ocasionar accidentes.

Para los parámetros físico-químicos como es temperatura, de nitrógeno y fosforo se tomaron en 12 puntos en cada uno se recogió una cierta cantidad de volumen de agua en cada alícuota conforme determina la fórmula. Según Acevedo (2013), se debe determinar los volúmenes a mezclar de cada una de las alícuotas y luego preservar la muestra.

Además se tomará en cuenta el transporte de las muestras bajo estrictas normas de control y seguridad con los debidos protocolos de conservación de la muestra y su debido etiquetado hacia el laboratorio donde se realizara los análisis previstos en el estudio, con la finalidad de manejar datos confiables, para luego comparar con los parámetros establecidos en los criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas y en aguas marinas y de esteros.

Además se realizó un análisis "in situ" de los parámetros que se puede determinar con el multiparámetro en cada uno de los efluentes que alimentan al lago, con la finalidad de identificar en el tiempo parámetros que se encuentran fuera de norma para establecer patrones comunes que identifique actividades que generen impactos negativos que propicien el incremento y proliferación de plantas acuáticas y fitoplancton, principales responsables de la eutrofización del lago.

Análisis de la calidad del agua de los efluentes que receptan el agua residual de las actividades turísticas.

Una vez identificado los drenajes menores donde las actividades turísticas que evidencian un potencial contaminante de las aguas en

cualquier punto de la red hidrográfica del sistema lacustre, como son aquellas que se dedican a la gastronomía, hospedaje y diversión nocturna, se procederá a realizar un plan de monitoreo de los efluentes que receptan las descargas de aguas residuales de las actividades turísticas antes mencionadas, con la finalidad de registrar y medir la concentración de la contaminación de los parámetros establecidos como indicadores de la calidad del agua para este estudio en particular, como son Nitratos, Fosfatos y Oxígeno Disuelto.

Análisis de la interrelación que existe entre el comportamiento de los parámetros indicadores de la calidad de agua y la afluencia de visitantes

Una de las metodologías más complejas para determinar la relación que existe entre la calidad del agua y las actividades turísticas, fue la de establecer un proceso de análisis de datos y de registros obtenidos en el periodo de un año, a fin de establecer el comportamiento de distintas variables, las cuales permitieron discriminar factores que no intervienen en el proceso, así como también el de establecer relaciones entre factores que registran tendencias similares de comportamiento en el tiempo, es así que a continuación se detallan todos los procesos analizados para generar o identificar la existencia de dichas relaciones entre los factores analizados.

Análisis comparativo entre la fluctuación de visitantes y los indicadores de la calidad del agua del sistema lacustre de Yahuarcocha

Se realizó el análisis de los resultados obtenidos en el laboratorio, los cuales fueron comparados con la afluencia de los visitantes en el mismo periodo, con la finalidad si se evidencia tendencias de comportamiento similares en el tiempo, lo cual podrá establecer en primera instancia si existe una relación

entre estos dos factores monitoreados en el tiempo.

Además estos datos también permitieron realizar el análisis de la relación entre los visitantes responsables de la contaminación del agua y la concentración de Nitratos y Fosfatos en el lago, en el periodo de un año de investigación; el análisis comparativo entre número de visitantes y la concentración de Nitratos y Fosfatos; la relación de Nitratos NO₃ y Fosfatos PO₄ (mg) por visitante que ingresa al área de estudio; y, la relación de Nitratos NO₃ y Fosfatos PO₄ (mg) por visitante que ingresa mensualmente.

según el catastro de la Dirección de Rentas del Municipio de Ibarra del año 2010, este tipo de actividades se han registrado 106 entre restaurantes y locales de comida de expendio de tilapia como se aprecia en la tabla 1.

Resultados

Tipos de Actividades Turísticas que se Desarrollan en la Microcuenca

En la parte baja de la microcuenca, se desarrollan más de 22 actividades turísticas al aire libre, basados en el aprovechamiento del escenario natural, donde se conservan condiciones adecuadas para el disfrute de los visitantes (Rivas, 1994), es así que los visitantes que por diferentes motivos concurren a este escenario natural del norte del país, el cual hoy por hoy se ha convertido en el más importante polo de desarrollo turístico y económico del cantón Ibarra, puesto que receipta aproximadamente un promedio mensual de 70.500 visitantes (CEMY, 2015) de toda índole, a hacer uso de las diversas actividades que oferta este escenario turístico.

Entre las actividades que se ha identificado como las de mayor incidencia sobre la calidad del agua, son aquellas que generan y vierten aguas residuales al sistema lacustre, como son: gastronomía, hospedaje y diversión nocturna, las cuales han sido estudiadas y evaluadas para identificar su incidencia sobre el comportamiento de la calidad del agua en el sistema lacustre, todas las actividades turísticas que se desarrollan en Yahuarcocha se describen a continuación:

La Gastronomía es la actividad más representativa de las actividades turísticas que se desarrollan en Yahuarcocha, pues

Tabla 1. Número de establecimientos de Actividades Turísticas que generan aguas residuales en la microcuenca del sistema lacustre de Yahuarcocha.

Tipo de Actividad	Cantidad	Porcentaje
Venta de pescado	85	80,19
Venta de frutas	14	13,21
Restaurantes con oferta gastronómica variada	7	6,60
Total	106	100,00

Fuente: Catastro de la Dirección de Rentas del Municipio de Ibarra 2010

Todos los establecimientos de venta de alimentos se localizan su mayoría al borde de la autopista grande, y especialmente se concentran en el pueblo de Yahuarcocha, extendiéndose por el sur hacia la entrada principal a la autopista, así como al norte hasta antes de la vuelta la paloma. Sin embargo cabe mencionar que actualmente existe un incremento de locales de expendio de tilapia que no han sido registrados y que operan esporádicamente, especialmente cuando existe mayor concurrencia de visitantes en los fines de semana y feriados.

