



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA MICROCUENCA
DEL RÍO BLANCO QUE ATRAVIESA POR EL ECOSISTEMA DE
BOSQUE SIEMPREVERDE DEL PÁRAMO EN LA PARROQUIA
QUIMIAG**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR: ALEXIS ARIEL GUZMÁN LLANGARÍ

DIRECTORA: ING. MARÍA SOLEDAD NÚÑEZ MORENO

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Alexis Ariel Guzmán Llangari

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Alexis Ariel Guzmán Llangarí, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 27 de junio de 2023

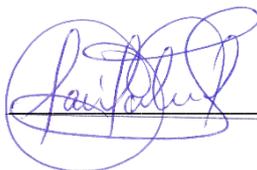
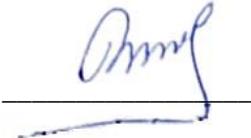


Alexis Ariel Guzmán Llangarí

060418080-2

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA MICROCUENCA DEL RIO BLANCO QUE ATRAVIESA POR EL ECOSISTEMA DE BOSQUE SIEMPREVERDE DEL PÁRAMO EN LA PARROQUIA QUIMIAG**, realizado por el señor: **ALEXIS ARIEL GUZMÁN LLANGARÍ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Paúl Gustavo Palmay Paredes PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-06-27
Ing. María Soledad Núñez Moreno DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-06-27
Dr. Edgar Iván Ramos Sevilla ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-06-27

DEDICATORIA

Todo logro alcanzado lleva detrás un apoyo incansable para que este sea posible, dicho apoyo fue el que recibí de mis abuelitos quienes a pesar de todos mis tropiezos siempre creyeron en mí y me impulsaron a no dejarme vencer, este trabajo de titulación es dedicado para ellos por todo el cariño que me brindan, gracias por su amor incondicional, para Santos y Eva.

Alexis.

AGRADECIMIENTO

En primer orden las gracias a Dios por permitirme culminar con éxito esta etapa de mi vida, luego de ello plasmar el nombre de mi calurosa familia LLANGARÍ PARRA por ser un constante apoyo durante toda mi carrera estudiantil, a mis padres Julio y Lourdes por cada uno de los esfuerzos que hacen para que sus hijos podamos cumplir nuestras metas, a esta institución y cada uno de los docentes que han sembrado el conocimiento para lograr ser un profesional de calidad y finalmente a todos/as los/as compañeros/as y contados amigos que fueron parte de este venturoso trayecto.

Alexis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY / ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO	4
1.1. Recursos naturales.....	4
1.2. Recurso hídrico	4
1.3. Clasificación de las fuentes hídricas.....	5
1.4. Evaluación del recurso hídrico	7
1.5. Calidad del agua	8
1.6. Índice de calidad del agua.....	9
1.7. Contaminación del agua.....	12
1.8. Ecosistemas del Ecuador	15
1.9. Clasificación de los ecosistemas en el Ecuador	15
1.10. Ecosistema de bosque siempreverde del páramo.....	16
1.11. Normativa legal (Marco legal).....	17
1.11.1. <i>Constitución de la República del Ecuador</i>	17
1.11.2. <i>Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria</i>	21
1.11.3. <i>Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua</i>	24
1.11.4. <i>NTE INEN 2169 (1998): Agua, Calidad del Agua, Muestreo, Manejo y Conservación de las muestras.</i>	28

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO	34
2.1. Descripción del área de estudio.....	34
2.2. Selección de los puntos de muestreo.....	34
2.3. Equipo de campo para el monitoreo.....	35
2.4. Equipo de laboratorio	35
2.5. Recolección de muestras para análisis F/Q y microbiológico.....	35
2.6. Parámetros evaluados.....	36
2.7. Métodos utilizados	39
2.8. Metodología, modelo operativo	40

CAPITULO III

3. RESULTADOS	41
3.1. Puntos de muestreo	41
3.1.1. <i>Codificación y georreferenciación de los puntos de muestreo</i>	41
3.2. Resultados de análisis físicos, químicos y microbiológicos.....	41
3.2.1. <i>Resultados BsSn01 – 01</i>	41
3.2.2. <i>Resultados BsSn01 – 02</i>	45
3.2.3. <i>Resultados BsSn01 – 03</i>	49
3.2.4. <i>Resultados BsSn01 – 04</i>	53
3.2.5. <i>Resultados BsSn01 – 05</i>	57
3.2.6. <i>Resultados BsSn01 – 06</i>	61
3.3. Propuesta para la conservación de la calidad del agua del Río Blanco.....	65
3.3.1. <i>Objetivo de la propuesta</i>	65
3.3.2. <i>Justificación de la propuesta</i>	66
3.3.3. <i>Plan de conservación</i>	66

CONCLUSIONES.....	74
--------------------------	-----------

RECOMENDACIONES.....	75
-----------------------------	-----------

BIBLIOGRAFÍA	
---------------------	--

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Definiciones y usos de las diferentes fuentes de agua	6
Tabla 1-2: Metales tóxicos	12
Tabla 1-3: Medidas preventivas contra la contaminación producida por vertidos, almacenamiento y tratamiento de sustancias sólidas.....	14
Tabla 1-4: Medidas preventivas contra la contaminación producida por la descarga de sustancias líquidas.....	14
Tabla 1-5: Niveles de clasificación de ecosistemas del Ecuador.....	16
Tabla 2-1: Georreferenciación de los puntos de muestreo.....	34
Tabla 2-2: Métodos usados por TOX-CHEM	39
Tabla 3-1: Codificación y georreferenciación de los puntos de muestreo.....	41
Tabla 3-2: Resultados BsSn01 – 01.....	42
Tabla 3-3: Resultados BsSn01 - 02.....	46
Tabla 3-4: Resultados BsSn01 - 03.....	50
Tabla 3-5: Resultados BsSn01 - 04.....	54
Tabla 3-6: Resultados BsSn01 - 05.....	58
Tabla 3-7: Resultados BsSn01 - 06.....	62
Tabla 3-8: Plan de conservación del Río Blanco.....	67
Tabla 3-9: Presupuesto programa N° 1.....	69
Tabla 3-10: Presupuesto programa N° 2.....	71
Tabla 3-11: Presupuesto programa N° 3.....	72

Tabla 3-12: Presupuesto programa N° 4.....	73
Tabla 3-13: Presupuesto total del plan de conservación.....	73

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1: Mapa de georreferenciación de los puntos de muestreo.....	35
Ilustración 2-2: Tabla 1. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y domestico	37
Ilustración 2-3: Tabla 2. Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios.....	38
Ilustración 3-1: Resultados BsSn01 - 01.....	42
Ilustración 3-2: Resultados BsSn01 - 01.....	43
Ilustración 3-3: Resultados BsSn01 - 01.....	43
Ilustración 3-4: Resultados BsSn01 - 01.....	44
Ilustración 3-5: Resultados BsSn01 - 01.....	44
Ilustración 3-6: Resultados BsSn01 - 02.....	46
Ilustración 3-7: Resultados BsSn01 - 02.....	47
Ilustración 3-8: Resultados BsSn01 - 02.....	47
Ilustración 3-9: Resultados BsSn01 - 02.....	48
Ilustración 3-10: Resultados BsSn01 - 02.....	48
Ilustración 3-11: Resultados BsSn01 - 03.....	50
Ilustración 3-12: Resultados BsSn01 - 03.....	51
Ilustración 3-13: Resultados BsSn01 - 03.....	51
Ilustración 3-14: Resultados BsSn01 - 03.....	52
Ilustración 3-15: Resultados BsSn01 - 03.....	52

Ilustración 3-16: Resultados BsSn01 - 04.....	54
Ilustración 3-17: Resultados BsSn01 - 04.....	55
Ilustración 3-18: Resultados BsSn01 - 04.....	55
Ilustración 3-19: Resultados BsSn01 - 04.....	56
Ilustración 3-20: Resultados BsSn01 - 04.....	56
Ilustración 3-21: Resultados BsSn01 - 05.....	58
Ilustración 3-22: Resultados BsSn01 - 05.....	59
Ilustración 3-23: Resultados BsSn01 - 05.....	59
Ilustración 3-24: Resultados BsSn01 - 05.....	60
Ilustración 3-25: Resultados BsSn01 - 05.....	60
Ilustración 3-26: Resultados BsSn01 - 06.....	62
Ilustración 3-27: Resultados BsSn01 - 06.....	62
Ilustración 3-28: Resultados BsSn01 - 06.....	63
Ilustración 3-29: Resultados BsSn01 - 06.....	63
Ilustración 3-30: Resultados BsSn01 - 06.....	64

RESUMEN

La extensión territorial agrícola y ganadero, uso indiscriminado de agroquímicos, la deforestación, entre otras actividades antropogénicas que se desarrollan en varios puntos del ecosistema de Bosque Siempreverde del Páramo, es la principal problemática que presenta este trabajo investigativo ya que estos hechos pueden desatar una alteración en la calidad del agua; por ello, el objetivo principal del estudio fue analizar la calidad del agua de la microcuenca del Río Blanco que atraviesa por el ecosistema de bosque siempreverde del páramo en la parroquia Quimiag. Para conseguir lo planteado se siguieron los lineamientos establecidos en la NTE INEN 2169:2013 y 2176:98, estableciendo un total de 6 puntos de muestreo, con muestras simples, tomadas corriente arriba. Una vez realizados los análisis respectivos y la ponderación debida en relación a las tablas 1 y 2 del Acuerdo Ministerial 097-A, en cada uno de los 22 parámetros analizados se obtuvieron resultados positivos; es decir, ninguno de ellos sobrepasa los límites permisibles que se establecen en la normativa utilizada. Por consecuente, se procedió a la elaboración de un plan de conservación de la calidad del agua mismo que consta con dos planes distintos, cada uno de ellos con programas, proyectos y actividades destinadas a la conservación de la calidad del agua del río Blanco; en conclusión, queda determinado que el tramo del río Blanco que atraviesa por el ecosistema de bosque siempreverde del páramo posee una excelente calidad del agua que la convierte en agua apta para el consumo humano y uso doméstico, como para preservar la vida silvestre y acuática.

Palabras clave: < CALIDAD DEL AGUA >, < BOSQUE SIEMPREVERDE DEL PÁRAMO >, < CONSERVACION >, < RECURSOS NATURALES >, < RECURSO HIDRICO >.

1457-DBRA-UPT-2023



SUMMARY / ABSTRACT

The agricultural and livestock territorial extension, indiscriminate use of agrochemicals, and deforestation. Among other anthropogenic activities in various parts of the Evergreen Forest of the Paramo ecosystem is the main problem presented by this investigative work since these facts can unleash an alteration in the quality of the water. The study's main objective was to analyse the water quality of the micro-watershed of the Blanco River that crosses through the ecosystem of the evergreen forest of the paramo in the parish Quimiag. The guidelines established in NTE INEN 2169:2013 and 2176:98 were followed to achieve what was proposed, establishing a total of 6 sampling points, with simple samples taken upstream. Once the respective analysis and due weighting concerning tables 1 and 2 of Ministerial Agreement 097-A. Positive results were obtained in each of the 22 parameters analysed. None of them exceeds the permissible limits established in the regulations used. A water quality conservation plan was prepared, which consists of two different plans, each one with programs and activities aimed at conserving the water quality of the Blanco River. In conclusion, it is determined that the section of the Blanco River that crosses through the evergreen forest ecosystem of the paramo has excellent water quality that makes it suitable for human consumption and domestic use, such as to preserve wildlife and aquatic life.

Keywords: <WATER QUALITY>, <EVERGREEN PÁRAMO FOREST>, <CONSERVATION>, <NATURAL RESOURCES>, <WATER RESOURCE>.



Ing. Paúl Obregón. Mgs

0601927122

INTRODUCCIÓN

La (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, 2015) sostiene que los recursos hídricos representan uno de los elementos básicos para el desarrollo de la vida; las aguas subterráneas y superficiales son recursos naturales aprovechables para el desarrollo del hombre y el crecimiento de la flora y fauna, sin embargo la distribución inadecuada sujeta a la alta demanda de este recurso a nivel mundial que tiene como finalidad satisfacer las necesidades económicas, sociales, culturales e industriales de la población, aumenta el problema de gestión y calidad.

El cambio acelerado que han tomado varios ecosistemas por el accionar humano a afectado los papeles de estos y se ha visto un pronunciado deterioro tanto de sus funciones como de su avistamiento estético, existen diferentes tipos de fenómenos como la desertificación, la deforestación, el cambio climático y los variados intereses económicos de las personas que intentan aprovechar los atractivos turísticos como los que presentan esta zona dentro del territorio de la comunidad han llegado a poner en riesgo a las comunidades biológicas y a los servicios que este ecosistema proporciona. Además según el (GADPR SANTIAGO DE QUIMIAG, 2020) existen amenazas (temporales y permanentes), que se presentan en deslizamientos causados por el riego por gravedad, los incendios, el pastoreo de ganado en el páramo, el aumento de la frontera agropecuaria, deforestación, las plantaciones de pino en el páramo, el uso excesivo de agroquímicos y lavado de bombas en los ríos, deslizamientos y uso de maquinaria agrícola.

De esto nace la importancia que tiene darle el reconocimiento respectivo a los diferentes ecosistemas que componen la comunidad de Quimiag ya que son indispensables para el uso benéfico de los habitantes de este sector, en varios casos el desconocimiento del cuidado y protección de los ecosistemas y sus recursos, han ocasionado que la población de la comunidad destruya y afecte de manera directa los servicios ecosistémicos, principalmente de agua y suelo que se destinan a diferentes actividades como la agricultura, ganadería y turismo (primordialmente), amenazando gravemente al bosque siempreverde del páramo. Cabe mencionar que según el (GADPR SANTIAGO DE QUIMIAG, 2020) en esta zona ecosistémica se tiene una presencia de bosques nativos, especies de flora y fauna propias de la zona, mismos que tienen una afección por los asentamientos de ganado vacuno en zonas sensibles causados por actividades humanas, además se encuentra una cantidad considerable de cultivos en zonas sobre la frontera agrícola. Basados en la información primaria prestada por él (GADPR Santiago de Quimiag, 2020), se establecen y reconocen los diferentes tipos de amenazas a las cuales está expuesta el ecosistema de bosque siempreverde del páramo, regulador de uno de sus principales recursos, el hídrico, mismo que ha presentado una disminución en su caudal en los últimos tiempos, generando varios impactos contraproducentes en la población de la comunidad.

Reconociendo a los recursos hídricos como uno de los elementos fundamentales para la vida, que tanto las aguas subterráneas como las superficiales son recursos bastante aprovechables para el desarrollo de la población, la flora y la fauna del sector, el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Quimiag, ha creado un fuerte interés con los servicios ecosistémicos que existen dentro de su territorio debido a la importante dependencia directa e indirecta que tiene su población de este ecosistema.

Resaltando el gran impacto que tiene el recurso hídrico con el desarrollo de la comunidad, se plantea que un eficiente control de calidad y un inventario del recurso, ayudaran a una mejor conservación del recurso a tratar y del ecosistema por el cual atraviesa, mismos que componen la parroquia, y que representan una estrategia viable para mantener los beneficios que percibe la población. Con lo expuesto, el Grupo de Investigación Ambiental y Desarrollo (GIADE) de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), se interesa en realizar estudios donde se evaluará la calidad del agua para la sostenibilidad y resiliencia del ecosistema de bosque siempreverde de la comunidad de Quimiag, para posterior hacer pública la información obtenida y concientizar a los habitantes de la comunidad sobre la importancia de la conservación y preservación de este recurso y su ecosistema.

OBJETIVOS

Objetivo General

Analizar la calidad del agua de la microcuenca del Río Blanco que atraviesa por el ecosistema de bosque siempreverde del páramo en la parroquia Quimiag.

Objetivos Específicos

- Establecer los puntos de muestreo para el estudio de la microcuenca del Río Blanco que atraviesa por el ecosistema de Bosque Siempreverde del Páramo.
- Determinar la calidad del agua del Río Blanco, mediante un análisis físico, químico y microbiológico.
- Elaborar un plan de conservación de la calidad del agua del Río Blanco que atraviesa por el ecosistema de Bosque siempreverde del Páramo.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Recursos naturales

Los recursos naturales tienen una simple y adecuada definición como “es todo lo que obtenemos de la naturaleza”; es decir, no solo se trata de las fuentes de energía o de los diferentes elementos que posee la naturaleza (lo que se conoce como recursos potenciales), más bien se refiera a todos aquellos que se pueden aprovechar, sobre todo por cuestiones tecnológicas y también culturales (Contreras & MacBeath, 2008: p. 21).

De acuerdo al (Ministerio del Medio Ambiente de Chile, 2018) se conoce como recurso natural a todos los elementos que se forman de un ecosistema natural o modificado y que satisface necesidades humanas, de una sociedad particular, en un lugar y en un momento determinado.

A demás se puede mencionar que los recursos naturales pueden ser de origen bióticos o abióticos en el ambiente y gracias a su interacción entre estos es lo que se forma los diferentes ecosistemas que existen sin embargo cabe mencionar que estos ecosistemas son generalmente muy complejos por lo que cualquier variación que ocurra en uno de sus componentes traerá consecuencias en todos los demás componentes. Por esta razón es necesario saber los distintos tipos de relaciones entre los seres vivos y su entorno (Sánchez, 2019).

Como visto ejemplo de lo descrito anteriormente se puede relacionar a los cambios que existen en la principal fuente de energía a lo largo de la historia de la humanidad como: el fuego en la prehistoria, el carbón durante la revolución industrial y los derivados del petróleo en nuestra generación, con un creciente desarrollo de la energía atómica. Todas estas fuentes de energía estuvieron disponibles al mismo tiempo, pero se hubo de desarrollar la tecnología para su extracción y transformación y así aprovecharlas. Según (Contreras & MacBeath, 2008: p. 21) se espera que, en el futuro, predominen fuentes de energía que han existido mucho tiempo antes que las anteriores, como son la energía solar, las mareas, los vientos y las escorrentías.

1.2 Recurso hídrico

Según (Fernández, 2012: p. 25), el agua cubre más del 70 % de la superficie del planeta; se la encuentra en océanos, lagos, ríos; en el aire y en el suelo; además, contribuye a regular el clima del mundo y con su fuerza formidable modela la Tierra. El agua es vital para la supervivencia y el bienestar de los seres humanos, y es importante para muchos sectores de la economía; además, es un compuesto con propiedades únicas para la vida, se encuentra repartido de manera desigual en el

espacio y el tiempo determinante en procesos físicos, químicos y biológicos, sometidos a presión debido a las actividades humanas (Wirtgen, 2016: p. 8).

Según el (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2017), la importancia del agua dulce se puede evidenciar en:

- Ecosistemas como humedales, ríos, acuíferos y lagos son imprescindibles para garantizar de forma directa un conjunto de beneficios y servicios como el agua potable, el agua para la alimentación y la industria.
- Hábitats para la vida acuática y soluciones naturales que purifican el agua, mitigan las inundaciones y superan los períodos de sequía, entre otros.
- Promueve su resiliencia frente al cambio climático, los desastres y los conflictos, los ecosistemas de agua dulce contribuyen a mitigar los riesgos y favorecen la estabilidad.
- Resultan esenciales para el desarrollo sostenible, la paz y la seguridad, y el bienestar humano.

Por otro lado, el deterioro de la calidad del agua es un gran problema que va en aumento, y es considerado uno de los principales problemas ambientales según lo citado por (Fernández, 2012: p. 25). De acuerdo a esto se detalla que las principales causas son:

- Los vertidos incontrolados de las aguas residuales urbanas e industriales, muchas veces sin tratamiento, así como las prácticas agrícolas deficientes.
- La contaminación atmosférica, la acumulación de sustancias químicas en suelos y sedimentos.
- El exceso de bombeo de aguas subterráneas, la minería y otras industrias de extracción.
- La destrucción de zonas pantanosas, también contribuyen a su deterioro.

1.3 Clasificación de las fuentes hídricas

Según (FERTINNOWA, 2018: pp. 2-56), la disponibilidad de agua depende de las condiciones climáticas e hidrográficas de la región, y puede provenir de una o varias fuentes, mismas que se pueden dividir en dos categorías:

Tabla 1-1: Definiciones y usos de las diferentes fuentes de agua

AGUA DULCE	
FUENTE DE AGUA	DEFINICION Y USO
Agua comunitaria	Se refiere al agua suministrada por comunidades de riego. El origen del agua puede ser diverso: aguas subterráneas, precipitaciones, aguas superficiales y, en algunos casos, agua desalinizada. Si es de alta calidad, puede ser adecuada para sistemas cerrados, de lo contrario es más adecuada para sistemas abiertos

Agua subterránea	Agua extraída de nivel freático o de pozos artesianos. La calidad del agua subterránea puede variar mucho de un lugar a otro. Debido a la calidad variable, es mejor utilizarlo en sistemas abiertos.
Agua desalinizada	Respecto al agua suministrada por plantas desalinizadoras, se utiliza agua de mar para el suministro de agua dulce para riego a través de una red especial. En algunos casos, las comunidades de regante también la suministran. En general, es más adecuada para sistemas abiertos, ya que pueden aparecer problemas de acumulación de sodio.
Aguas residuales urbanas depuradas	También conocidas como aguas grises. Estas aguas residuales urbanas provienen de una planta depuradora que convierte las aguas residuales urbanas en agua dulce, aptas para el riego. Suele circular por una red a parte. La calidad y la composición de nutrientes de este tipo de agua varía, por lo que es la más adecuada para sistemas abiertos.
Agua de la red principal	Se refiere al agua suministrada a través de la red principal de agua potable. La localización afecta a la calidad del agua de la red; puede tener, por ejemplo, un alto contenido de carbonato de calcio. Si es de alta calidad, es apta para sistemas cerrados, de lo contrario sería más adecuado para sistemas abiertos.
Agua de lluvia (Precipitación)	La precipitación se refiere principalmente al agua de lluvia, pero también a la nieve, aguanieve o granizo que cae o se condensa en el suelo o en una superficie (como el techo de un invernadero). Debido a su bajo contenido de sodio, esta fuente de agua es apta para utilizar en sistemas de recirculación, por lo que es adecuada tanto para sistemas cerrados como para sistemas abiertos.
Aguas superficiales	Se refiere al agua que proviene de ríos, canales o estanques. A menudo puede estar contaminada con sodio y materia orgánica; por lo tanto, la calidad de esta agua puede ser menor que la de otras fuentes de agua, y sería mejor utilizarla en un sistema abierto.
AGUA REUTILIZADA	
FUENTE DE AGUA	DEFINICION Y USO
Agua de drenaje	El agua de drenaje se refiere al exceso de la solución nutritiva proporcionada a las plantas cultivadas en sustratos artificiales como lana de roca, coco, turba, etc. El agua es recolectada sin pasar a través

	del suelo del invernadero. Puede ser reciclada como fuente de agua, por lo que es apta para su uso en sistemas cerrados.
Agua de lixiviado	El agua de lixiviado se refiere al exceso de solución nutritiva que se proporciona a los cultivos cultivados en el suelo. Este exceso de agua de riego pasa a través del suelo o sustrato del invernadero antes de ser recogida a través de una red de tuberías subterráneas. Aunque es apta para sistemas cerrados, antes debe ser tratada para eliminar el exceso de sales, partículas y cualquier patógeno presente.

Fuente: (FERTINNOWA, 2018: pp. 2-56),

Realizado por: Guzmán Llangari Alexis, 2023

1.4 Evaluación del recurso hídrico

La evaluación de los recursos hídricos es una pieza clave para la solución sostenible de problemas que la sociedad enfrenta día con día relacionados con la disponibilidad del agua. Para distribuir los recursos disponibles en una región y gestionarlos correctamente, dada su distribución tanto espacial como temporalmente errática, es necesario primero cuantificarlos y posteriormente definir planes de actuación. Es así, que la evaluación de recursos hídricos es considerada como el punto de partida para la planificación y la gestión del agua, y la base para el análisis del impacto de fenómenos como las sequías y el cambio climático. Por todo lo anterior, la evaluación de recursos hídricos debe ser un instrumento confiable que dé fortaleza en la toma de decisiones; ya que, si la base no es lo suficientemente robusta, las decisiones tomadas a partir de ella tampoco serán fiables (Romero, 2020).

La evaluación de recursos hídricos es un problema con muchas aristas que no puede resolverse de forma genérica ni automatizada, ya que, cada caso cuenta con características únicas y problemáticas distintas. Un sistema se vuelve más complejo a medida que las acciones antrópicas interfieren en su estado natural, lo que significa que, además de lidiar con el propio problema que representa evaluar la disponibilidad de agua a la salida de una cuenca, también debe solventar los tropiezos que supone para la modelación hidrológica el estado de un sistema regulado (Romero, 2020).

El mismo autor (Romero, 2020) indica que de este hecho se desprende un abanico de problemas que complican aún más la evaluación de los recursos hídricos a escala de cuenca. Si un sistema está sometido a diversas alteraciones antrópicas que modifican el caudal que de manera natural debería llegar al punto de salida de la cuenca, entonces nos referimos a un sistema regulado (que puede ser hiper-regulado dependiendo del grado de alteración registrado). De lo contrario, si se trata de un sistema cuyas alteraciones existentes sean nulas o insignificantes, entonces nos referiremos a

un sistema no regulado o en régimen natural. Por sí solos, los sistemas de recursos hídricos pueden ser complejos en función de las relaciones que existan entre los caudales superficiales.

El principal instrumento utilizado para la evaluación de recursos hídricos son los modelos hidrológicos, ya que permiten el análisis del ciclo del agua a escala de cuenca a través de expresiones matemáticas, esta modelación hidrológica ha sido utilizada con otros propósitos además de la evaluación de recursos hídricos, el más recurrido: la predicción y control de crecidas, cuya metodología y estudios de casos son muy extensos en la literatura. No obstante, ante el problema de la evaluación de recursos hídricos, las referencias en la literatura suelen ser escasas y más aún, cuando los sistemas son complejos y han sufrido alteraciones de origen antrópico que modifican su estado natural invalidando la aplicación directa de los modelos hidrológicos para este fin (Romero, 2020).

1.5 Calidad del agua

Según lo indicado por la (UNESCO, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2015), la calidad del agua es uno de los principales desafíos que afrontarán las sociedades durante el siglo XXI, ya que supone una amenaza para la salud humana, limita la producción de alimentos, reduce las funciones de los ecosistemas y obstaculiza el crecimiento económico, una degradación de la calidad del agua se traduce directamente en problemas medioambientales, sociales y económicos. La disponibilidad de los escasos recursos hídricos del mundo está cada vez más limitada debido al aumento de la contaminación de los recursos de agua dulce provocado por el vertido de grandes cantidades de aguas residuales insuficientemente tratadas o sin ningún tratamiento a ríos, lagos, acuíferos y aguas costeras. Además, los nuevos contaminantes emergentes, como los productos de cuidado personal y los fármacos, los pesticidas o los productos químicos industriales y domésticos, y el cambio de los patrones climáticos, constituyen un nuevo desafío para la calidad del agua con efectos a largo plazo aún desconocidos para la salud humana y los ecosistemas.

La calidad del agua está intrínsecamente vinculada a la salud humana, la reducción de la pobreza, la igualdad de género, la seguridad alimentaria, los medios de subsistencia y la preservación de los ecosistemas, así como el crecimiento económico y el desarrollo social; todos aquellos problemas relacionados con la calidad del agua constituyen un reto importante, tanto para los países desarrollados como para los que se encuentran en vías de desarrollo. A pesar de los esfuerzos y las iniciativas mundiales para promover el acceso al agua potable y mejorar la calidad del agua y la gestión de las aguas residuales, son muchos los retos técnicos, institucionales, financieros y políticos que quedan por abordar. La mejora de la calidad del agua no solo tiene un impacto directo e importante sobre la salud, la seguridad alimentaria y los ecosistemas, sino que

es pertinente para la Agenda 2030 y la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). (UNESCO, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2015).

1.6 Índice de calidad del agua

Los Índices de Calidad de Agua ICA proporcionan una visión general del estado de calidad de agua, debido a que integran resultados de diversas variables indicadoras del lanzamiento de efluentes sanitarias a cuerpos de agua, expresando las condiciones de aguas superficiales con un valor indicador único establecido por una puntuación que varía de 0 a 100 con su respectiva interpretación; por ello, los ICA son utilizados para transmitir información (Secretaría de Medio Ambiente CETESB, 2018).

La mayoría de los ICA dependen de la estandarización de los datos de los parámetros de acuerdo a las concentraciones establecidas. Sumado a interpretaciones que indican calidad de agua buena y calidad de agua mala. Los parámetros a evaluar se adoptan de acuerdo a la importancia percibida. Son calculados como el promedio ponderado de todas las observaciones de interés (UNEP United Nations Environment Programme, 2007).

Las características que determinan la calidad del agua se refieren a sus aspectos físicos (temperatura, transparencia), químicos (sales, metales) y microbiológicos. De acuerdo con estas características, la calidad de un cuerpo de agua puede ser apto para un uso concreto y un uso inadecuado (Brack Egg, 2000).

La (Organización Mundial de la Salud, 2022) define la calidad del agua: “conjunto de características variables fisicoquímicas o microbiológicas, así como de sus valores de aceptación o de rechazo. La calidad físico-química del agua se basa en la determinación de sustancias químicas específicas que pueden afectar a la salud tras cortos o largos periodos de exposición. La evaluación de la calidad del agua es un proceso de enfoque múltiple con relación a la calidad natural”.

a) Potencial de hidrógeno

El pH mide el balance de acidez de una solución, su escala indica acidez o alcalinidad entre 0 al 14, donde el valor de 7 representa neutralidad, este parámetro se considera una variable importante en el manejo de calidad de agua debido a que influye en los procesos químicos y biológicos (Comisión Nacional del Agua, 2007). Según (Sierra Ramírez, 2011) este parámetro ejerce influencia sobre la toxicidad de ciertos compuestos: amoníaco, metales pesados, hidrógeno sulfurado y otros.

b) Conductividad

Es una medida indirecta de la cantidad de iones en solución del recurso, mide la capacidad de conducir corriente eléctrica y su valor se determina utilizando un conducímetro que evalúa la caída y diferencia de voltaje entre dos electrodos; de manera general, las aguas residuales en contacto con cuerpos de agua aumentan la conductividad por el aumento de Cl, SO₄, NO₃ y otros iones; en consecuencia, es utilizado como indicador de calidad de agua dulces, cambios significativos indican eventos de contaminación (Fosalba, et al., 2007).

c) Cloruros

La concentración de cloruros en cuerpos de agua natural se debe a la disolución de rocas y suelos que contengan cloruros y estén en contacto con el agua, altas concentraciones generan incremento de corrosividad del agua, afectan a la vegetación de la zona, inclusive hasta matarla e imposibilita que pueda ser utilizada para consumo humano o para bebida de ganado (DIGESA, 2010).

d) Demanda bioquímica de oxígeno

La alta carga de materia orgánica en un cuerpo de agua favorece el incremento de población de bacterias y hongos que requieren oxígeno, para oxidar o degradar los residuos orgánicos, al existir una gran demanda bioquímica de oxígeno se producen cambios en la calidad del agua, generando la desaparición de peces, plantas y otros efectos en el ecosistema (Raffo Lecca & Ruiz Lizama, 2014: pp.71-80).

e) Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto es una de las condiciones más importantes para que exista crecimiento y reproducción de poblaciones de peces y otros organismos acuáticos (Sierra Ramírez, 2011).

La concentración del oxígeno disuelto en el agua depende de la presión parcial del oxígeno y la temperatura del agua, es necesario para que los microorganismos aerobios puedan respirar al igual que otras formas de vida; a este parámetro se lo considera importante, en aquellos casos en los cuales el nivel de oxígeno disuelto disminuya a concentraciones menores de 4mg/L se pueden producir efectos nocivos en algunas especies y el ecosistema; la cantidad de oxígeno también es menor cuando el caudal de los ríos disminuye en épocas de estiaje (DIGESA, 2010). (Alvarez, et al., 2006: pp.71-83) señalan que a menor concentración de oxígeno disuelto mayor es el valor de coliformes totales.

f) Coliformes termotolerantes

Los coliformes termotolerantes son indicadores de contaminación fecal, y se relacionan con la probabilidad de encontrar patógenos excretados; cuando se encuentra en mayor cantidad esto nos indica que existe una contaminación reciente, por ello, se debe tener en cuenta que “los coliformes fecales son todos los bacilos cortos que difieren del grupo coliforme total por su capacidad para crecer a una temperatura de entre 44 y 45 °C. Abarca los géneros *Escherichia* y parte de algunas especies de *Klebsiella* (Comisión Nacional del Agua, 2007).

Enterobacter y *Citrobacter*. De ellos, sólo *E. Coli* es específicamente de origen fecal y se encuentra siempre presente en las heces de humanos, otros mamíferos y gran número de aves” (Comisión Nacional del Agua, 2007).

g) Metales pesados

En el suelo están presentes naturalmente los metales pesados debido a los procesos geológicos y edafogénicos, estos son bioacumulables a través del tiempo en comparación con otros metales que se acumulan en el ambiente como los metales tóxicos que suelen concentrarse en los tejidos y músculos de los seres vivos que erradican sus defensas y generan enfermedades, llegando al hombre por distintos medios provocando lesiones graves, incluso hasta la muerte; los metales pesados de mayor importancia son el plomo, cadmio, arsénico y mercurio (Raffo Lecca & Ruiz Lizama, 2014: pp.71-80)..