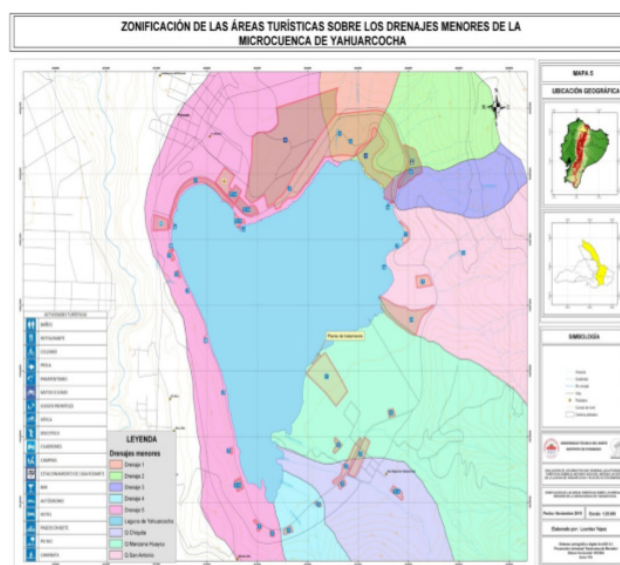
El 54% de los visitantes que concurre a Yahuarcocha lo hacen principalmente por el tema gastronómico, a consumir los platos típicos, en este caso tilapia frita, este tipo de actividades por ende genera residuos y especialmente aguas residuales, que en esta investigación se evalúa como indicador del impacto que genera la actividad turística sobre la calidad del agua del sistema lacustre.

El hospedaje como hoteles, hostales y cabañas se localizan en la parte baja de la microcuenca, se registran tres establecimientos en el Catastro de la Dirección de Rentas del Municipio, para realizar hospedaje de turistas, sin embargo en la actualidad se han incrementado en un 100% este tipo de establecimiento, sin considerar los que se encuentran en la parte media y alta de la microcuenca.

Este tipo de servicio turístico recepta el 4% de los visitantes que llegan a Yahuarcocha, se ha considerado como una actividad significativa en este estudio debido a que la operación de este

tipo de actividades generan aguas residuales que vierten al sistema lacustre sin ningún tipo de tratamiento y que afectan la calidad del agua del mismo.

En lo que se refiere a diversión nocturna existen dos discotecas y tres bares en la parte baja de la microcuenca del lago Yahuarcocha, estos se ubican en la parte norte, específicamente en el muelle bar, junto a la orilla, mientras que el otro se encuentra al frente de este, en referencia a los bares uno se encuentra en el pueblo y los dos restantes en cada uno de los hoteles descritos anteriormente, actividades que también generan y vierten aguas residuales al sistema lacustre, aportando contaminantes que inciden en mayor o menor medida sobre la calidad del agua del Lago, razón por la cual también fueron considerados en la evaluación



Como se aprecia en la figura 1, la mayoría de las actividades turísticas que se desarrollan en Yahuarcocha, se ubican en la parte baja de la microcuenca, específicamente se ubican al borde de toda la autopista que bordea el lago, así como en todos los ocho drenajes menores que descargan permanente o intermitentemente al sistema lacustre.

Específicamente las actividades que generan y vierten aguas residuales al sistema lacustre, son la gastronomía, hospedaje y diversión nocturna (bares y discotecas), se localizan en los drenajes menores de las quebradas: los quince, la chiquita, Manzano Huaico, San Antonio y sectores de la Planta de Tratamiento, El Totoral, Rincón Familiar, Muelle Bar, El Conquistador,

Imperio del Sol, Asociación de comedores del ingreso y del sector del canal Tahuando.

Categorización de las Preferencias del Visitante en referencia a las Ofertas Turísticas que se desarrollan en Yahuarcocha

Para categorizar las preferencias del visitante en referencia a las ofertas turísticas que se desarrollan en Yahuarcocha, se han considerado las de mayor incidencia en base a la selección que realizaron los encuestados de la unidad muestral, aplicada en el área de influencia de la zona de estudio, como se aprecia en la tabla 2.

Actividades Turísticas	Frecuencia	Porcentaje	Número Visitantes
Hospedaje	16	3,9	2.768
Recreación Y Esparcimiento	78	19,1	13.496
Deportes	94	23,0	16.264
Gastronomía	220	53,9	38.064
Total	408	100,0	70.592

Fuente: Datos de campo y de gabinete

Los encuestados seleccionaron con mayor preferencia cuatro tipos de actividades turísticas de las veintiuna actividades que oferta toda el área de influencia donde se concentra y desarrolla la mayor actividad turística de

Yahuarcocha, en este caso la gastronomía, el deporte, la recreación y esparcimiento, así como el hospedaje, representan los de mayor preferencia por los visitantes, ver Figura 1.

Sitios de Interés Turístico Específico	Porcentaje de Afluencia de Visitantes	Número de Visitantes
Gastronomía	54	38.049
Hospedaje	4	2.753
Total	58	40.802

Fuente: Datos de campo y de gabinete

Como se puede apreciar en la tabla 3, se han seleccionado únicamente las actividades turísticas que generan y vierten aguas residuales al sistema de alcantarillado y que finalmente se descargan a cuerpos de agua natural de los drenajes menores que descargan al sistema lacustre. Es así que entre la gastronomía y

hospedaje que representan el 58%, equivalentes a 40.802 visitantes mensuales, del total que concurren a Yahuarcocha, sin considerar a las actividades de diversión nocturna en bares y discotecas, con las cuales estarían bordeando aproximadamente el 60% de los visitantes, estas tres actividades turísticas son las que

repercuten directa o indirectamente sobre la calidad del agua.

Evaluación de la calidad del agua de los efluentes de los drenajes menores, donde se desarrollan las actividades turísticas.

Para evaluar la calidad del agua de los efluentes, los cuales reciben las aguas residuales de todo tipo de actividad antrópica que se desarrolla en la microcuenca y que finalmente se descargan al lago, fue necesario realizar la identificación y delimitación de los drenajes menores y su interacción con las áreas donde se asientan y concentran las actividades antrópicas, en este caso los centros poblados y las actividades turísticas, especialmente aquellas que se dedican a la gastronomía y hospedaje, las cuales descargan aguas residuales al sistema de alcantarillado, mismas que se vierte al drenaje natural que confluyen finalmente a la cubeta del lago; es así que se elaboró el mapa de drenajes menores de la microcuenca, con la ubicación de las áreas donde se desarrollan las actividades antrópicas.

Análisis del comportamiento de los factores ambientales que rigen en el área de estudio y la calidad del agua del sistema lacustre de Yahuarcocha.

Es importante analizar el comportamiento de los factores climáticos que inciden en la microcuenca en estudio, especialmente la precipitación y temperatura, con la finalidad de establecer posibles relaciones con los parámetros monitoreados como indicadores de la calidad del agua, en este caso oxígeno disuelto, nitratos y fosfatos.

Con la finalidad de entender como el cambio climático conocido a nivel mundial, también incide sobre el ecosistema en estudio, fue necesario realizar un análisis comparativo del comportamiento de la precipitación y la temperatura del registro de los últimos 40 años y los del año 2016, fecha en la que se realizó el estudio, para determinar si existen cambios significativos que incidan sobre las condiciones ecológicas de éste ecosistema.