Tabla 1-2: Metales tóxicos

TIPO DE METAL	DEFINICION
Aluminio	Es uno de los elementos que más abunda en la corteza terrestre, pero su presencia en las aguas naturales es ínfima. Dado que el aluminio existe en muchas rocas, minerales y arcillas está presente en todas las aguas superficiales, pero su concentración en las aguas con un pH cercano al natural raramente supera unas pocas décimas a 1mg/l.
Arsénico	Metal pesado venenoso y muy tóxico, en aguas naturales se presenta como arseniato (AsO_4^{3-}) y arsenito (AsO_2^+); su presencia puede tener origen en descargas industriales o uso de insecticidas.
Boro	El boro, es un elemento que se encuentra en las aguas naturales debido a dos factores, al aporte de la geología natural y/o a los vertidos de efluentes de aguas residuales tratadas y no tratadas. Su presencia de este elemento en el agua tiene un efecto nocivo en ciertos productos agrícolas, incluidos los cítricos.

	Asimismo, para aguas destinadas para el consumo poblacional que contiene boro, puede originar un problema en la salud de las personas.
Cobre	Es un elemento altamente distribuido en las cuencas hidrográficas, pero la mayoría de los minerales de cobre son relativamente insolubles debido a que el cobre es absorbido en fase sólida, solo existe en bajas concentraciones en las aguas naturales. Debido a la presencia de sulfuros, el cobre debería ser aún menos soluble en ambientes anóxicos. La presencia de mayor concentración en aguas naturales superficiales puede atribuirse a desechos industriales y/o actividades de minería.
Manganeso	El manganeso es un metal relativamente común en las rocas y suelos, donde se presenta como óxidos e hidróxidos. Su evaluación es de gran importancia para controlar las concentraciones de diversos metales trazas existentes en los cuerpos de agua natural.
Mercurio	Su presencia en las aguas se debe principalmente a las actividades antrópicas (minería, etc.), salvo en algunos lugares que por su propia naturaleza se encuentran depósitos de este mineral. Generalmente es un elemento que no abunda en la corteza terrestre.
Plomo	El Plomo es un elemento relativamente de menor importancia en la corteza terrestre, pero está ampliamente distribuida en bajas concentraciones en rocas sedimentarias y suelos no contaminados. Es tóxico para los organismos acuáticos pero el grado de toxicidad varía mucho, según sea las características de la calidad del agua y de las especies bajo estudio.
Zinc	Está presente en cantidades trazas en casi todas las aguas alcalinas superficiales, pero se eleva su concentración en aguas ácidas. En concentraciones moderadas es considerado como un parámetro esencial para la nutrición de los hombres, siendo también tóxico para los organismos acuáticos debido a su variación en concentración y a los factores según sean las características de la calidad del agua y de las especies bajo estudio.

Fuente: (Cabana, 2018)

Realizado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

1.7 Contaminación del agua

El incremento de las diferentes actividades desarrolladas por el ser humano en la superficie terrestre ha permitido que se produzcan nuevos aportes de sustancias que cambian la composición natural de un agua, cuando la calidad natural del agua es afectada por la acción humana, ya sea de forma total o parcial, esta se la considera inutilizable para el uso al que se destina, y se la

cataloga como contaminada y, al proceso que la ha afectado, se le llama contaminación (Plaza & Mas-Pla, 2008: p.43).

La composición del agua y el conocimiento de los efectos que puede causar cada uno de los elementos que contiene, definen la calidad del agua y permiten establecer sus usos, existen varias sustancias contaminantes que están en estrecha relación con el origen o las fuentes de contaminación; de manera general, se sabe que estas fuentes se agrupan por sectores de actividad (doméstico, agrícola-ganadero, industrial) y existen productos característicos de cada uno de ellos; de esta manera, la contaminación urbana se manifiesta por aumento de la salinidad en el agua, adición de materia orgánica (nitratos, nitritos y amonio) y posible contaminación biológica. La contaminación de origen agrícola se produce por fuertes incrementos de compuestos nitrogenados y por la presencia de organoclorados y otros compuestos orgánicos en las aguas (Plaza & Mas-Pla, 2008: p.43). Los residuos animales y vegetales dan unos productos semejantes a los de la contaminación doméstica; por otro lado, la contaminación por vertidos industriales es mucho más variada, siendo frecuente la adición de sustancias tóxicas, elementos radiactivos y cambios importantes en el pH de las aguas, con el desencadenamiento de diversos procesos de disolución o precipitación.

Según (Plaza & Mas-Pla, 2008: p.43), algunas medidas para la solución de problemas de contaminación son:

— **Métodos preventivos.** Son actuaciones encaminadas a evitar la llegada de contaminantes a la zona saturada, reducir su peligrosidad y limitar la cantidad de contaminante que llega al acuífero, especialmente de aquellos no degradables; en gran mayoría de las veces, estos métodos se limitan a medidas de ordenación del territorio y usos del suelo, sin que se precisen estructuras costosas.

Tabla 1-3: Medidas preventivas contra la contaminación producida por vertidos, almacenamiento y tratamiento de sustancias sólidas.

FUENTES DE CONTAMINACION	MEDIDAS PREVENTIVAS
Vertederos (Relleno de depresiones)	Impermeabilización del lecho, drenaje y depuración de lixiviados
Vertidos al aire libre	Erradicarlos
Residuos de jardín	Vertidos controlados o compost
Vertidos en diques	Aislamiento del terreno y control de los lixiviados y productos del lavado
Residuos de cola de procesos industriales	Cubierta impermeable y control de los productos de lavado
Residuos apilados	
Almacenamiento de materiales	

industriales (materias primas)	
Cementerios	En la zona no saturada y a suficiente distancia sobre el nivel freático
Enterramiento de animales	
Depósitos de almacenamiento superficial	Solera impermeable y drenaje
Depósitos subterráneos	Por encima del nivel freático. Solera impermeable y drenaje

Fuente: (Plaza & Mas-Pla, 2008: p.43)

Elaboración: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

— **Métodos correctivos.** Una vez producida la contaminación de un acuífero, la protección de las captaciones y la eliminación de los contaminantes constituyen un problema de difícil solución. Los intentos de eliminación del contaminante suelen basarse en la alteración del sistema de flujo subterráneo, mediante la modificación de los bombeos, la construcción de barreras de presión o depresión, y la intercepción y extracción del contaminante por bombeo, incluso construyendo barreras subterráneas impermeables; al utilizar la combinación de barreras, se modifica el nivel freático, y es posible dirigir el flujo subterráneo y desviar el penacho de contaminación en la dirección que nos convenga, al objeto de proteger las captaciones de agua (Plaza & Mas-Pla, 2008: p.43).

Tabla 1-4: Medidas preventivas contra la contaminación producida por la descarga de sustancias líquidas.

FUENTES DE CONTAMINACION	MEDIDAS PREVENTIVAS
Percolación subsuperficial	Instalar en zona no saturada a suficiente distancia sobre el nivel freático
Pozos de inyección	Control hidrogeológico de la calidad del acuífero receptor del vertido y posible comunicación con otros acuíferos
Riesgos	Drenajes someros, dotación adecuada de riego
Balsas de percolación	Control de los productos vertidos y del acuífero

Fuente: (Plaza & Mas-Pla, 2008: p.43)

Elaboración: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

1.8 Ecosistemas del Ecuador

Según lo citado por el (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013) a (Sierra, 1999), y entendido de forma simple el ecosistema se define como un grupo de organismos que interactúan entre sí, y con su entorno físico engloba características fisonómicas y taxonómicas de la vegetación las cuales dictan en gran medida la composición faunística, además, incluye aspectos relacionados con la interacción entre los organismos y los factores abióticos como ciclos de materia y nutrientes, y dinámicas sucesionales.

Para el (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013) se presentan 91 ecosistemas existentes para el Ecuador Continental y según un análisis de ecosistemas realizado para cada región biogeográfica del Ecuador, fueron identificados y descritos 24 ecosistemas para la región biogeográfica Litoral, en la región biogeográfica de los Andes se han identificado un total de 45 ecosistemas, y en la Amazonía se han determinado un total de 22 ecosistemas, haciendo hincapié que para esta región se incluyeron las Cordilleras Amazónicas: Cóndor, Kutukú y Galeras (11 ecosistemas).

1.9 Clasificación de los ecosistemas en el Ecuador

De acuerdo a (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013) la clasificación de ecosistemas se relaciona a un sistema que se define como un conjunto de metodologías que permiten agrupar y delimitar comunidades bióticas y sus interacciones con los elementos de su ambiente, de forma lógica y ordenada, y así disponerlas en categorías con un orden jerárquico e inclusivo; al ser la vegetación el elemento más visible de un ecosistema, se la considera para diferenciarlos y espacializarlos geográficamente.

El sistema de clasificación de los ecosistemas en el Ecuador se basa en un conjunto de factores diagnósticos que han servido de apoyo para la representación de los 91 ecosistemas existentes en el Ecuador Continental. Las descripciones de los ecosistemas organizadas bajo el sistema de clasificación, detallan siete factores diagnósticos que contienen uno o más clasificadores prescriptivos. Estos factores cubren las dimensiones ambientales principales que han sido asociadas con la distribución de ecosistemas en diversos contextos geográficos. Estas dimensiones incluyen:

1. Fisonomía,
2. Bioclima,
3. Biogeografía,
4. Geoforma,

5. Inundabilidad General,
6. Fenología y
7. Pisos bioclimáticos

Por ello el (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013) establece seis niveles de clasificación en base al orden jerárquico en el que los factores diagnósticos definen las unidades ambientales.

Tabla 1-5: Niveles de clasificación de ecosistemas del Ecuador

NIVEL I	Se refiere al componente estructural de la vegetación otorgado por las formas de vida dominantes, la fisonomía es el clasificador más perceptible y el primero en ser detectado y evaluado.
NIVEL II	Hace referencia al macrobioclima como el conjunto de factores climáticos (temperatura, precipitación y radiación solar) que influyen a escala continental o global sobre las comunidades de especies-individuos.
NIVEL III	Toma en cuenta criterios biogeográficos (Región Biogeográfica), de bioclima y de relieve general para la clasificación. Las regiones biogeográficas definen la distribución, diversidad y abundancia de grupos taxonómicos (familia y género) a escalas continentales.
NIVEL IV	Se incluyen clasificadores prescriptivos de provincia biogeográfica, ombrotipo, macrorelieve, régimen de inundación y fenología.
NIVEL V	Incluye al sector biogeográfico, el mesorelieve y el termotipo, este nivel posee un clasificador opcional que es el Origen de las aguas de inundación
NIVEL VI	Este nivel hace un énfasis en los pisos florísticos y la composición florística a escala local (formaciones vegetales-ecosistemas). Mientras para el clasificador opcional “tipo de agua” hay dos clasificaciones: por el total de sólidos disueltos y por sus características físico-químicas.

Fuente: MAE, 2015

Realizado por: Guzmán Llangari Alexis, 2023

1.10 Ecosistema de bosque siempreverde del páramo

Según (Ulloa, 1994), son bosques densos siempreverdes, con alturas entre 5 y 7 m, que debido a los diferentes efectos de las condiciones climáticas crecen de forma torcida y ramificada, concediéndoles un aspecto muy particular, este tipo de ecosistema se encuentra en formas de parches aislados en una matriz de vegetación herbácea o arbustiva (Mena Vásconez, 1984); (BELTRÁN, 2009). Estos parches tienden a ocurrir en sitios menos expuestos al viento y la desecación como

laderas abruptas, fondo de los valles glaciares o en la base de grandes bloques de rocas de los circos glaciares (Luteyn, 1999). Debido a la alta humedad ambiental, los troncos de estos árboles ocasionalmente están cubiertos por muchas especies de briofitas, líquenes y epifitas.

Estos bosques forman dos estratos diferenciados: el estrato arbóreo está dominado por pocas especies, debido a limitaciones fisiológicas que impiden el crecimiento leñoso (Maaike Y. Bader, 2007: p.13); el dosel está generalmente compuesto por especies del género *Polylepis* junto con *Gynoxys spp.* y *Buddleja spp.*, a pesar que la dominancia de estos bosques varía mucho, llegando en algunos casos a formar unidades monotípicas de *Polylepis* o *Gynoxys* (Robert Hofstede, 1998); de acuerdo a (Ulloa, 1994) las especies arbóreas características para estos bosques, que por lo general se presentan en densidades bajas, son *Escallonia myrtilloides*, *Hesperomeles obtusifolia*, *Myrsine andina* y *Oreopanax andreanus*. El estrato arbustivo-herbáceo es denso y está generalmente compuesto por especies de los géneros *Arcytophyllum*, *Barnadesia*, *Berberis*, *Puya*, *Brachyotum*, *Calamagrostis*, *Cortaderia*, *Diplostephium*, *Disterigma*, *Greigia*, *Pernettya*, *Senecio* y *Valeriana*.

Estos bosques son uno de los ecosistemas montanos neotropicales más amenazados, su deterioro ha ocurrido desde hace cientos de años debido a cambios en el uso del suelo particularmente agricultura, pastoreo, leña y quemas lo que ha reducido considerablemente su distribución actual; se debe tener en consideración, que el aislamiento de estos parches boscosos confiere un elemento adicional de vulnerabilidad a los posibles efectos de extinciones locales en este ecosistema (Kessler, 2006); (Keating, 2008: p.12-13).

1.11 Normativa legal (Marco legal)

1.11.1 Constitución de la República del Ecuador

Artículo 3

Planificar el desarrollo nacional, erradicar la pobreza, promover el desarrollo sustentable y la redistribución equitativa de los recursos y la riqueza, para acceder al buen vivir.

Artículo 6

El derecho a vivir en un entorno libre de contaminación saludable y ecológicamente equilibrado. La ley establece un derecho limitado y el ejercicio de la libertad para proteger el medio ambiente.

En su Artículo. 11, numeral 11

Establece: “El más alto deber del Estado consiste en respetar y hacer respetar los derechos garantizados en la Constitución.”

Artículo 12

El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

- **Sesión segunda**

Artículo. 14.- Derecho a un ambiente sano.

Se reconoce el derecho a vivir en un entorno donde la población es saludable y ecológicamente equilibrada, lo que garantiza una sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay. La preservación del medio ambiente, la conservación del ecosistema, la diversidad y la naturaleza completa del patrimonio genético nacional, la prevención del daño ambiental y la recuperación del espacio natural deteriorado se declaran para los intereses públicos.

- **Capítulo séptimo**

Artículo. 71.- Derecho a la naturaleza.

La naturaleza o Pachamama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete íntegramente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Cada persona, comunidad, persona o nacionalidad puede requerir la autoridad pública para cumplir con los derechos naturales. Para aplicar e interpretar estos derechos, los principios especificados en la Constitución se observarán en cualquier resultado. El estado alentará a las personas naturales y legales, y a los grupos, a proteger a las personas naturales y legales, y a los grupos, a proteger la naturaleza y promover el respeto por todos los elementos que dan forma al ecosistema.

Artículo. 72.- Derecho a la restauración.

La naturaleza tiene derecho a recuperarse. La restauración no está relacionada con el estado o el deber del estado y el deber de la naturaleza o las corporaciones que dependen de la naturaleza afectada.

En casos de impactos ambientales graves o permanentes, incluidos los causados por la explotación de recursos naturales no renovables, el Estado determinará el mecanismo más efectivo para lograr la restauración y adoptará acciones apropiadas para eliminar o reducir las consecuencias ambientales nocivas. "

Artículo. 73.-

El estado aplicará precauciones y restricciones a las actividades que pueden causar extinción de especies, destrucción de ecosistemas o cambios permanentes del ciclo natural.

Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional.

Artículo. 74.- Derecho a beneficiarse del ambiente.

Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir.

Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado.

- **Capítulo segundo**

Biodiversidad y recursos naturales

Sección 1ra. Naturaleza y ambiente

Artículo. 395.- Principios ambientales.

La constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

El estado garantizará un modelo de desarrollo de la diversidad cultural sostenible ecológicamente amigable y respetuoso, que mantiene la diversidad biológica y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas y garantiza la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

1. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales y jurídicas en el territorio nacional.

2. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución, y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

3. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Artículo. 396.-

El estado aceptará la política y las medidas apropiadas que eviten el impacto ambiental negativo, cuando hay confianza en el daño. En caso de duda sobre la influencia de cualquier acción o inacción en el medio ambiente, aunque no hay evidencia científica de daño, el estado tomará medidas de protección efectivas y oportunas.

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Cada actor en la producción, distribución, marketing y uso de bienes o servicios tendrá la responsabilidad directa de prevenir los impactos ambientales, reducir y reparar los daños causados, y mantener un sistema de control ambiental permanente. No se cumplirán acciones legales para perseguir e imponer sanciones a daños ambientales.