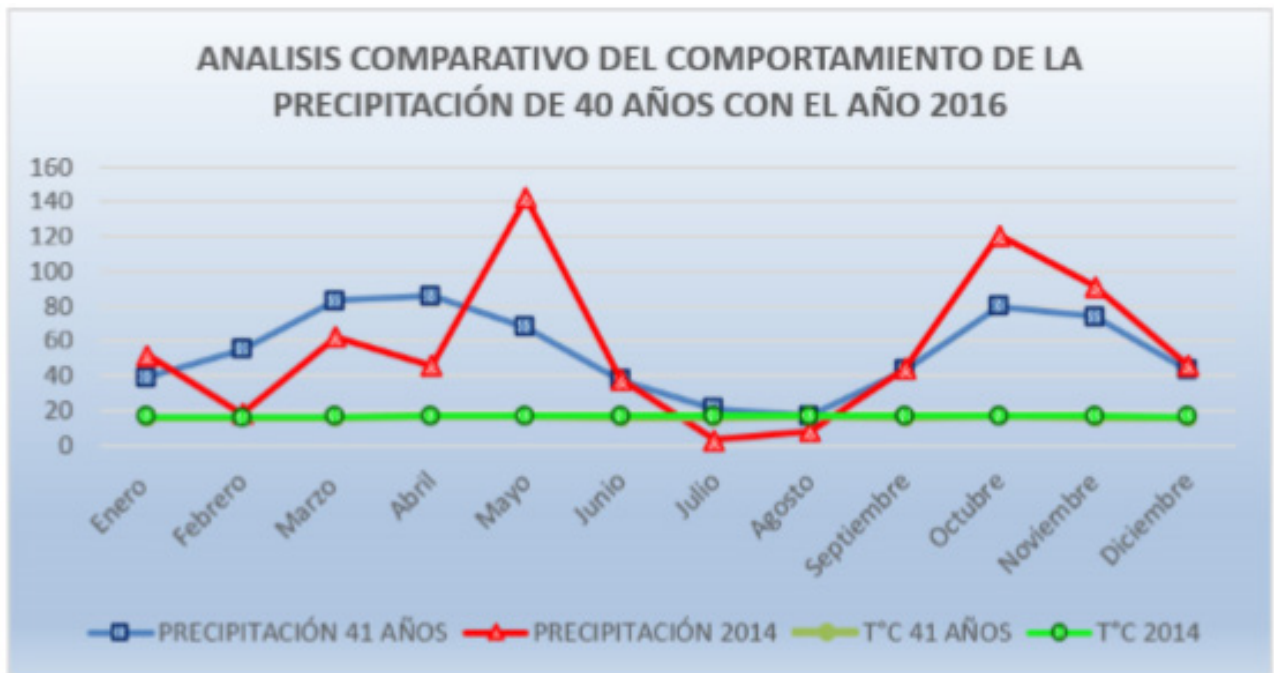


Figura 2. Análisis Comparativo de la Precipitación y Temperatura de 40 años con el periodo de investigación (2015 – 2016), que rigen en la microcuenca del lago, datos del INAMHI

Como se aprecia en la figura 2 el comportamiento de la precipitación promedio mensual en un registro de más de 40 años, considerado como un factor determinante en el clima del cantón Ibarra, y el comportamiento de la precipitación del promedio mensual del año 2016, en el cual se puede apreciar una semejanza en el comportamiento marcado en el año, de dos épocas de máxima precipitación, y una época de menor precipitación considerada como época de estiaje o meses ecológicamente secos; sin embargo hay que denotar que actualmente se evidencia un desplazamiento de un mes de las máximas precipitaciones, como se observa en el mes de abril se desplaza al mes de mayo, mientras que en los meses ecológicamente secos se ha desplazado un mes anterior donde se registra la época de menor precipitación como se observa el mes de agosto hacia julio; todo esto demuestra una evidente modificación del comportamiento de los factores climáticos debido al cambio climático a nivel mundial, los cuales repercuten directamente sobre los ecosistemas acuáticos y por ende en el desequilibrio de los procesos biológicos y ecológicos que determinan la calidad ambiental de un espacio natural.

Análisis de la Cantidad y Calidad del Agua en los efluentes principales que descargan al lago.

Es importante analizar la cantidad y la calidad de

las aguas que ingresan al sistema lacustre a fin de determinar su procedencia, grado de contaminación y el origen del problema de alteración de la calidad del agua, esto permitirá establecer las responsabilidades de las acciones que se desarrollan dentro de la microcuenca, así como será más fácil identificar y establecer las medidas de prevención y mitigación que se deberán desarrollar para solventar el problema de la contaminación del agua. Es así que a continuación se hace un profundo análisis con respecto a estos dos temas importantes, como son la calidad y la cantidad de agua.

Calidad del Agua

Con el objetivo de evaluar y caracterizar la calidad del agua de los efluentes principales que aportan caudales considerables al sistema lacustre, se procedió a identificar y monitorear en el periodo de un año dichos efluentes (ver tabla 18), en este caso se han son cinco: el Canal del Río Tahuando, la Quebrada Polo Golo, la Quebrada Manzano Huayco, la Planta de Tratamiento y el Rancho Totoral (tabla 18), los cuales receptan las descargas de aguas residuales de la mayoría de actividades antrópicas registradas en la microcuenca baja del lago.

Tabla 4. Puntos de Muestreo de los Efluentes Principales de Descarga al Lago.

Efluentes Principales	Coordenadas		Altitud
	X	Y	
Rancho Totoral	823741	10040963	2204
Q Manzano Huayco	822766	10040081	2205
Q. Polo Golo	822752	10039680	2197
Canal del Rio Tahuando	822621	10039225	2223
Planta de tratamiento	823045	10040756	2185

Fuente: Datos de campo y gabinete

Es así que a continuación se presenta los resultados obtenidos de los monitoreos mensuales durante el periodo de un año efectuados a cada uno de estos efluentes antes mencionados, en los cuales se ha considerado al oxígeno disuelto como un indicador de la calidad del agua y que fue analizado con los límites máximos establecidos en el Legislación Ambiental vigente, para evaluar

el cumplimiento con la normativa ambiental así como el comportamiento de la calidad del agua en el tiempo y la incidencia que esta representa sobre la calidad del agua del lago ver tabla 4.

Tabla 5. Oxígeno Disuelto de los Efluentes Principales que Descargan aguas Residuales al Lago.