Artículo 397.-

En caso de daños al medio ambiente, el Estado también operará inmediatamente por una subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción apropiada, el estado se repetirá contra el operador de actividades que tienen obligaciones dañadas que implican una compensación integral en las condiciones y procedimientos establecidos por la ley. La responsabilidad también caerá en el servidor o servidores responsables de la implementación del control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo de vivir en un entorno saludable y ambientalmente equilibrado, el Estado se dedicará a:

Resuelva cualquier grupo natural o legal, colectivo o humano, realice acciones legales y vaya a organismos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo para obtener una protección efectiva en asuntos del medio ambiente, incluida la posibilidad de una solicitud de precauciones que le permita detener la amenaza o dañar el medio ambiente, el tema del juicio. La carga de la evidencia sobre la ausencia de potencial o daño real se infligirá al gerente de actividades o al demandado.

Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales. Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente.

Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado.

Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad.”

- **Sección cuarta**

Recursos naturales

Artículo. 408.-

Son de propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado los recursos naturales no renovables y, en general, los productos del subsuelo, yacimientos minerales y de hidrocarburos, sustancias cuya naturaleza sea distinta de la del suelo, incluso los que se encuentren en las áreas cubiertas por las aguas del mar territorial y las zonas marítimas; así como la biodiversidad y su patrimonio genético y el espectro radioeléctrico. Estos bienes sólo podrán ser explotados en estricto cumplimiento de los principios ambientales establecidos en la Constitución.

El Estado participará en los beneficios del aprovechamiento de estos recursos, en un monto que no será inferior a los de la empresa que los explota. El Estado garantizará que los mecanismos de producción, consumo y uso de los recursos naturales y la energía preserven y recuperen los ciclos naturales y permitan condiciones de vida con dignidad.

- **Sección sexta**

Agua

Artículo. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

1.11.2 Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria

TITULO IV

Reglamento a la ley de gestión ambiental para la prevención y control de la contaminación ambiental.

Artículo. 41.-

Ámbito. -El presente Título, establece los siguientes aspectos:

- a. Las normas generales nacionales aplicables a la prevención y control de la contaminación ambiental y de los impactos ambientales negativos de las actividades definidas por la Clasificación Ampliada de las Actividades, Económicas de la versión vigente de la Clasificación Internacional Industrial Uniforme CIIU, adoptada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos;
- b. Las normas técnicas nacionales que fijan los límites permisibles de emisión, descargas y vertidos al ambiente;
- c. Los criterios de calidad de los recursos agua, aire y suelo, a nivel nacional.

Artículo. 42.-

Objetivos Específicos. - Determinación de valores límite permisibles a nivel nacional para vertidos a cuerpos de agua o sistemas de alcantarillado, emisiones a la atmósfera, incluidos ruidos, vibraciones y otro tipo de energías, derrames, embarrados o vertidos de líquidos, sólidos o mezclas al suelo. Establecer estándares de calidad para los recursos y estándares u objetivos de remediación para los recursos afectados

Artículo. 43.-

Regulados ambientales. -Son personas naturales o jurídicas, de derecho público o privado, nacionales o extranjeras u organizaciones que a cuenta propia o a través, de terceros realizan en el territorio nacional y de forma regular o accidental, cualquier actividad que tenga el potencial de afectar la calidad de los recursos agua, aire o suelo como resultado de sus acciones u omisiones.

Artículo. 72.-

Muestreo

En la toma de muestras se observarán además de las disposiciones establecidas en el plan de manejo ambiental del regulado (programa de monitoreo) las disposiciones sobre:

Tipo y frecuencia de muestreo;

- a. Procedimientos o Métodos de muestreo;
- b. Tipos de envases y procedimientos de preservación para la muestra de acuerdo a parámetros a analizar ex situ, que deberán hacerse en base a las normas técnicas ecuatorianas o en su defecto a normas o estándares aceptados en el ámbito internacional, debiendo existir un protocolo de custodia de las muestras.

Artículo. 73.-

Control de calidad

Los procedimientos de control de calidad analítico y los métodos analíticos para la caracterización de las emisiones, emisiones y descargas, el control de los procesos de tratamiento, la supervisión y el monitoreo de la calidad de los recursos están definidos en las normas técnicas ecuatorianas pertinentes y, de lo contrario, aceptados por las normas internacionales. El análisis se realizará en un laboratorio acreditado. Las unidades de control utilizarán (si están disponibles) sus propios laboratorios.

CAPÍTULO I

PROCEDIMIENTOS COMUNES

Artículo. 14.-

Programa de monitoreo y verificación de cumplimiento. –

Los establecimientos que hayan obtenido el permiso ambiental, ingresarán automáticamente a un programa de monitoreo de cumplimiento de normas técnicas.

El programa incluye el monitoreo que realiza el Departamento de Control Ambiental, visitando sus instituciones dos veces al año, caracterizando sus residuos líquidos y emisiones atmosféricas, a fin de verificar el cumplimiento de los niveles máximos permisibles de contaminación

Sin perjuicio de la competencia que tiene el Departamento de Control Ambiental para la ejecución de esta actividad, de considerarlo conveniente se podrá concesionar o tercerilizar la prestación de este servicio.

Artículo. 15.-

Derecho de inspección. -

Sin perjuicio del programa de vigilancia e inspección, los jefes de departamento, auxiliares técnicos e inspectores del DCA están autorizados a realizar inspecciones a los locales de las empresas controladas en cualquier día del año para verificar el cumplimiento de este reglamento. En todo caso, la única condición para observar tal diligencia es la presentación de una orden escrita por el jefe del departamento o su agente al representante del objeto controlado.

1.11.3 Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua

CONSIDERANDO:

Que, los artículos 12, 313 y 318 de la Constitución de la República consagran el principio de que el agua es patrimonio nacional estratégico, de uso público, dominio inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos, reservando para el Estado el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia;

Que, el artículo 318 de la Constitución prohíbe toda forma de privatización del agua y determina que la gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria y que el servicio de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias; prescribe, además, que el Estado a través de la Autoridad Única del Agua, será responsable directa de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano y riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas, en este orden de prelación y que se requerirá autorización estatal para el aprovechamiento del agua con fines productivos por parte de los sectores público, privado y de la economía popular y solidaria, de acuerdo con la Ley;

Que, el artículo 411 dispone que el Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico y que regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, especialmente en las fuentes y zonas de recarga.

Artículo 1.-

Naturaleza jurídica. Los recursos hídricos son parte del patrimonio natural del Estado y serán de su competencia exclusiva, la misma que se ejercerá concurrentemente entre el Gobierno Central y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, de conformidad con la Ley.

El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida, elemento vital de la naturaleza y fundamental para garantizar la soberanía alimentaria.

Artículo 2.-

Ámbito de aplicación. La presente Ley Orgánica regirá en todo el territorio nacional, quedando sujetos a sus normas las personas, nacionales o extranjeras que se encuentren en él.

Artículo 3.-

Objeto de la Ley. El objeto de la presente Ley es garantizar el derecho humano al agua, así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua, la gestión integral y su recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos, a fin de garantizar el sumak kawsay o buen vivir y los derechos de la naturaleza establecidos en la Constitución.

Artículo 4.-

Principios de la Ley. Esta Ley se fundamenta en los siguientes principios:

- a) La integración de todas las aguas, sean estas, superficiales, subterráneas o atmosféricas, en el ciclo hidrológico con los ecosistemas;
- b) El agua, como recurso natural debe ser conservada y protegida mediante una gestión sostenible y sustentable, que garantice su permanencia y calidad;
- c) El agua, como bien de dominio público, es inalienable, imprescriptible e inembargable;
- d) El agua es patrimonio nacional y estratégico al servicio de las necesidades de las y los ciudadanos y elemento esencial para la soberanía alimentaria; en consecuencia, está prohibido cualquier tipo de propiedad privada sobre el agua;
- e) El acceso al agua es un derecho humano;
- f) El Estado garantiza el acceso equitativo al agua;

g) El Estado garantiza la gestión integral, integrada y participativa del agua; y. La gestión del agua es pública o comunitaria.

Artículo 5.-

Sector estratégico. El agua constituye patrimonio nacional, sector estratégico de decisión y de control exclusivo del Estado a través de la Autoridad Única del Agua. Su gestión se orientará al pleno ejercicio de los derechos y al interés público, en atención a su decisiva influencia social, comunitaria, cultural, política, ambiental y económica.

Artículo 6.-

Prohibición de privatización. Se prohíbe toda forma de privatización del agua, por su trascendencia para la vida, la economía y el ambiente; por lo mismo esta no puede ser objeto de ningún acuerdo comercial, con gobierno, entidad multilateral o empresa privada nacional o extranjera.

Su gestión será exclusivamente pública o comunitaria. No se reconocerá ninguna forma de apropiación o de posesión individual o colectiva sobre el agua, cualquiera que sea su estado.

En consecuencia, se prohíbe:

- a) Toda delegación al sector privado de la gestión del agua o de alguna de las competencias asignadas constitucional o legalmente al Estado a través de la Autoridad Única del Agua o a los Gobiernos Autónomos Descentralizados;
- b) La gestión indirecta, delegación o externalización de la prestación de los servicios públicos relacionados con el ciclo integral del agua por parte de la iniciativa privada;
- c) Cualquier acuerdo comercial que imponga un régimen económico basado en el lucro para la gestión del agua;
- d) Toda forma de mercantilización de los servicios ambientales sobre el agua con fines de lucro;
- e) Cualquier forma de convenio o acuerdo de cooperación que incluya cláusulas que menoscaben la conservación, el manejo sustentable del agua, la biodiversidad, la salud humana, el derecho humano al agua, la soberanía alimentaria, los derechos humanos y de la naturaleza; y,
- f) El otorgamiento de autorizaciones perpetuas o de plazo indefinido para el uso o aprovechamiento del agua.

Artículo 12.-

Protección, recuperación y conservación de fuentes. El Estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios, son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de páramos, así como la participación en el uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras, sin perjuicio de las competencias generales de la Autoridad Única del Agua de acuerdo con lo previsto en la Constitución y en esta Ley.

La Autoridad Única del Agua, los Gobiernos Autónomos Descentralizados, los usuarios, las comunas, pueblos, nacionalidades y los propietarios de predios donde se encuentren fuentes de agua, serán responsables de su manejo sustentable e integrado, así como de la protección y conservación de dichas fuentes, de conformidad con las normas de la presente Ley y las normas técnicas que dicte la Autoridad Única del Agua, en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional y las prácticas ancestrales.

Artículo 17.-

La Autoridad Única del Agua. Es la entidad que dirige el sistema nacional estratégico del agua, es persona jurídica de derecho público. Su titular será designado por la presidenta o el presidente de la República y tendrá rango de ministra o ministro de Estado.

Es responsable de la rectoría, planificación y gestión de los recursos hídricos. Su gestión será desconcentrada en el territorio.

Artículo 18.-

Competencias y atribuciones de la Autoridad Única del Agua.

Las competencias son:

- a) Dirigir el Sistema Nacional Estratégico del Agua;
- b) Ejercer la rectoría y ejecutar las políticas públicas relativas a la gestión integral e integrada de los recursos hídricos; y, dar seguimiento a su cumplimiento;
- c) Coordinar con la autoridad ambiental nacional y la autoridad sanitaria nacional la formulación de las políticas sobre calidad del agua y control de la contaminación de las aguas;
- d) Elaborar el Plan Nacional de Recursos Hídricos y los planes de gestión integral e integrada de recursos hídricos por cuenca hidrográfica; y, aprobar la planificación hídrica nacional;

e) Establecer y delimitar las zonas y áreas de protección hídrica.

Artículo 21.-

Agencia de Regulación y Control del Agua. La Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA), es un organismo de derecho público, de carácter técnico-administrativo, adscrito a la Autoridad Única del Agua, con personalidad jurídica, autonomía administrativa y financiera, con patrimonio propio y jurisdicción nacional.

La Agencia de Regulación y Control del Agua, ejercerá la regulación y control de la gestión integral e integrada de los recursos hídricos, de la cantidad y calidad de agua en sus fuentes y zonas de recarga, calidad de los servicios públicos relacionados al sector agua y en todos los usos, aprovechamientos y destinos del agua.

La gestión de regulación y control de la Agencia serán evaluados periódicamente por la Autoridad Única del Agua.

1.11.4 NTE INEN 2169 (1998): Agua, Calidad del Agua, Muestreo, Manejo y Conservación de las muestras.

MANEJO Y CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS

a) El uso de recipientes apropiados

Es muy importante escoger y preparar los recipientes.

El recipiente que va a contener la muestra, y la tapa, no deben:

- Ser causa de contaminación (por ejemplo: recipientes de vidrio borosilicato o los de sodio-cal, pueden incrementar el contenido de silicio y sodio);
- absorber o adsorber los constituyentes a ser determinados (por ejemplo: los hidrocarburos pueden ser absorbidos en un recipiente de polietileno; trazas de los metales pueden ser adsorbidas sobre la superficie de los recipientes de vidrio, lo cual se previene acidificando las muestras);
- reaccionar con ciertos constituyentes de la muestra (por ejemplo: los fluoruros reaccionan con el vidrio).
- El uso de recipientes opacos o de vidrio ámbar puede reducir las actividades fotosensitivas considerablemente.
- Es preferible reservar un juego de recipientes para las determinaciones especiales de forma que se reduzcan al mínimo los riesgos de contaminación cruzada.

En todos los casos, se deben tomar precauciones para evitar una mayor contaminación de muestras con concentraciones más bajas de recipientes previamente expuestos a muestras con altas concentraciones de ciertos elementos. Si son económicos, los envases de un solo uso son adecuados para prevenir dicha contaminación, pero no se recomiendan para parámetros específicos como los plaguicidas organoclorados.

Las muestras blancas de agua destilada deben tomarse, conservarse y analizarse como un control de la elección del recipiente y del proceso de lavado.

Cuando las muestras son sólidas o semisólidas, se deben usar jarras o botellas de boca ancha.

b) Preparación de recipientes

Recipientes de muestras para análisis químicos

Para analizar trazas de componentes químicos, aguas superficiales o aguas residuales, se deben limpiar contenedores nuevos para minimizar la contaminación de la muestra; el tipo de agente de limpieza utilizado y el material del recipiente varían según los componentes que se analicen.

El recipiente nuevo de vidrio, se debe lavar con agua y detergente para retirar el polvo y los residuos del material de empaque, seguido de un enjuague con agua destilada o desionizada.

Para el análisis de trazas, el recipiente debe llenarse con una solución de 1 mol/l de ácido clorhídrico o nítrico y dejarse en contacto durante un día, luego enjuagarse bien con agua destilada o desionizada.

Para la determinación de fosfatos, sílice, boro y agentes surfactantes no se deben usar detergentes en la limpieza de los recipientes.

Para el análisis de trazas de materia orgánica puede ser necesario un pretratamiento especial de las botellas.

Recipientes de muestras para determinación de pesticidas, herbicidas y sus residuos.

Se deben usar recipientes de vidrio (preferiblemente ámbar), debido a que los plásticos, excepto el politetrafluoroetileno (PTFE), pueden introducir interferencias que son significativas en el análisis de trazas.

Todos los recipientes, se deben lavar con agua y detergente, seguido de un enjuague con agua destilada o desionizada, secada en estufa a 105 °C por 2 h y enfriados antes de enjuagarlos con el disolvente de extracción que se usará en el análisis.

Finalmente se deben secar con una corriente de aire purificado o de nitrógeno.

A los recipientes que han sido usados anteriormente, se debe realizar una extracción con acetona por 12 h seguido de un enjuague con hexano y de un secado como el descrito en el párrafo anterior.

c) Recipientes de muestras para análisis microbiológico.

Deben ser aptos para resistir la temperatura de esterilización de 175 °C durante 1 h y no deben producir o realizar cambios químicos a esta temperatura que inhiban la actividad biológica; inducir la mortalidad o incentivar el crecimiento.

Los recipientes de policarbonato y polipropileno resistente al calor se pueden usar cuando se usa esterilización a baja temperatura, como la esterilización con vapor. Las tapas y otros sistemas de cierre deben poder soportar las mismas temperaturas de esterilización.

Los recipientes deben estar libres de ácidos, álcalis y compuestos tóxicos. Los recipientes de vidrio se deben lavar con agua y detergente seguido de un enjuague con agua destilada; luego deben ser enjuagados con ácido nítrico (HNO₃) 10% (v/v), seguido de un enjuague con agua destilada para remover cualquier residuo de metales pesados o de cromatos.

Si las muestras contienen cloro, se debe adicionar tiosulfato de sodio (Na₂S₂O₃) antes de la esterilización de los recipientes. Con esto se elimina la inactivación de las bacterias debida al cloro.

d) Llenado del recipiente

En muestras que se van a utilizar para la determinación de parámetros físicos y químicos, llenar los frascos completamente y taponarlos de tal forma que no exista aire sobre la muestra. Esto limita la interacción de la fase gaseosa y la agitación durante el transporte (así se evita la modificación del contenido de dióxido de carbono y la variación en el valor del pH, los bicarbonatos no se conviertan a la forma de carbonatos precipitables; el hierro tienda a oxidarse menos, limitando las variaciones de color, etc.).

En las muestras que se van a utilizar en el análisis microbiológico, los recipientes, no deben llenarse completamente de modo que se deje un espacio de aire después de colocar la tapa. Esto permitirá mezclar la muestra antes del análisis y evitar una contaminación accidental.

Los recipientes cuyas muestras se van a congelar como método de conservación, no se deben llenar completamente.

e) Refrigeración y congelación de las muestras

Las muestras se deben guardar a temperaturas más bajas que la temperatura a la cual se recolectó. Los recipientes se deben llenar casi pero no completamente.

La refrigeración o congelación de las muestras es efectiva si se la realiza inmediatamente luego de la recolección de la muestra. Se debe usar, cajas térmicas o refrigeradores de campo desde el lugar del muestreo.

El simple enfriamiento (en baño de hielo o en refrigerador a temperaturas entre 2°C y 5°C) y el almacenamiento en un lugar oscuro, en muchos casos, es suficiente para conservar la muestra durante su traslado al laboratorio y por un corto período de tiempo antes del análisis. El enfriamiento no se debe considerar como un método de almacenamiento para largo tiempo, especialmente en el caso de las aguas residuales domésticas y de las aguas residuales industriales.

El congelamiento (-20°C) permite un incremento en el período de almacenamiento, sin embargo, es necesario un control del proceso de congelación y descongelación a fin de retornar a la muestra a su estado de equilibrio inicial luego del descongelamiento. En este caso, se recomienda el uso de recipientes de plástico (cloruro de polivinilo). Los recipientes de vidrio no son adecuados para el congelamiento. Las muestras para análisis microbiológico no se deben congelar.

f) Filtración y centrifugación de muestras

Los sólidos, sedimentos, algas y otros microorganismos contaminados deben eliminarse mediante papel de filtro, filtración por membrana o centrifugación durante o inmediatamente después del muestreo. El filtrado no es aplicable si el filtro es capaz de retener uno o más analitos. Los filtros también deben estar libres de contaminación y completamente limpios antes de su uso de manera consistente con el método de análisis final.

g) Adición de preservantes

Ciertos constituyentes físicos o químicos se estabilizan por la adición de compuestos químicos, directamente a la muestra luego de recolectada, o adicionando al recipiente cuando aún está vacío. Los compuestos químicos, así como sus concentraciones son muy variados. Los compuestos químicos de más uso son:

a) ácidos,

b) soluciones básicas,

c) biácidos y

d) reactivos especiales, necesarios para la conservación específica de ciertos elementos (por ejemplo: para la determinación de oxígeno, cianuros totales y sulfitos se requiere de la fijación para los mismos en la muestra inmediatamente en el sitio de la recolección.

Precaución - Se debe evitar el uso de cloruro de mercurio (II) (HgCl_2) y de acetatofenil mercurio (II) ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{HgC}_6\text{H}_5$).

Se debe recordar que ciertos preservantes (por ejemplo: los ácidos, el cloroformo) se deben usar con precaución, por el peligro que involucra su manejo. Los operadores deben ser advertidos de esos peligros y de las formas de protección.

Los conservantes utilizados no deben interferir con el análisis; en caso de duda, se recomienda realizar pruebas para verificar su compatibilidad. La dilución de cualquier muestra mediante la adición de conservantes debe tenerse en cuenta al analizar y calcular los resultados.

Es preferible realizar la adición de preservantes usando soluciones concentradas de tal forma que sean necesarios volúmenes pequeños; esto permite que la dilución de las muestras por estas adiciones no sea tomada en cuenta en la mayoría de los casos.

La adición de estos reactivos también puede cambiar las propiedades físicas o químicas de los elementos, por lo que es importante que estos cambios no entren en conflicto con el propósito de la determinación (p. ej., la acidificación puede disolver compuestos coloidales o sólidos, por lo que si el propósito de la medición es determinar los elementos disueltos, se deben usar con precaución: si el propósito del análisis es determinar la toxicidad para los animales acuáticos, se debe evitar la disolución de ciertos elementos, especialmente las formas tóxicas de metales pesados en iones. Las muestras deben analizarse lo antes posible).

A la hora de determinar oligoelementos, se debe realizar un ensayo en blanco para evaluar la posible introducción de estos elementos mediante la adición de conservantes; (por ejemplo: el ácido introducirá grandes cantidades de mercurio, arsénico y plomo). En este caso, se debe utilizar el mismo conservante utilizado en la muestra en blanco.

h) Identificación de las muestras

Los recipientes que contienen las muestras deben estar marcados de una manera clara y permanente, que en el laboratorio permita la identificación sin error.

Anotar, en el momento del muestreo todos los detalles que ayuden a una correcta interpretación de los resultados (fecha y hora del muestreo, nombre de la persona que muestreó, naturaleza y cantidad de los preservantes adicionados, tipo de análisis a realizarse, etc.).

Las muestras especiales con material anómalo, deben ser marcadas claramente y acompañadas de la descripción de la anomalía observada. Las muestras que contienen material peligroso o potencialmente peligroso, por ejemplo, ácidos, deben identificarse claramente como tales.

i) Transporte de las muestras

Los recipientes que contienen las muestras deben ser protegidos y sellados de manera que no se deterioren o se pierda cualquier parte de ellos durante el transporte.

El empaque debe proteger los recipientes de la posible contaminación externa y de la rotura, especialmente de la cercana al cuello y no deben ser causa de contaminación.

Durante la transportación, las muestras deben guardarse en ambiente fresco y protegidas de la luz; de ser posible cada muestra debe colocarse en un recipiente individual impermeable.

Si el tiempo de viaje excede al tiempo máximo de preservación recomendado antes del análisis, estas muestras deben reportar el tiempo transcurrido entre el muestreo y el análisis; y su resultado analítico debe ser interpretado por un especialista.

j) Recepción de las muestras en el laboratorio

Al arribo al laboratorio, las muestras deben, si su análisis no es posible inmediatamente, ser conservadas bajo condiciones que eviten cualquier contaminación externa y que prevengan cambios en su contenido.

Es recomendable para este propósito el uso de refrigeradoras o de lugares fríos y oscuros.

En todos los casos y especialmente cuando se requiera establecer la cadena de custodia es necesario verificar el número recibido, contra el registro del número de recipientes enviados por cada muestra.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1 Descripción del área de estudio

Para el establecimiento de la línea base se consideró el principal cuerpo de agua (río Blanco) en cuya área de influencia de la zona de estudio se denota un impacto presentado por las actividades económicas y poblacionales relacionadas a la parroquia Santiago de Quimiag, según el tipo de fuente de agua (agua superficial) teniendo en cuenta las consideraciones respectivas, se determinó también la ubicación en una zona intermediaria (semi-intervenida) entre los dominios facultados por labores agrícolas/Bosque Siempreverde del Páramo y finalmente se escogió como blanco a cuyas áreas donde no exista intervención por parte del hombre denominadas “zonas prístinas” ubicadas dentro del Bosque Siempreverde del Páramo (Maaiké Y. Bader, 2007: p.13).

2.2 Selección de los puntos de muestreo

Realizando un recorrido por el tramo en estudio se seleccionó los puntos de muestreo, haciendo una identificación de las características y las actividades que suelen efectuarse en el lugar o sus alrededores, la información fue proporcionada por los moradores que laboran cerca del sector. Además, se logró la verificación del fácil acceso y diferentes parámetros de seguridad para poder realizar la toma de muestras en cada punto.

Para el presente trabajo de investigación se establecieron 6 puntos de muestreo a lo largo de la microcuenca del río Blanco dentro de un rango altitudinal comprendido entre los 3500 hasta los 3700 m. El muestreo sobre estas estaciones fue realizado entre los meses de agosto y octubre del 2022. Se indica que todas las estaciones de monitoreo fueron georreferenciadas con un geoposicionador satelital (GPS), además se priorizó el área en términos de distancia e influencia de actividad antrópica, caminos rurales que facilitaron el acceso a los puntos de muestreo y el uso de cuerpos de agua (GADPR Santiago de Quimiag, 2020).

Tabla 2-1: Georreferenciación de los puntos de muestreo

ESTACION	ALTURA	LONGITUD	LATITUD
BsSn01-01	3535	779496	9812160
BsSn01-02	3575	779471	9812149
BsSn01-03	3600	779474	9812045
BsSn01-04	3615	779475	9812035
BsSn01-05	3657	779468	9811908
BsSn01-06	3700	779469	9811898

Elaborado por: Guzmán Llangari Alexis, 2023

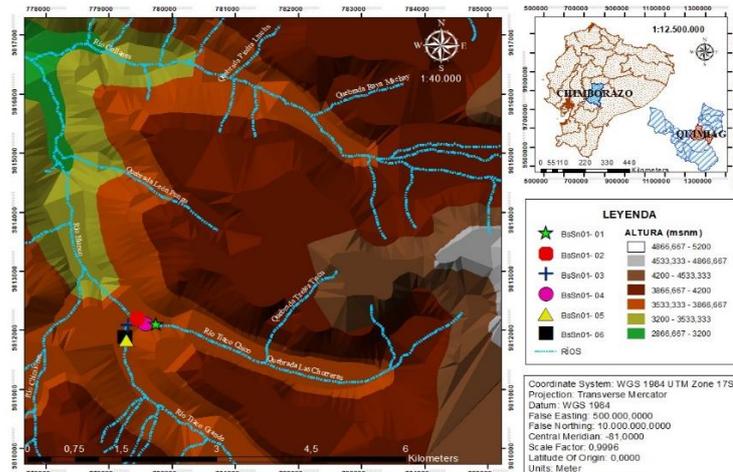


Ilustración 2-1. Mapa de georreferenciación de los puntos de muestreo.

Elaborado por: Guzmán Llangari Alexis, 2023

2.3 Equipo de campo para el monitoreo

- GPS
- Libreta de campo
- Etiqueta de colecta
- Frascos de plástico
- Alcohol 70%
- Cooler
- Esferos
- Marcador
- Botas

2.4 Equipo de laboratorio

- Estereoscopio USB PCE-MM 800
- Multiparametrico HQ9908
- Mandil

2.5 Recolección de muestras para análisis F/Q y microbiológico

Basados a la norma NTE INEN 2169:2013 agua, calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras; y la norma NTE INEN 2176:98: agua: calidad de agua, muestreo, técnicas de muestreo; se desarrolló el monitoreo de la microcuenca del río Blanco, en el cual se tomaron muestras simples por cada punto en un recipiente para incorporar la sonda del multiparamétrico y hacer la lectura correspondiente de los distintos parámetros fisicoquímicos

(PH/T°/STD/CE/ORP) *in situ*, para lo cual se tomó las muestras corriente arriba en un punto alejado y seguro de la orilla, se enjuagó el envase 3 veces con la misma agua, antes de conseguir la muestra de lectura.

Debido a que el resto de los parámetros a analizar requieren un análisis completo en laboratorio, las muestras para parámetros microbiológicos (coliformes totales) y fisicoquímicos, fueron envasados en un recipiente de polietileno de 1L de volumen, conservándolas en un cooler para mantener la baja temperatura hasta destinarlas al Laboratorio de Análisis Químico “TOX-CHEM”.

2.6 Parámetros evaluados

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se tuvieron presentes las recomendaciones que se establecen en el Acuerdo ministerial 097: Tabla 1 (Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico); y, Tabla 2 (Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces), mismo que se detallan a continuación:

TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Arsénico	As	mg/l	0,1
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	1000
Bario	Ba	mg/l	1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro	CN ⁻	mg/l	0,1
Cobre	Cu	mg/l	2
Color	Color real	Unidades de Platino-Cobalto	75
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Fluoruro	F ⁻	mg/l	1,5
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	<4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	<2
Hierro total	Fe	mg/l	1,0
Mercurio	Hg	mg/l	0,006
Nitratos	NO ₃	mg/l	50,0
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,2
Potencial Hidrógeno	pH	unidades de pH	6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,01
Selenio	Se	mg/l	0,01
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	500
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,2
Turbiedad	unidades nefelométricas de turbiedad	UNT	100,0

Ilustración 2-2. Tabla 1. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y domestico

Fuente: MAE – Acuerdo Ministerial 097-A

TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS

PARÁMETROS	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad	
			Agua dulce	Agua marina y de estuario
Aluminio ⁽¹⁾	Al	mg/l	0,1	1,5
Amoniaco Total ⁽²⁾	NH ₃	mg/l	-	0,4
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1	1,5
Bifenilos Policlorados	Concentración de PCBs totales	µg/l	1,0	1,0
Boro	B	mg/l	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,005
Cianuros	CN ⁻	mg/l	0,01	0,01
Cinc	Zn	mg/l	0,03	0,015
Cloro residual total	Cl ₂	mg/l	0,01	0,01
Clorofenoles ⁽³⁾		mg/l	0,05	0,05
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2
Cobre	Cu	mg/l	0,005	0,005
Cromo total	Cr	mg/l	0,032	0,05
Estaño	Sn	mg/l		2,00
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5	0,5
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3
Manganeso	Mn	mg/l	0,1	0,1
Materia flotante de origen antrópico	visible		Ausencia	Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0001
Níquel	Ni	mg/l	0,025	0,1
Oxígeno Disuelto	OD	% de saturación	> 80	> 60
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05
Plaguicidas organoclorados totales	Organoclorados totales	µg/l	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Organofosforados totales	µg/l	10,0	10,0
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,005
Plomo	Pb	mg/l	0,001	0,001
Potencial de Hidrógeno	pH	unidades de pH	6,5 – 9	6,5 – 9,5
Selenio	Se	mg/l	0,001	0,001
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5
Nitritos	NO ₂ ⁻	mg/l	0,2	
Nitratos	NO ₃ ⁻	mg/l	13	200
DQO	DQO	mg/l	40	-
DBO ₅	DBO ₅	mg/l	20	-
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	max incremento de 10% de la condición natural	-

⁽¹⁾ Aluminio: Si el pH es menor a 6,5 el criterio de calidad será 0,005 mg/l

⁽²⁾ Aplicar la Tabla 2a como criterio de calidad para agua dulce

⁽³⁾ Si sobrepasa el criterio de calidad se debe analizar el diclorofenol cuyo criterio de calidad es 0,2 µg/l

Ilustración 2-3. Tabla 2. Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios.

Fuente: MAE – Acuerdo Ministerial 097-A

2.7 Métodos utilizados

Se realizaron análisis de los parámetros químicos y microbiológicos en el Laboratorio de análisis químico TOX-CHEM, aprobado por el Servicio de acreditación ecuatoriana. Se siguieron metodologías como el Standard Methods Ed. 23.2017; EPA Water waste N° 350. 2,1974; Espectrofotometría; EPA 180.1.2003, detalladas en la Tabla 2.2.

Tabla 2-2: Métodos usados por TOX-CHEM

PARÁMETRO	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD
Aceites y grasas	Standard Methods Ed. 23.2017, 5520 B	mg/L
Coliformes fecales	Standard Methods Ed. 23.2017, 9221E/9221C	NMP/100mL
Cianuro	Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 CN- E modificado	mg/L
Cromo hexavalente	Standard Methods Ed. 23.2017, 3500 Cr B	mg/L
Color real	Standard Methods Ed. 23.2017, 2120 C	Uni Pt-Co
Fluoruro	Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 FD	mg/L
Arsénico	EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L
DQO	Standard Methods Ed. 23.2017, 5020 D	mg/L
DBO	Standard Methods Ed. 23.2017, 5210 B	mg/L
Hierro total	EPA 200.7 ICP-AES Rev 4.4 1994	mg/L
Nitratos	Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 NO3 A	mg/L
Nitritos	Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 NO2 B	mg/L
Potencial Hidrógeno	Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 H+ B	UpH
Sulfatos	Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 E SO4	mg/L
Cloro residual	Standard Methods Ed. 23.2017 4500 Cl-G	mg/L
Fenoles	Standard Methods Ed. 23.2017 5530C	mg/L
Tensoactivos	Standard Methods Ed. 23.2017 5540 C	mg/L
Amoniaco	EPA Water waste N° 350. 2,1974	mg/L
Oxígeno Disuelto	Espectrofotometría	mg/L
Sólidos suspendidos totales	Standard Methods Ed. 23.2017 2540 D	mg/L
Conductividad Eléctrica	Standard Methods Ed. 23.2017 2510B	us/cm
Turbiedad	EPA 180.1.2003	UNT

Fuente: TOX-CHEM

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

2.8 Metodología, modelo operativo

Para llevar a cabo la conservación y cuidado de la zona de páramo en estudio se realizaron las siguientes actividades:

- Dialogar con las autoridades de turno en las instituciones públicas respectivas, para el desarrollo de una socialización de la propuesta de conservación de la zona de Bosque siempreverde del páramo,
- Socializar los puntos más pertinentes e importantes de la ley de aguas y conservación de recursos naturales, para promover la conservación de los recursos hídricos existentes en la zona.
- Visitas técnicas periódicas para constatación de que las zonas del Bosque siempreverde del páramo no están siendo invadidas ni maltratadas por acciones antropogénicas.