Meses	O.D. mg/l					LIMITE MÍNIMO PERMISIBLE mg/l
	Canal rio Tahuando	Q. Polo Golo	Q. Manzano Huayco	Planta de Tratamiento	Rancho Totoral	
ABRIL	5,68	3,46	3,81	1,32	5,63	6
MAYO	6,59	3,67	3,87	1,31	6,53	6
JUNIO	5,68	3,16		1,24	5,91	6
JULIO	5,69			1,36	5,89	6
AGOSTO	5,58			1,55	5,92	6
SEPTIEMBRE	5,61	3,24	3,82	1,67	5,99	6
OCTUBRE	6,26	3,43	3,85	1,52	6,61	6
NOVIEMBRE	5,91	3,45	3,75	1,49	6,49	6
DICIEMBRE	5,75	3,41	3,56	1,41	6,39	6
ENERO	5,85	3,45	3,5	1,52	6,38	6
FEBRERO	5,58			1,52	5,79	6
MARZO	5,42	3,23	3,93	1,3	5,61	6

Según la Legislación Ambiental vigente, establece los criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, que el límite mínimos permisible de Oxígeno Disuelto no debe ser menor al 60% y no menor a 6 mg/l para cuerpos de agua dulce.

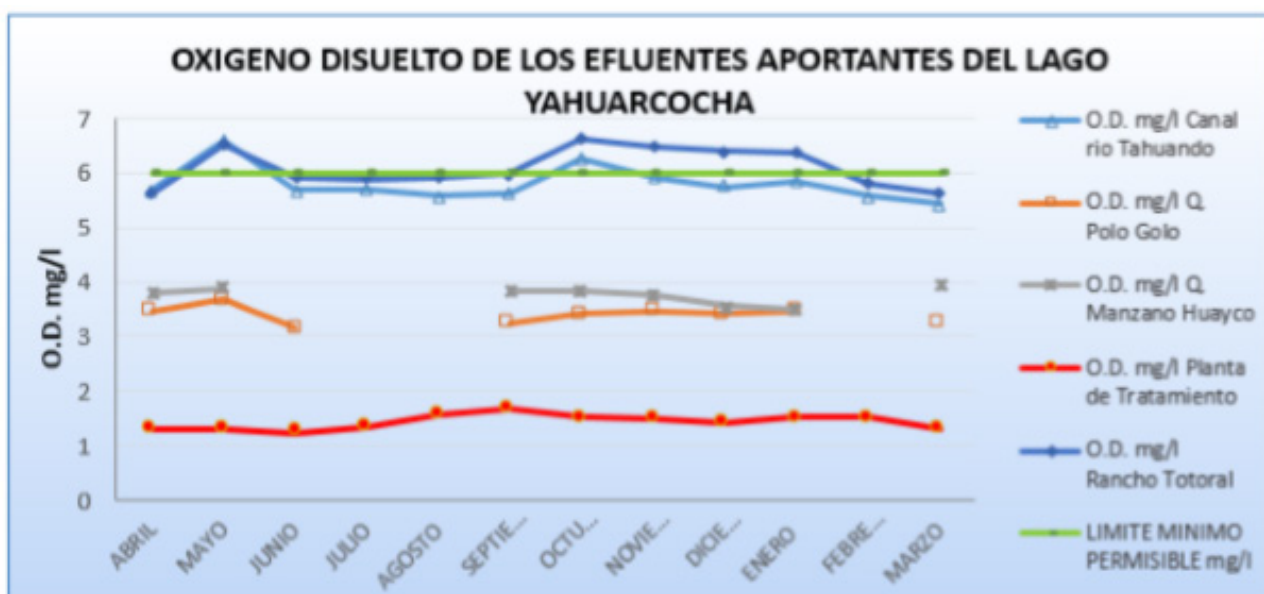


Figura 3. Comparación del Oxígeno Disuelto de los Efluentes de Yahuarcocha con la legislación Ambiental vigente.

Cómo se aprecia en la figura 3, el OD del efluente del canal del río Tahuando, en el mes de mayo, octubre se encuentra dentro de la normativa ambiental vigente este fenómeno es debido al aumento de los caudales producto de las precipitaciones de esas épocas lluviosas, considerando que esta agua proviene de la subcuenca alta del río Tahuando, el resto de los meses de estudio se encuentran fuera de norma.

En referencia a la Quebrada Polo Golo, ésta se ubica al sur este del lago, conocida también como quebrada Chiquita, la cual receipta las aguas lluvias de este drenaje menor y al cual descargan las aguas residuales de todos los establecimientos de gastronomía que se ubican cercanos a este efluente natural, como se aprecia en la figura 20, en los registros obtenidos se visualiza que el OD se encuentra fuera de norma según la normativa, la tendencia tiende a incrementarse en algo en las épocas lluviosas, sin embargo aun así no se logra alcanzar el límite permisible por la alta concentración de la contaminación que evidencia este efluente, especialmente referente a carga orgánica.

Es importante mencionar que la Quebrada Polo Golo, en los meses de julio y agosto del 2015, así como en febrero del 2016, en el día correspondiente al monitoreo no se registraron caudales, razón por la cual no se obtuvieron datos del OD del agua; esto se debe a las épocas de estiaje propias del tiempo y al cambio climático, sumados al uso intensivo del recurso hídrico en actividades productivas, específicamente para riego de cultivos y forrajes.

La Quebrada Manzano Huayco, en los meses de junio, julio y agosto del 2015, así como en febrero del 2016, en el día correspondiente al monitoreo no se registraron caudales, razón por la cual no se obtuvieron datos del OD del agua; esto se debe a las épocas de estiaje propias del tiempo y al cambio climático, sumados al uso intensivo del recurso hídrico en actividades productivas, específicamente para riego de cultivos y forrajes, este efluente se ubica al sur este del lago, recoge toda el agua de la red hidrográfica del drenaje menor de mayor superficie que evidencia la

microcuenca, además se vierten las aguas residuales de los establecimientos dedicados especialmente a la gastronomía.

En todos los registros obtenidos en los monitoreos realizados en este efluente respecto al OD, todos los meses dentro del periodo de estudio se encuentran fuera de norma, sin considerar los meses de junio, julio y agosto del 2015, así como en febrero del 2016 que no se registraron caudales en las fechas de monitoreo.