CAPITULO III

3. RESULTADOS

3.1 Puntos de muestreo

3.1.1 Codificación y georreferenciación de los puntos de muestreo

En la microcuenca del Río Blanco se localizaron seis puntos de muestreo, mismos que se estipularon de acuerdo a los criterios indicados por la norma INEN.

Estos se encuentran descritos a continuación.

Tabla 3-1: Codificación y georreferenciación de los puntos de muestreo.

ESTACION	ALTURA	LONGITUD	LATITUD
BsSn01-01	3535	779496	9812160
BsSn01-02	3575	779471	9812149
BsSn01-03	3600	779474	9812045
BsSn01-04	3615	779475	9812035
BsSn01-05	3657	779468	9811908
BsSn01-06	3700	779469	9811898

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

3.2 Resultados de análisis físicos, químicos y microbiológicos

3.2.1 Resultados BsSn01 – 01

Tabla 3-2: Resultados BsSn01 – 01

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 1	VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 2
Aceites y grasas	mg/L	<0,3	0,3	0,3
Coliformes fecales	NMP/100mL	<1	1000	-
Cianuro	mg/L	<0,01	0,1	0,01
Cromo hexavalente	mg/L	<0,02	0,05	-
Color real	Uni Pt-Co	1	75	-

Fluoruro	mg/L	0,02	1,5	-
Arsénico	mg/L	<0,01	0,1	0,05
DQO	mg/L	<2	<4	40
DBO	mg/L	<2	<2	20
Hierro total	mg/L	<0,06	1,0	-
Nitratos	mg/L	<2,5	50,0	13
Nitritos	mg/L	<0,012	0,2	0,2
pH	UpH	6,98	6-9	6,5 – 9,0
Sulfatos	mg/L	<5	500	-
Cloro residual	mg/L	<0,01	-	0,01
Fenoles	mg/L	<0,001	-	0,001
Tensoactivos	mg/L	<0,05	-	0,5
Amoniaco	mg/L	<0,11	-	0,4
Oxígeno disuelto	mg/L	7,2	-	>6
Sólidos suspendidos totales	mg/L	1	-	Max incremento de 10% de la condición natural
Conductividad eléctrica	us/cm	150,1	-	-
Turbiedad	UNT	1,27	100,0	-

Fuente: Informe TOX-CHEM

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

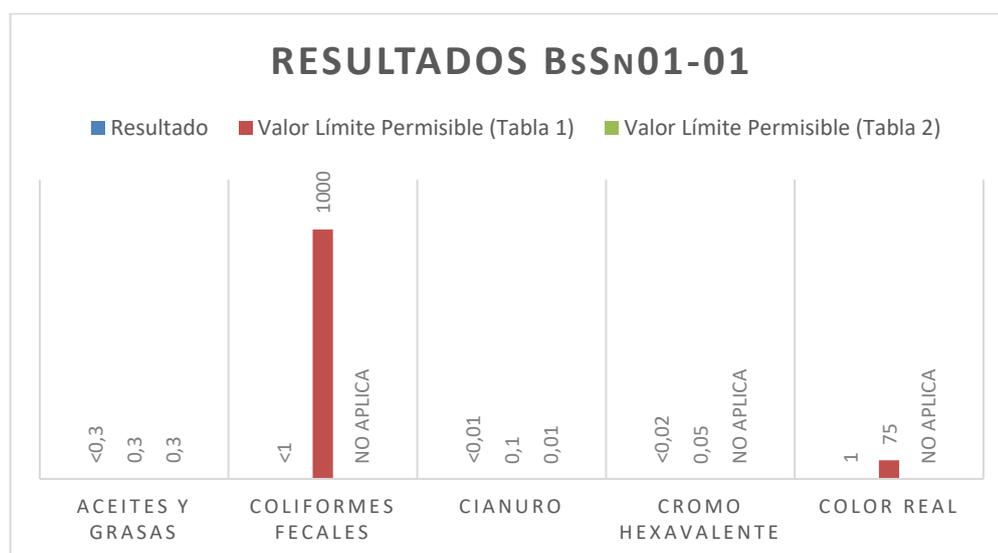


Ilustración 3-1: Resultados BsSn01 - 01

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

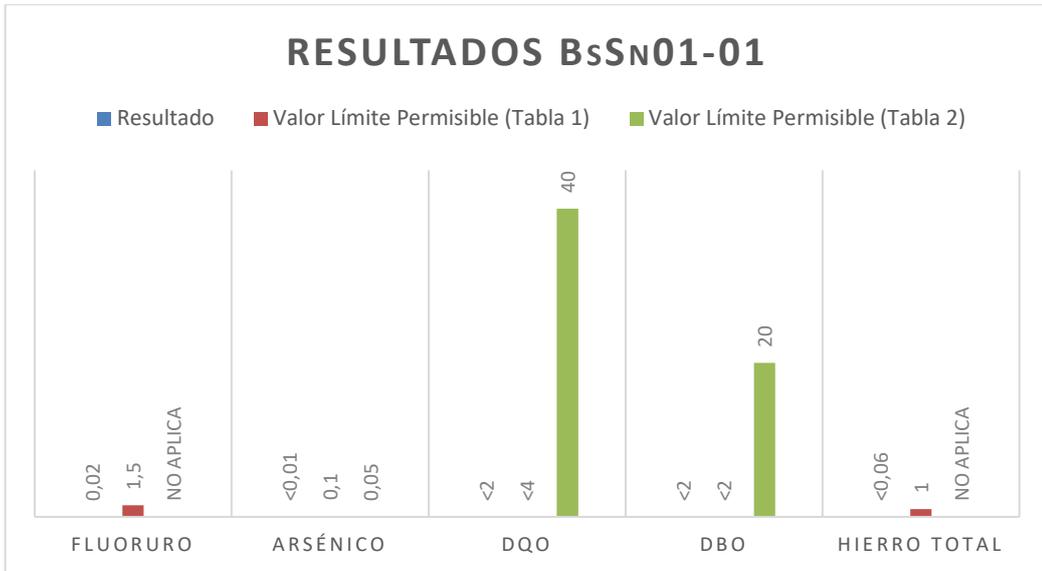


Ilustración 3-2: Resultados BsSn01 - 01

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

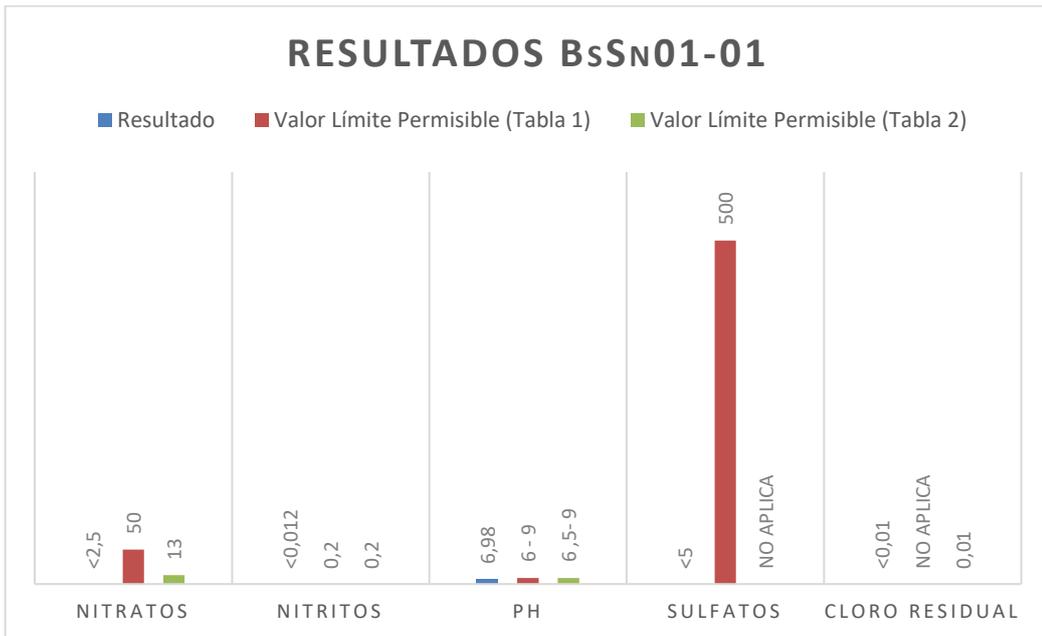


Ilustración 3-3: Resultados BsSn01 - 01

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023



Ilustración 3-4: Resultados BsSn01 - 01

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

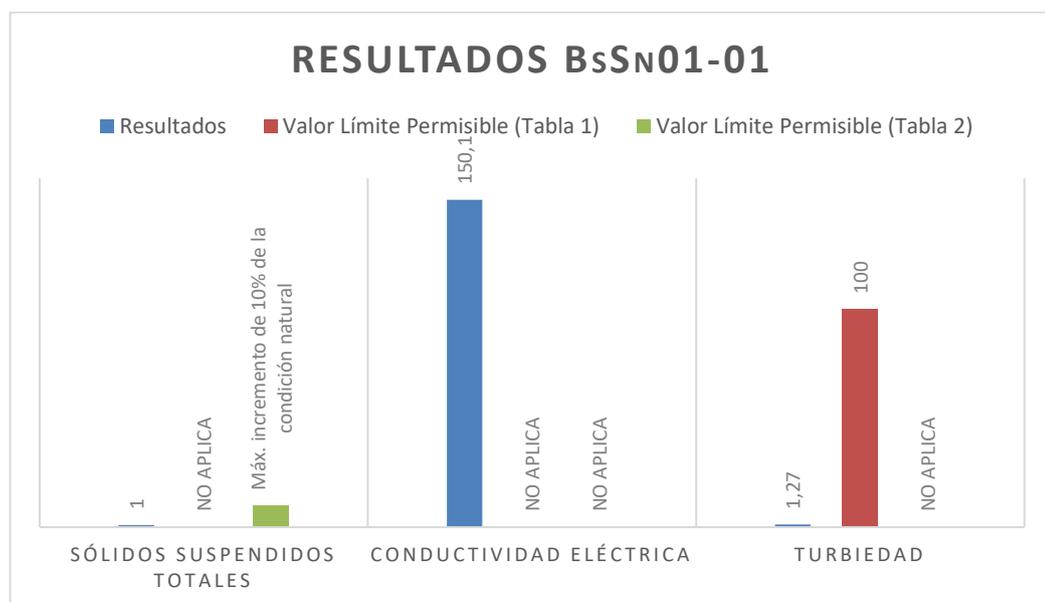


Ilustración 3-5: Resultados BsSn01 - 01

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

Interpretación: Una vez realizados los estudios pertinentes para cada uno de los parámetros previamente expuestos, se indica que en el primer punto BsSn01-01 ubicado a 3535mts de altura (siendo este el punto más bajo de la investigación) se puede evidenciar que no se presenta una alteración en los valores, en referencia a los que se exponen en las tablas 1 y 2 del Acuerdo Ministerial 097-A; es decir, cada uno de los valores obtenidos se encuentran por debajo de lo estipulado en la normativa vigente.

De los resultados obtenidos, se resalta que el pH en este punto de muestreo es el más bajo (6.98UpH) a diferencia de los cinco restantes que lo superan ligeramente, otro de los parámetros que muestran una diferencia en los resultados obtenidos es la presencia del fluoruro que resulta mayor (0.02mg/L) para los puntos BsSn01-02 y BsSn01-06. Por otra parte, la conductividad eléctrica resulta ligeramente menor (150.1us/cm) en comparación con los puntos BsSn01-02 y BsSn01-03, en cambio para los puntos BsSn01-04, BsSn01-05 y BsSn01-06 es mínimamente mayor; la turbiedad se registra también con un valor ligeramente bajo (1.27UNT) a diferencia de los puntos BsSn01-03, BsSn01-05 y BsSn01-06; en el caso del oxígeno disuelto se presentan valores (7.2) inferiores para el punto BsSn01-06 y superiores (7.2) en comparación con los puntos BsSn01-04 y BsSn01-05. Finalmente, para el hierro total se registra un valor (<0.06) bajo en comparación con el punto BsSn01-05, para el resto de casos se obtuvieron resultados similares; es decir, no presentan variaciones significantes.

3.2.2 Resultados BsSn01 – 02

Tabla 3-3. Resultados BsSn01 - 02

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 1	VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 2
Aceites y grasas	mg/L	<0,3	0,3	0,3
Coliformes fecales	NMP/100mL	<1	1000	-
Cianuro	mg/L	<0,01	0,1	0,01
Cromo hexavalente	mg/L	<0,02	0,05	-
Color real	Uni Pt-Co	1	75	-
Fluoruro	mg/L	0,01	1,5	-
Arsénico	mg/L	<0,01	0,1	0,05
DQO	mg/L	<2	<4	40
DBO	mg/L	<2	<2	20
Hierro total	mg/L	<0,06	1,0	-
Nitratos	mg/L	<2,5	50,0	13
Nitritos	mg/L	<0,012	0,2	0,2
pH	UpH	7,04	6-9	6,5 – 9,0
Sulfatos	mg/L	<5	500	-
Cloro residual	mg/L	<0,01	-	0,01

Fenoles	mg/L	<0,001	-	0,001
Tensoactivos	mg/L	<0,05	-	0,5
Amoniaco	mg/L	<0,11	-	0,4
Oxígeno disuelto	mg/L	7,2	-	>6
Sólidos suspendidos totales	mg/L	1	-	Max incremento de 10% de la condición natural
Conductividad eléctrica	us/cm	160,3	-	-
Turbiedad	UNT	1,34	100,0	-