Con respecto a la Planta de Tratamiento, esta se localiza en la parte baja del pueblo de San Miguel de Yahuarcocha, recoge las aguas servidas de toda la red de alcantarillado, el cual abarca el poblado y la mayor cantidad de establecimientos dedicados a la gastronomía, razón por la cual receipta el mayor caudal contaminado de todos los efluentes, como se aprecia en la figura 20, éste efluente es el que registra el OD más bajo de todos los efluentes, pues está en el margen de 1,5 mg/l, lo que indica que se encuentra fuera de norma durante todo el año de monitoreo.

En referencia al Rancho el Totoral, éste se ubica en la parte este del lago, recoge las aguas de la red hidrográfica de la quebrada San Antonio, así como de los establecimientos y asentamientos aislados dentro del drenaje menor de la misma quebrada, este efluente tiene una tendencia similar al comportamiento de las precipitaciones graficadas en el tiempo, periodo de un año, el cual es el más cercano a estar dentro de la normativa ambiental vigente ya que este en el mes de mayo y a partir de septiembre hasta febrero se encuentra dentro de norma ya que son meses con lluvia y están dentro de los límites admisibles en cuanto a oxígeno disuelto.

En conclusión, una vez analizado las cinco vertientes principales del sistema lacustre de Yahuarcocha, de las cuales tres evidencian a través del indicador de calidad OD, que no se encuentran dentro de norma y que están muy alejados de este límite, como son la Quebrada Polo Golo, Quebrada Manzano Huayco y la Planta de Tratamiento, efluentes que receiptan el mayor porcentaje de aguas residuales del pueblo denominado San Miguel de Yahuarcocha, así como de la mayoría de los establecimientos que se dedican a la gastronomía y que se concentran en el sector sur este zona del pueblo, mientras

que los dos restantes efluentes se encuentran parcialmente dentro de la normativa ambiental, como son: el Canal de agua del río Tahuando y el Rancho el Totoral, los cuales receptan el agua residual de establecimientos aislados que se dedican a la gastronomía y hospedaje.

Análisis de la calidad del agua de los efluentes que receptan el agua residual de las actividades turísticas de gastronomía, hospedaje y diversión nocturna.

El análisis y evaluación de cada uno de los efluentes que descargan al lago en el periodo de un año, determinaron que existen tres efluentes de los cinco estudiados, que evidencian contaminación que sobrepasan drásticamente los límites mínimos de los parámetros indicadores de la calidad ambiental, establecidos en la normativa ambiental vigente, a través del análisis de patrones que evidencien significancia, tal es el caso del oxígeno disuelto marcados, entre otros parámetros, los cuales están fuera de norma según el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente TULSMA, y que evidentemente coinciden con los efluentes de los drenajes menores donde se asientan y desarrollan las actividades de gastronomía, hospedaje y diversión nocturna, los otros dos se encuentran parcialmente fuera de norma como es el canal del río Tahuando y el efluente del Rancho Totoral.

En la microcuenca existen factores y agentes contaminantes, de los cuales cuatro son los que tienen mayor incidencia sobre la contaminación de las aguas del sistema lacustre de Yahuarcocha, como son: Contaminación por descargas de aguas residuales provenientes del pueblo San Miguel de Yahuarcocha con aproximadamente 2.000 habitantes, que generan un volumen promedio mensual de 7.200 m³, el cual representa el 3,94 % de todo el caudal que ingresa al sistema lacustre, el cual se vierte a la red de alcantarillado y que finalmente se descarga al lago sin ningún tipo de tratamiento previo, considerando que la planta de tratamiento actualmente no se encuentra operando, debido a que en sus diseños no consideraron requerimientos mínimos de

dimensionamiento en cuanto a su capacidad de tratamiento.

Es importante mencionar que los caudales generados en fines de semana y feriados se incrementan considerablemente debido a la afluencia de visitantes que hacen uso de los servicios de gastronomía, hospedaje y diversión nocturna, actividades que generan y vierten aguas residuales a la red de alcantarillado, caudales que finalmente llegan a la planta de tratamiento, los cuales superan considerablemente su capacidad de tratamiento; por otro lado están las actividades turísticas, especialmente las que se dedican a la gastronomía, hospedaje y diversión nocturna, que comprenden el 57,8% de todos los visitantes que concurren a Yahuarcocha, equivalentes a un promedio de 40.802 visitantes mensuales, actividades que generan y vierten aguas residuales al sistema de alcantarillado y que finalmente se descargan al lago sin ningún tipo de tratamiento; otro de los factores es el agua que ingresa al lago a través del canal de abastecimiento que proviene del río Tahuando y que se trasvasa un volumen promedio de 116.046 m³ mensuales, equivalente al 63,43% del volumen total que ingresa al Lago, el cual mantiene una carga de contaminantes que constante y paulatinamente altera las condiciones naturales del sistema lacustre.

Por último y no menos importante está el arrastre por escorrentía superficial del agua que se drena por la microcuenca producto de la precipitación, que aporta un volumen promedio de 59.706 m³ mensuales, equivalentes al 32,6% de todo el caudal que se drena al Lago, el cual lava y disuelve los nutrientes naturales del suelo de toda la microcuenca, además arrastra consigo a través del proceso erosivo el sustrato mineral compuesto por arenas, limos y arcillas, así como también los lodos y sales producto de los procesos atmosféricos de evapotranspiración y sedimentación, por otro lado los subproductos empleados en la agricultura como pesticidas, herbicidas y abonos químicos, los cuales están elaborados a base de elementos órgano fosforados y algunos metales pesados que sumados a los procesos biológicos en el medio acuático que pueden alterar la composición física y química del agua alterando de esta manera las condiciones de la calidad del agua que alimenta de forma natural al sistema lacustre de Yahuarcocha.

Tabla 6. Concentración de la contaminación de Nitratos y Fosfatos en caudales de los efluentes del Sistema Lacustre de Yahuarcocha.

CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES DE NITRATOS Y FOSFATOS EN CAUDALES DE LOS EFLUENTES DEL SISTEMA LACUSTRE YAHUARCOCHA									
EFLUENTES DEL LAGO YAHUARCOCHA	CAUDAL PROMEDIO MENSUAL (L/S)	NITRATO NO3 (mg/l)	FOSFATO PO4 (mg/l)	VOLUMEN PROMEDIO MENSUAL (L/ME)	NITRATO NO3 (mg/ME)	FOSFATO PO4 (mg/ME)	PORCENTAJE DE NITRATO NO3 (%)	PORCENTAJE DE FOSFATO PO4 (%)	PORCENTAJE DEL CAUDAL DE LOS EFLUENTES (%)
Rancho Totoral	4,73	0,45	0,80	12.258.000	5.518.100	9.808.400	4,57	3,95	6,70
Q. Manzano Huayco	6,65	0,52	0,82	17.226.000	8.957.520	14.125.320	7,42	5,89	9,42
Q. Polo Golo	7,53	0,72	0,52	19.515.600	14.051.232	10.148.112	11,64	4,09	10,67
Planta de Tratamiento	6,87	1,14	6,36	17.798.400	20.290.176	113.197.824	16,80	45,60	9,73
Canal del Río Tahuando	44,77	0,62	0,87	116.046.000	71.948.520	100.960.020	59,58	40,67	63,47
TOTAL MENSUAL	70,54	3,45	9,37	182.844.000	120.763.548	248.237.676	100,00	100,00	100,00
TOTAL ANUAL	846,50	41,40	112,44	2.194.128.000	1.449.162.576	2.978.852.112	100,00	100,00	100,00

Fuente: Datos de campo, laboratorio y gabinete

El análisis de la concentración de la contaminación por Nitratos y Fosfatos los cuales enturbia el agua y afecta la vegetación acuática sumergida que es una fuente productora de oxígeno (Pozo, 2008), en los caudales de los cinco efluentes principales del sistema lacustre del lago Yahuarcocha, demuestra que los efluentes aportan diferentes porcentajes de caudales y cada uno con diferentes concentraciones de Nitratos y Fosfatos, dependiendo a su origen, es así que el efluente del canal del río Tahuando registra un ingreso de 0,62 mg/l de Nitratos, considerado una de las concentraciones más bajas que el resto de efluentes, pero que por el volumen de agua que aporta al sistema, que en este caso es del 63, 47% de todo caudal que ingresa al sistema lacustre, es el responsable del mayor aporte de contaminación por Nitratos, alcanzando a 71'948.520 mg. de NO3 promedio mensual, equivalente al 59,58% de todo el contaminante que ingresa al Lago, con un acumulado anual de 863'382.240 mg. de NO3, que se aporta cada año a la cubeta del Lago Yahuarcocha; de igual manera los Fosfatos registran 0,87 mg/l y debido al volumen de ingreso, esto representa 100'960.020 mg. de PO4 promedio mensual, equivalente al 40,67% de todo el fosfato que ingresa al sistema, con un acumulado anual de 1.211'520.240 mg. de PO4, que se aporta con esta concentración de la contaminación cada año, y que se diluye en el volumen de agua de toda la cubeta.

Otro de los efluentes de mayor significancia en el aporte de la contaminación es la Planta de Tratamiento, que registra un ingreso de 1,14 mg/l de

Nitratos, considerado una de las concentraciones más altas que el resto de efluentes, pero que por el volumen de agua que aporta al sistema, que en este caso es del 9,73% de todo caudal que ingresa al sistema lacustre, es responsable de uno de los mayores aportes de contaminación por Nitratos, alcanzando a 20'290.176 mg. de NO3 promedio mensual, equivalente al 16,80% de todo el contaminante que ingresa al Lago, con un acumulado anual de 243'482.112 mg. de NO3, que se aporta cada año a la cubeta; de igual manera los Fosfatos registran 6,36 mg/l, uno de los más altos y que debido al volumen de ingreso, esto representa 113'197.824 mg. de PO4 promedio mensual, equivalente al 45,60% de todo el fosfato que ingresa al sistema, con un acumulado anual de 1.358'373.888 mg. de PO4, que se aporta con esta concentración de la contaminación cada año, y que se diluye en el volumen de agua de toda la cubeta del sistema lacustre del Lago Yahuarcocha.

La Quebrada Polo Golo es otro de los efluentes que también tiene incidencia significativa en el aporte de la contaminación, la cual registra un ingreso de 0,72 mg/l de Nitratos, considerado una de las concentraciones de relevancia por el volumen de agua permanente que aporta al sistema, que en este caso es del 10,67% de todo caudal que ingresa al sistema lacustre, es responsable de uno de los mayores aportes de contaminación por Nitratos, alcanzando a 14'051.232 mg. de NO3 promedio mensual, equivalente al 11,64% de todo el contaminante que ingresa al Lago, con un acumulado anual de 168'614.784 mg. de NH3, que se aporta cada año a la cubeta del

Lago Yahuarcocha; de igual manera los Fosfatos registran 0,52 mg/l, y que debido al volumen de ingreso, esto representa 10'148.112 mg. de PO4 promedio mensual, equivalente al 4,09% de todo el fosfato que ingresa al sistema, con un acumulado anual de 121'777.344 mg. de PO4, que se aporta con esta concentración de la contaminación cada año, y que se diluye en el volumen de agua de toda la cubeta del sistema lacustre del Lago Yahuarcocha.

La Quebrada Manzano Huayco es otro de los efluentes que también tiene incidencia significativa en el aporte de la contaminación, la cual que registra un ingreso de 0,52 mg/l de Nitratos, considerado una de las concentraciones de relevancia por el volumen de agua permanente que aporta al sistema, que en este caso es del 9,42% de todo caudal que ingresa al sistema lacustre es responsable de uno de los aportes de contaminación significativos por Nitratos, alcanzando a 8'957.520 mg. de NO3 promedio mensual, equivalente al 7,42% de todo el contaminante que ingresa al Lago, con un acumulado anual de 107'490.240 mg. de NO3, que se aporta cada año a la cubeta del lago; de igual manera los Fosfatos registran 0,82 mg/l, y que debido al volumen de ingreso, esto representa 14'125.320 mg. de PO4 promedio mensual, equivalente al 5,69% de todo el fosfato que ingresa al sistema, con un acumulado anual de 169'503.840 mg. de PO4, que se aporta con esta concentración de la contaminación cada año, y que se diluye en el volumen de agua de toda la cubeta del sistema lacustre.

El Efluente ubicado en el sector del Rancho El Totoral, es otro de los efluentes que también

tiene incidencia significativa en el aporte de la contaminación, la cual que registra un ingreso de 0,45 mg/l de Nitratos, considerado una de las concentraciones de relevancia por el volumen de agua constante que aporta al sistema, que en este caso es del 6,70% de todo caudal que ingresa al sistema lacustre, es responsable de uno de los aportes de contaminación significativos por Nitratos, alcanzando 5'516.100 mg. de NO3 promedio mensual, equivalente al 4,57% de todo el contaminante que ingresa, con un acumulado anual de 66'193.200 mg. de NH3, que se aporta cada año a la cubeta del lago; de igual manera los Fosfatos registran 0,80 mg/l, y que debido al volumen de ingreso, esto representa 9'806.400 mg. de PO4 promedio mensual, equivalente al 3,95% de todo el fosfato que ingresa al sistema, con un acumulado anual de 117'676.800 mg. de PO4, que se aporta con esta concentración de la contaminación cada año, y que se diluye en el volumen de agua de toda la cubeta.

Como se aprecia en este análisis del diagnóstico, se puede deducir que sin considerar el canal de agua del río Tahuando, los demás efluentes aportan cargas significativas de contaminantes (Fosfatos y Nitratos) como indicadores de la calidad, especialmente en las vertientes de los drenajes menores donde se asientan las actividades turísticas que generan y aportan aguas residuales, específicamente aquellas que se dedican a la gastronomía, hospedaje y diversión nocturna, lo que ratifica la hipótesis de que éste tipo de actividades turísticas generan impactos negativos que alteran las condiciones naturales de la calidad del agua.

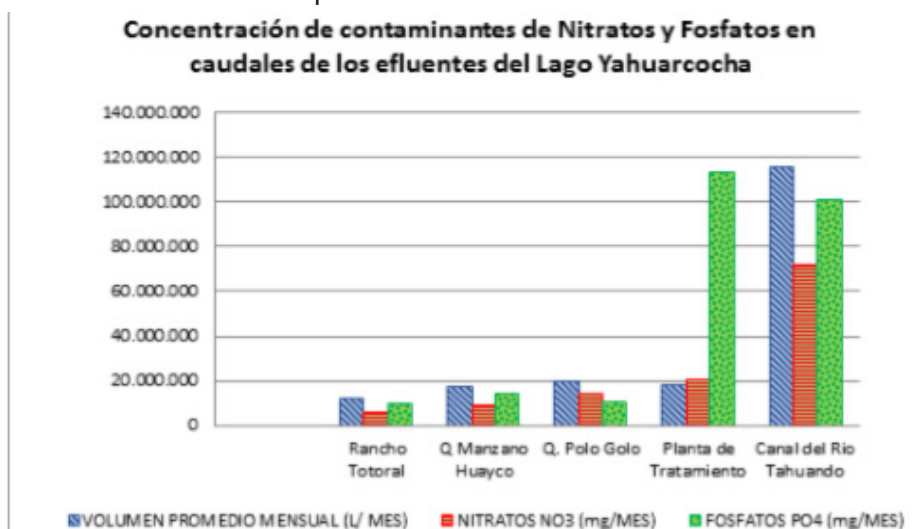


Figura 4. Concentración de la Contaminación de Nitratos y Fosfatos en Caudales de los Efluentes

Fuente: Datos de campo, laboratorio y gabinete

Los efluentes que descargan el agua al lago, demuestran que existe un aporte considerable de Fosfatos y Nitratos, especialmente de en la Planta de tratamiento y el Canal del río Tahuando, los cuales aportan la mayor cantidad de carga orgánica al sistema, sin embargo los demás efluentes también aportan concentraciones de fosfatos y nitratos, que alteran las condiciones de la calidad del agua.

Conclusiones

Según el PLANDETUR 2020, en el área de influencia turística y de incidencia de visitantes de Yahuarcocha, la cual comprende la parte baja de la microcuenca, se han identificado cuatro categorías turísticas, como son Turismo cultural, Ecoturismo y turismo de naturaleza, Turismo de deporte y aventura, y turismo de salud, en las cuales se reportan 22 tipos de actividades turísticas que se desarrollan en esta área, actividades en las que se han registrado una afluencia de 847.104 visitantes anuales, lo cual genera un promedio de 70.592 visitantes promedio mensual, siendo los feriados y fines de semana donde más concurrencia se reporta, mientras que los días ordinarios únicamente registran el 3% de visitantes.

Una vez caracterizada el área de influencia del sistema lacustre de Yahuarcocha, en este caso la microcuenca hidrográfica, se han identificado ocho drenajes menores, de los cuales tres son intermitentes, mientras que los cinco restantes registran un caudal de flujo continuo, todos estos vierten finalmente sus aguas al lago, de los cinco efluentes estudiados y monitoreados, según el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente TULSMA, y específicamente lo establecido en la Tabla de los Límites máximos permisibles de calidad del agua para conservación de flora y fauna acuática, dos efluentes cumplen parcialmente con la normativa, como son el Canal del Río Tahuando y el Rancho el Totoral, mientras que los otros tres no cumplen con lo establecido en la legislación, como son el Quebrada Manzano Huayco, Quebrada Polo Golo y la Planta de Tratamiento, siendo estas últimas las que recogen las aguas de descarga residual de las

actividades antrópicas, especialmente de las actividades turísticas dedicadas a gastronomía, hospedaje y diversión nocturna, actividades responsables del mayor aporte de nutrientes que provocan la eutroficación del lago.

Es así que las actividades turísticas en cuestión, generan un volumen promedio mensual de 59'598.000 L/mes, equivalente al 89% de todo el caudal que ingresa al lago, generado por un promedio 40.832 visitantes, los cuales son responsables de producir 10'888.342,6 mg mensuales, de Nitratos, lo que determina que cada visitante es responsable de contaminar el agua con 266,7 mg de NO₃, mientras que los fosfatos alcanzan valores de 32'850.735,6 mg. mensuales, dato que determina que cada visitante contamina con 804,5 mg. de PO₄ al sistema lacustre. No obstante, los habitantes del pueblo San Miguel de Yahuarcocha, también aportan con valores significativos de la contaminación del agua, dado que generan un volumen promedio mensual de 7'200.000 L/ mes, equivalente al 11% de todo el caudal que ingresa al lago, generado por una población aproximada de 2.000 habitantes, los cuales son responsables de producir 1'315.414,4 mg mensuales, de Nitratos, lo que determina que cada persona es responsable de contaminar el agua con 657,7 mg de NO₃, mientras que los fosfatos alcanzan valores de 3'968.678,4 mg. mensuales, dato que determina que cada persona contamina con 1.984,3 mg. de PO₄ al sistema lacustre.

En la identificación de las posibles alternativas de solución para mitigar los problemas que evidencia este importante ecosistema lacustre, se han establecido dos estrategias enmarcadas principalmente en la prevención y la mitigación de los principales impactos que repercuten sobre el recurso agua en toda la microcuenca, de los cuales se han establecido diez acciones específicas de gestión interinstitucional, con la finalidad de asumir las competencias y roles dentro de sus jurisdicciones, orientadas a recuperar y conservar el sistema lacustre.