Fuente: Informe TOX-CHEM

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

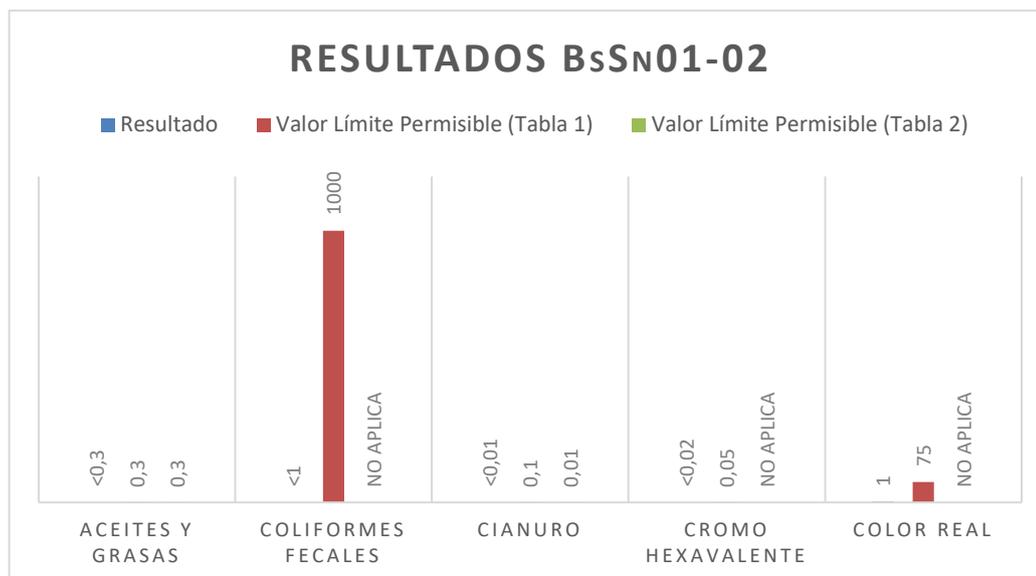


Ilustración 3-6: Resultados BsSn01 - 02

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

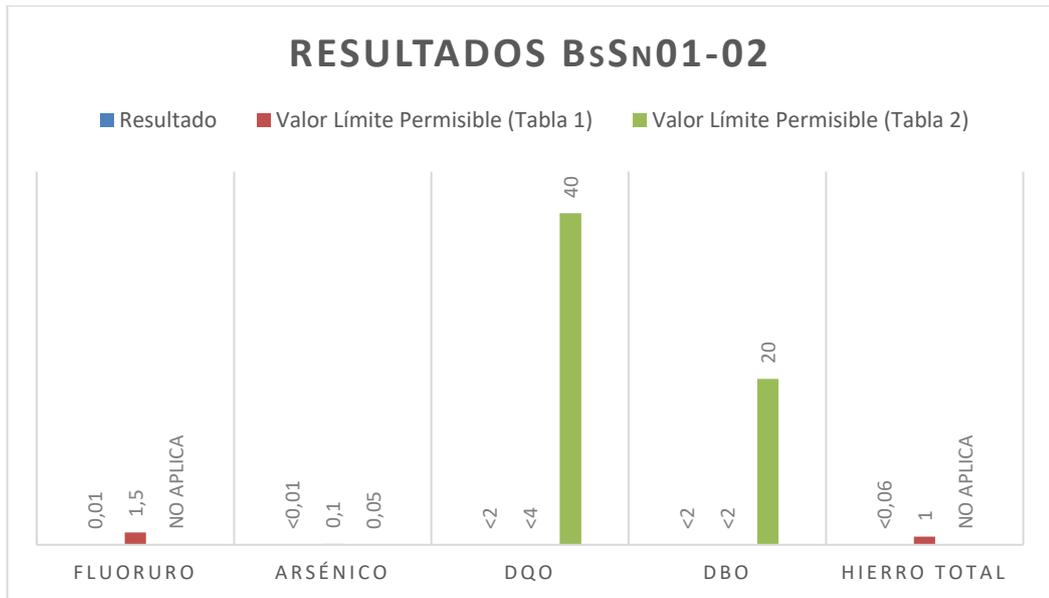


Ilustración 3-7: Resultados BsSn01 - 02

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

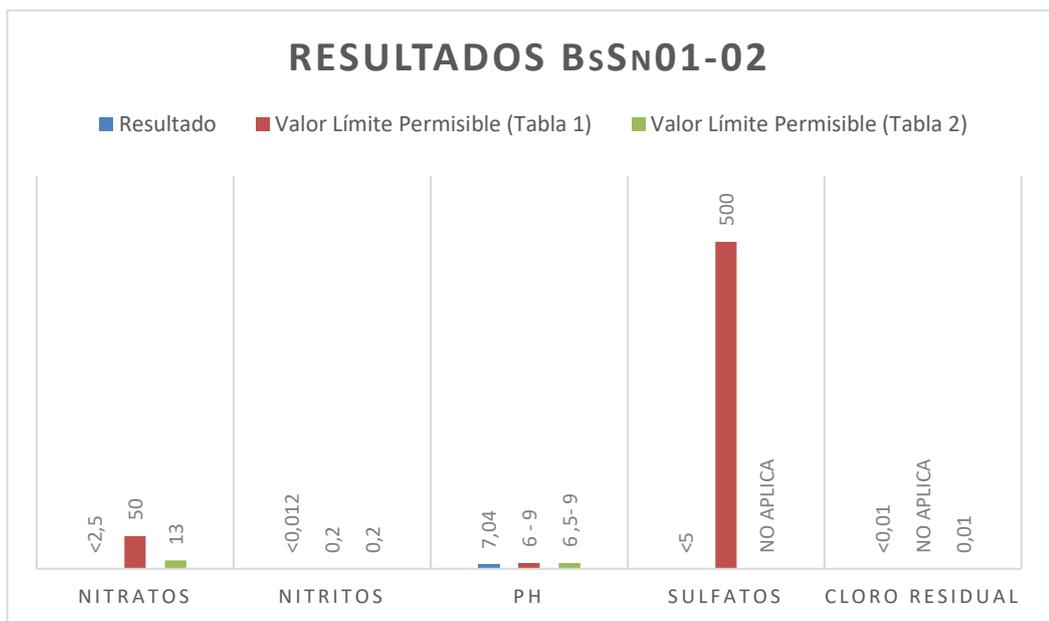


Ilustración 3-8: Resultados BsSn01 - 02

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

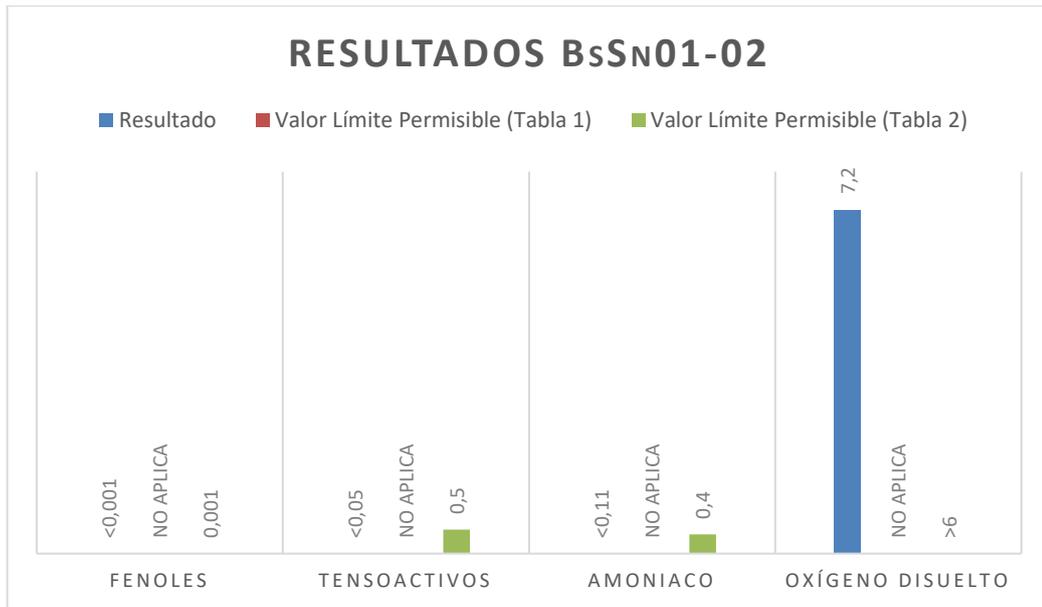


Ilustración 3-9: Resultados BsSn01 - 02

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

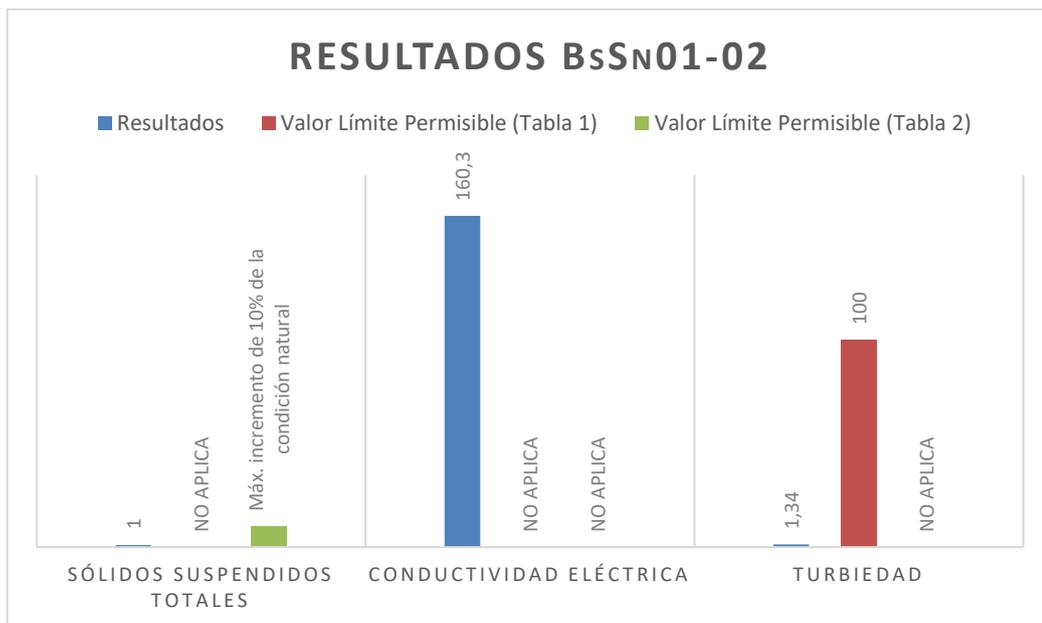


Ilustración 3-10: Resultados BsSn01 - 02

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

Interpretación: Dentro de los valores obtenidos en los análisis del segundo punto de muestreo resaltamos diferentes parámetros como el fluoruro que resulta ser menor que los datos que arrojaron los puntos BsSn01-03, BsSn01-04 y BsSn01-05; en el caso del pH se presenta un valor bajo (7,04) a comparación de BsSn01-03 hasta BsSn01-06; por otra parte, la conductividad eléctrica del punto BsSn01-02 resulta ser mayor para el resto de puntos con un valor de 160.3 us/cm. El oxígeno disuelto resulta ser mayor (7.2 mg/L) cuando lo comparamos con los puntos

BsSn01-04 y BsSn01-05, para el resto de casos tienen una similitud en sus valores con diferencias mínimas.

Finalmente, la turbiedad presenta un valor (1.34 UNT) que resulta ser variable ya que al compararlo con los puntos BsSn01-01, BsSn01-04 y BsSn01-05 es el más alto, no así con los puntos restantes que son superiores a este.

Según (Waterboards, 2013: pp.1-5), existen diversas circunstancias por las cuales los valores obtenidos suelen variar, en el caso del pH particularmente, tiene una relación directa con la temperatura; es decir, el aumento o disminución de este parámetro está estrictamente ligado al aumento o disminución de la temperatura, existen otros factores, como el excesivo incremento de algas las cuales al crecer producen CO₂, lo cual provoca un aumento en los valores de pH, y tenemos los desperdicios de origen sintético que al ser arrojados intempestivamente a los cuerpos hídricos reducen el potencial de hidrógeno. La importancia de la medición de este parámetro radica en el papel importa que ejerce cuando hablamos de acuicultura, agricultura, alimentos, además del cuidado en la salud, cuando el agua es consumible para los seres humanos, ya que si existiese una disminución en el pH se puede aumentar la cantidad de mercurio soluble en agua, por otro lado, cuando hay un aumento el amoniaco no tóxico puede convertirse en amoníaco tóxico, perjudicial tanto para los organismos acuáticos, como para los humanos.

3.2.3 Resultados BsSn01 – 03

Tabla 3-4: Resultados BsSn01 - 03

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	VALOR	VALOR
			LÍMITE	LÍMITE
			PERMISIBLE	PERMISIBLE
			Tabla 1	Tabla 2
Aceites y grasas	mg/L	<0,3	0,3	0,3
Coliformes fecales	NMP/100mL	<1	1000	-
Cianuro	mg/L	<0,01	0,1	0,01
Cromo hexavalente	mg/L	<0,02	0,05	-
Color real	Uni Pt-Co	1	75	-
Fluoruro	mg/L	0,02	1,5	-
Arsénico	mg/L	<0,01	0,1	0,05
DQO	mg/L	<2	<4	40
DBO	mg/L	<2	<2	20

Hierro total	mg/L	<0,06	1,0	-
Nitratos	mg/L	<2,5	50,0	13
Nitritos	mg/L	<0,012	0,2	0,2
pH	UpH	7,11	6-9	6,5 – 9,0
Sulfatos	mg/L	<5	500	-
Cloro residual	mg/L	<0,01	-	0,01
Fenoles	mg/L	<0,001	-	0,001
Tensoactivos	mg/L	<0,05	-	0,5
Amoniaco	mg/L	<0,11	-	0,4
Oxígeno disuelto	mg/L	7,2	-	>6
Sólidos suspendidos totales	mg/L	1	-	Max incremento de 10% de la condición natural
Conductividad eléctrica	us/cm	160,1	-	-
Turbiedad	UNT	1,43	100,0	-