Recomendaciones

Una vez caracterizadas las actividades turísticas y a los visitantes que ingresan a Yahuarcocha,

se recomienda todas las actividades turísticas deben ser registradas ante los organismos de control, así como también deben ser regularizadas por los Ministerios de Turismo, Salud y del Ambiente, a fin de dar cumplimiento con la Legislación y sus normativas, con la finalidad de precautelar la seguridad e integridad de los visitantes que hacen uso de los servicios turísticos, así como el de garantizar la conservación de los recursos naturales y del ambiente en general de este importante escenario natural.

Una vez realizado el estudio y monitoreo de los efluentes aportantes del lago, además de haber identificado las actividades antrópicas responsables de la contaminación de los efluentes y el lago, se recomienda realizar la regularización y actualización de los permisos ambientales, así como también la verificación del cumplimiento de los planes de manejo ambiental de aquellos establecimientos que ya cuentan con los permisos, a fin de controlar y regular las descargas de aguas residuales, también es necesario implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales en cada uno de los cinco efluentes previo a la descarga al lago, por las entidades y organismos responsables y que tienen competencia de ejecutar este tipo de obras establecidas en la legislación vigente, los sistemas de tratamiento deben ser diseñados y dimensionados técnicamente, en base a un estudio de caracterización y monitoreo de la calidad y cantidad de los caudales, a fin de garantizar la eficiencia en el tratamiento de las aguas y cumplimiento con la normativa ambiental establecida en el TULSMA, previo a su vertido final al lago.

Después de haber determinado que existe una interrelación entre los visitantes que hacen uso de los servicios turísticos de gastronomía, hospedaje y diversión nocturna, y la evidente contaminación del Lago, se recomienda que todos los efluentes deben ser estudiados a profundidad, así como también establecer y poner en marcha un plan técnico y serio de monitoreo permanente de los efluentes aportantes del lago, para que se realice los análisis de aguas en Laboratorios acreditados por el Organismo de Acreditación del Ecuador OAE, de todos los parámetros establecidos en

la Tabla de calidad de los parámetros máximos permisibles para conservación de flora y fauna acuática de aguas dulces y frías, establecidas en el TULMA, estudios que permitirán generar la base de datos para diseñar y dimensionar las plantas de tratamiento que deberán ser implementadas en cada uno de los efluentes que recogen las aguas residuales de las actividades antrópicas que se desarrollan dentro y fuera de la microcuenca y que se trasvasan y vierten en el lago.

Amparándose en la legislación vigente del Ecuador se recomienda que las acciones de prevención y mitigación planteadas en este estudio, sean ejecutadas y puestas en marcha por cada una de las entidades involucradas según determine las competencias y roles institucionales para los que fueron creadas, con la finalidad de aunar esfuerzos y recursos orientados a recuperar y conservar este importante ecosistema lacustre.

Bibliografía /Referencias bibliográficas.

Acevedo, Castillo & Severiche. (2013). Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Físico-Químicos Básicos en Aguas. Cartagena de Indias Colombia.

Carolina, L. A. (2012). ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA DEL LAGO SAN PABLO EN FUNCIÓN DE LOS PATRONES. Ibarra – Ecuador.

CEMY. (2015). Compañía de Economía Mixta Yahuarcocha, Registro de Visitantes . Ibarra

CEMY. (2015). Compañía de Economía Mixta Yahuarcocha, Registro de Visitantes a Yahuarcocha. Ibarra

CEPAL. (2012). Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas.

COOTAD. (2010). CODIGO ORGANICO DE ORGANIZACION TERRITORIAL.

Echeverria, J. (2007). Archéologie d'une bataille, le lac de Yahuarcocha.

Escalante, L., Charpentier, C., & Diez, J. (2011). Avances y limitaciones de la gestión integrada de los recursos hídricos en Panamá. Gestión y Ambiente, 15.

Europraxis, C. T. (2007). DISEÑO DEL PLAN ESTRATÉGICO DE DESARROLLO DE TURISMO SOSTENIBLE PARA ECUADOR "PLANDETUR 2020".

Goldman. (1983).

Ibarra, G. (2012). Ordenanza de Uso de Suelo de la Cuenca de la Laguna de Yahuarcocha del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Ibarra. Ibarra.

INEC. (2010). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, VII Censo Nacional de Población.

Jarus, O. (2015). "Ancient War revealed in Discovery of Incan Fortresses". Live Science.

MINTUR. (2002). Desarrollo del Turismo. El Norte.

Pabón, G. R. (2012). Actualización del Plan de Manejo Integral de la Microcuenca Hidrográfica de Yahuarcocha, Provincia de Imbabura.

Pardo, A. &. (2002). Software IBM SPSS.

Perez. (1992).

Portilla, K. (2015). Evaluación Del Comportamiento De Los Parámetros Físicos Del Agua, Para Determinar El Estado Trófico Del Lago Yahuarcocha, Provincia Imbabura. Ibarra.

Pozo. (2008). Eutrofización de los lagos y su consecuencia. Ibarra.

Rainforest Alliance. (2008). Buenas Practicas para el turismo sostenible. Obtenido de Buenas Practicas para el turismo sostenible: http://www.rainforest-alliance.org/tourism/documents/tourism_practices_guide_spanish.pdf

Rivas Humerto. (1997). Cosideraciones Básicas para la incorporación de la variable Turismo en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Servicio Natural de Turismo. Programa de Conservación y Desarrollo de los Recursos Turísticos.

Rivas, H. (1994). "Hacia un Desarrollo Turístico de los Ambientes Naturales en Chile". Ambiente y Desarrollo.

RODRIGUEZ, C. &. (2006). Plan de Zonificación y Manejo Recreacional y Turístico del Parque Nacional Cajas. Cuenca.

Rodriguez,F.(2004). Estudio de impacto ambiental. Una necesidad en la actividad. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/1/browse?value=IMPACTO+AMBIENTAL&type=subject>

Rono A. (2012). Turismo de humedales: Kenia – El Lago Nakuru.

Salinas. (2012). Eutroficación de los lagos.

Sanchon, M. W. (2013). Contaminación del agua.

SENPLADES. (2013). Plan Nacional Para el Buen Vivir 2013-2017. En S. N. Desarrollo, Plan Nacional Para el Buen Vivir 2013-2017.

Sonzogni W.C., G.P. Fitzgerald, and G.F. Lee. . (1975). Effects of wastewater diversion on the lower Madison Lakes.

Velez M. (2013). "Análisis de Caudales en recursos niversidad Nacional de Colombia.

Vergara, R. y., & Monge, B. y. (2009). Dinámica de Nutrientes. México.