Fuente: Informe TOX-CHEM

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

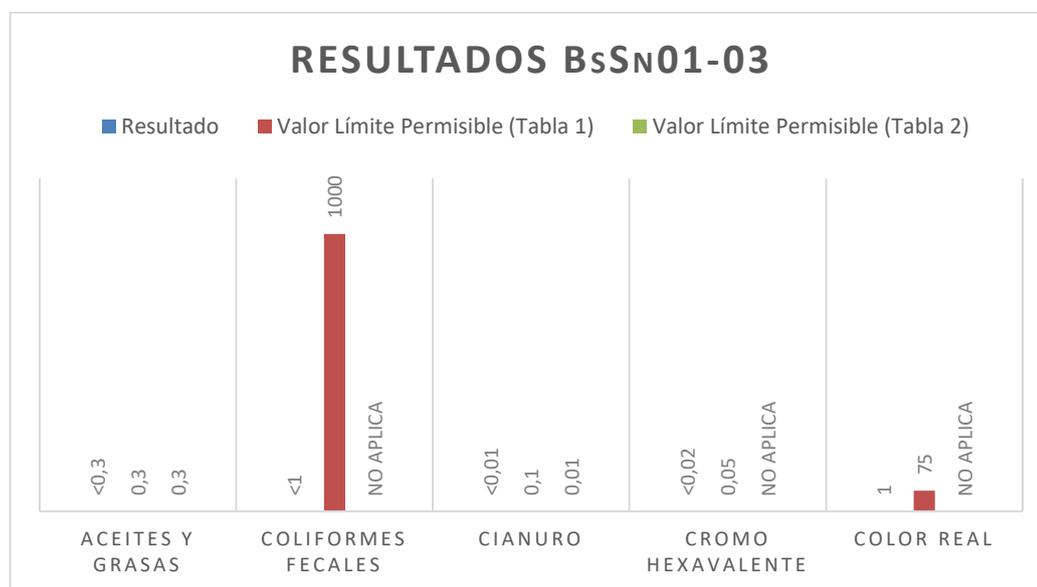


Ilustración 3-11: Resultados BsSn01 - 03

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

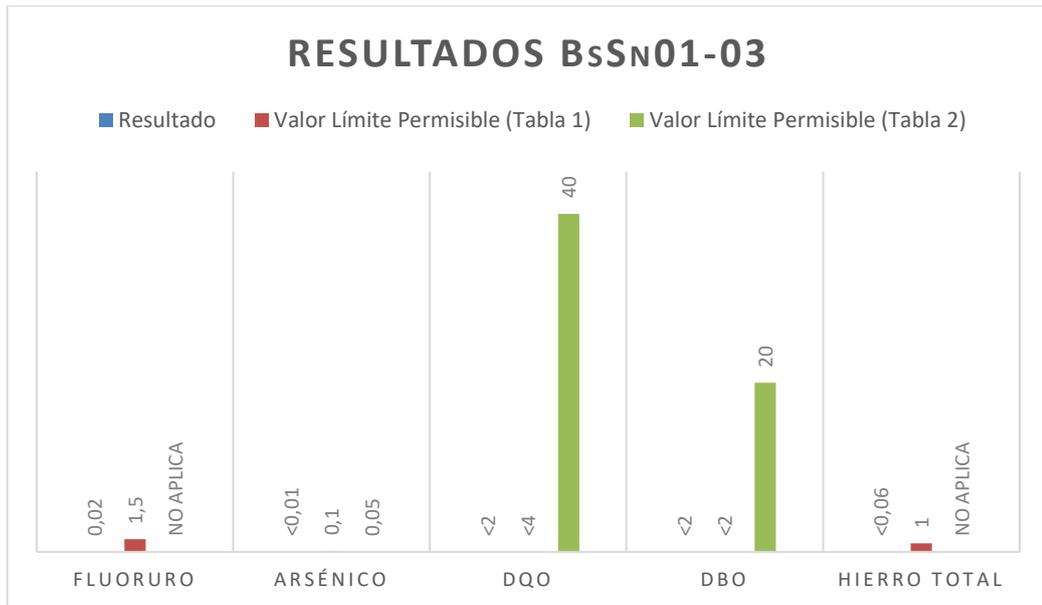


Ilustración 3-12: Resultados BsSn01 - 03

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

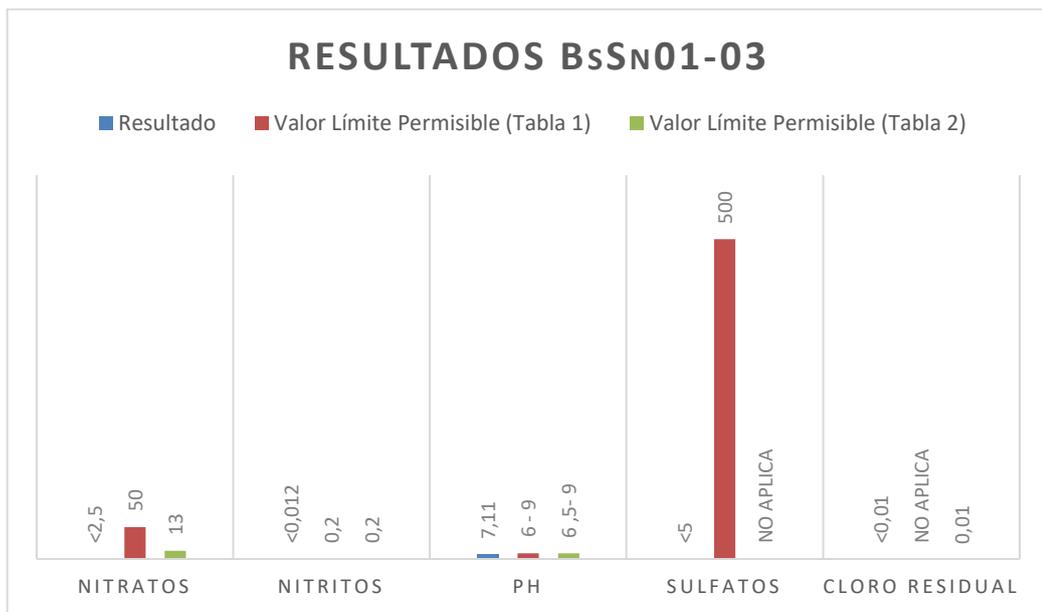


Ilustración 3-13: Resultados BsSn01 - 03

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

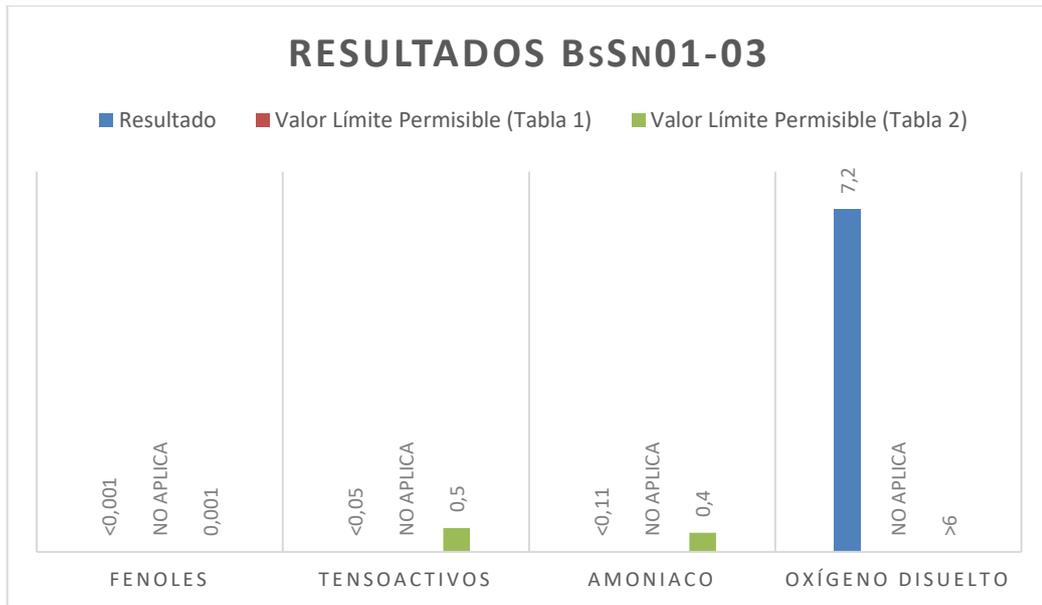


Ilustración 3-14: Resultados BsSn01 - 03

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

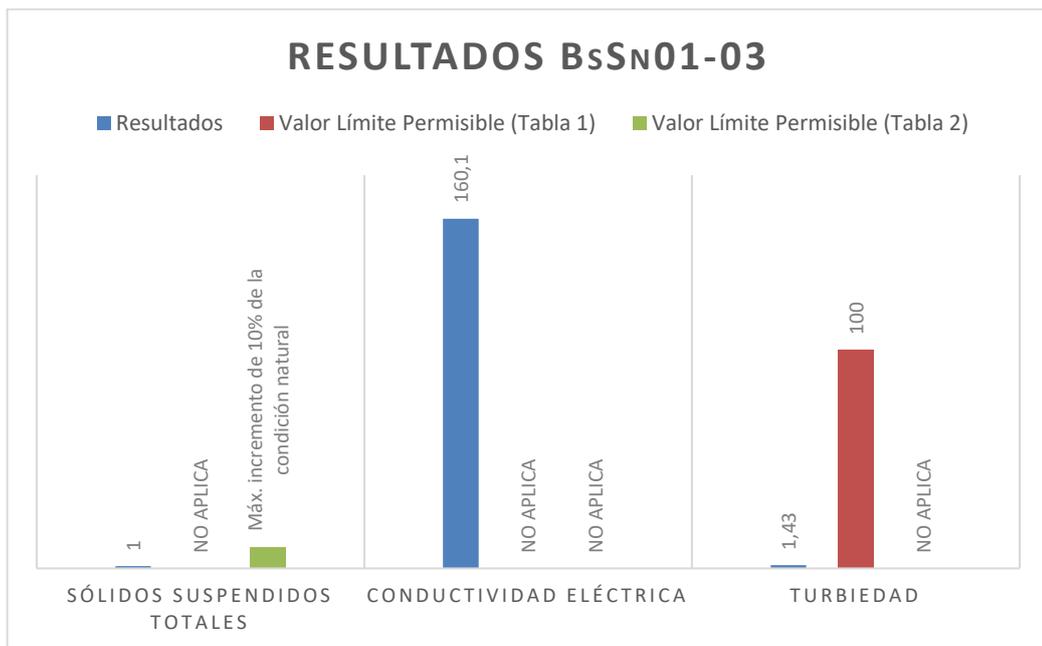


Ilustración 3-15: Resultados BsSn01 - 03

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

Interpretación: Los resultados que se registran en este punto nos indican que el pH con un valor de 7.11 es mayor en comparación de los puntos BsSn01-01 y BsSn01-02, para el resto de todos los puntos, es menor; en cuanto al oxígeno disuelto resulta superior (7.2 mg/L) para los datos en BsSn01-04 y BsSn01-05, en comparación de los puntos restantes tiende a ser menor o similar debido a diferencias mínimas en los valores obtenidos. En el caso de los parámetros de conductividad eléctrica (160.1 us/cm) y turbiedad (1.43 UNT) resultan ser los de mayor valor en

comparación del resto de puntos de muestreo. El último de los parámetros que resaltan en este punto es el fluoruro que posee un valor de 0.02 mg/L que lo deja por encima de los puntos BsSn01-02 y BsSn01-06.

Cuando hablamos de variación en los valores de oxígeno disuelto relacionamos de manera directa a la temperatura, puesto que si esta aumenta la cantidad de OD disminuirá en el agua, de la misma forma se liga a la altitud y a la salinidad, puesto que según (Waterboards, 2013: pp.1-5) el agua tiene menos oxígeno en lugares altos y cuando la salinidad aumenta.

Cuando hay presencia baja en los valores de oxígeno disuelto hablamos del florecimiento algal, existencia de los desechos humanos y animales, una de las maneras de regular estas situaciones es a través de las fuentes de oxígeno como la re-aireación (por el accionar del golpe del agua en las rocas), por la producción de oxígeno de las plantas a través de la fotosíntesis. La importancia del oxígeno disuelto en el agua se basa en que los valores deficientes de la misma pueden causar cambios en las diferentes especies acuáticas, muerte en adultos y jóvenes, reducción en el crecimiento (Waterboards, 2013: pp.1-5).

3.2.4 Resultados BsSn01 – 04

Tabla 3-5: Resultados BsSn01 - 04

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 1	VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 2
Aceites y grasas	mg/L	<0,3	0,3	0,3
Coliformes fecales	NMP/100mL	<1	1000	-
Cianuro	mg/L	<0,01	0,1	0,01
Cromo hexavalente	mg/L	<0,02	0,05	-
Color real	Uni Pt-Co	1	75	-
Fluoruro	mg/L	0,02	1,5	-
Arsénico	mg/L	<0,01	0,1	0,05
DQO	mg/L	<2	<4	40
DBO	mg/L	<2	<2	20
Hierro total	mg/L	<0,06	1,0	-
Nitratos	mg/L	<2,5	50,0	13
Nitritos	mg/L	<0,012	0,2	0,2

pH	UpH	7,15	6-9	6,5 – 9,0
Sulfatos	mg/L	<5	500	-
Cloro residual	mg/L	<0,01	-	0,01
Fenoles	mg/L	<0,001	-	0,001
Tensoactivos	mg/L	<0,05	-	0,5
Amoniaco	mg/L	<0,11	-	0,4
Oxígeno disuelto	mg/L	7,1	-	>6
Sólidos suspendidos totales	mg/L	1	-	Max incremento de 10% de la condición natural
Conductividad eléctrica	us/cm	148,8	-	-
Turbiedad	UNT	1,27	100,0	-

Fuente: Informe TOX-CHEM

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

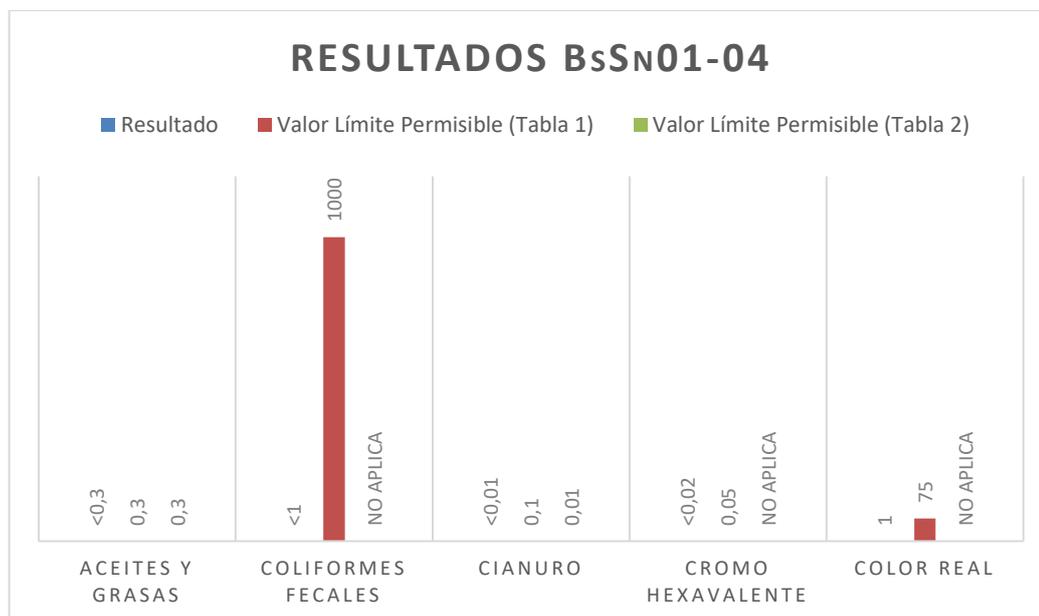


Ilustración 3-16: Resultados BsSn01 - 04

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

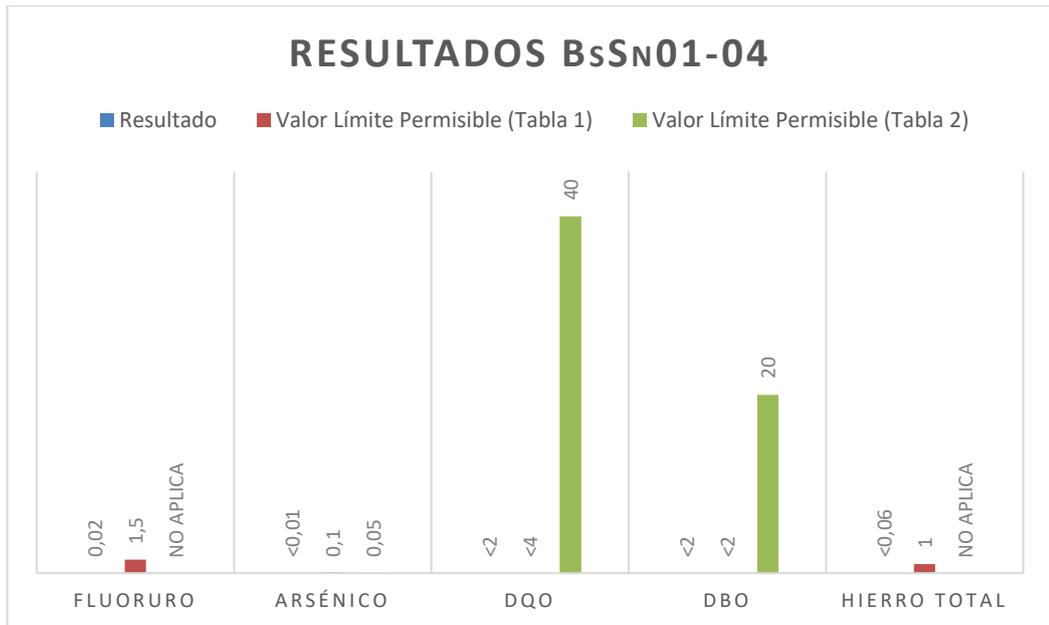


Ilustración 3-17: Resultados BsSn01 - 04

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

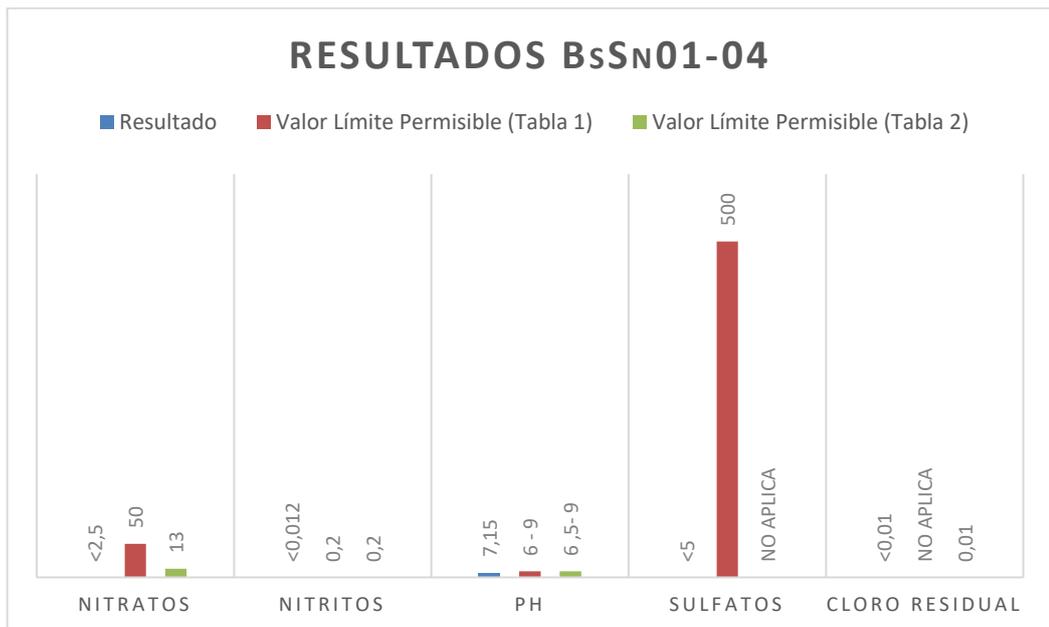


Ilustración 3-18: Resultados BsSn01 - 04

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

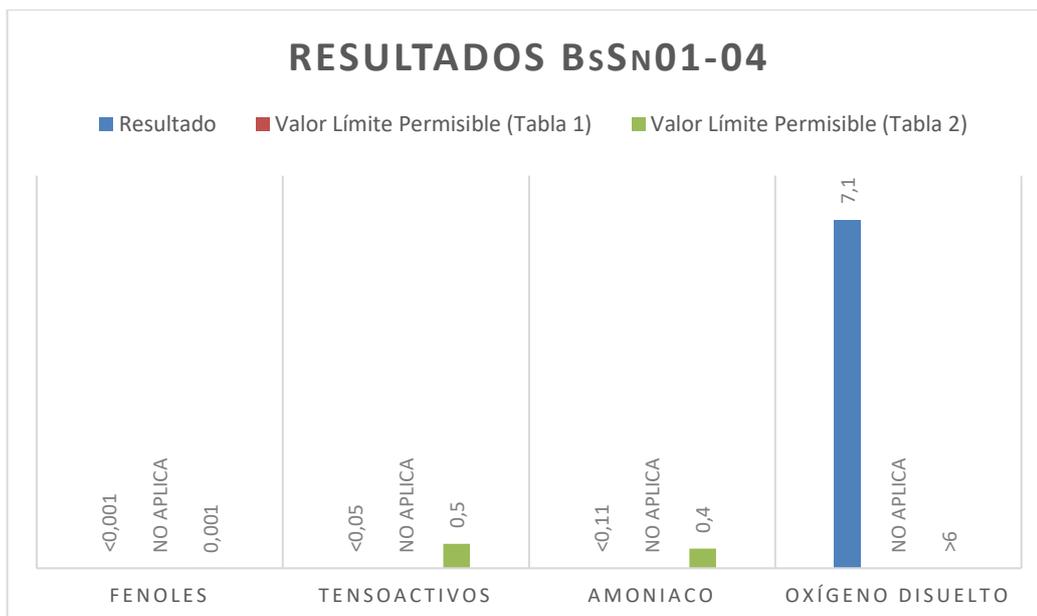


Ilustración 3-19: Resultados BsSn01 - 04

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

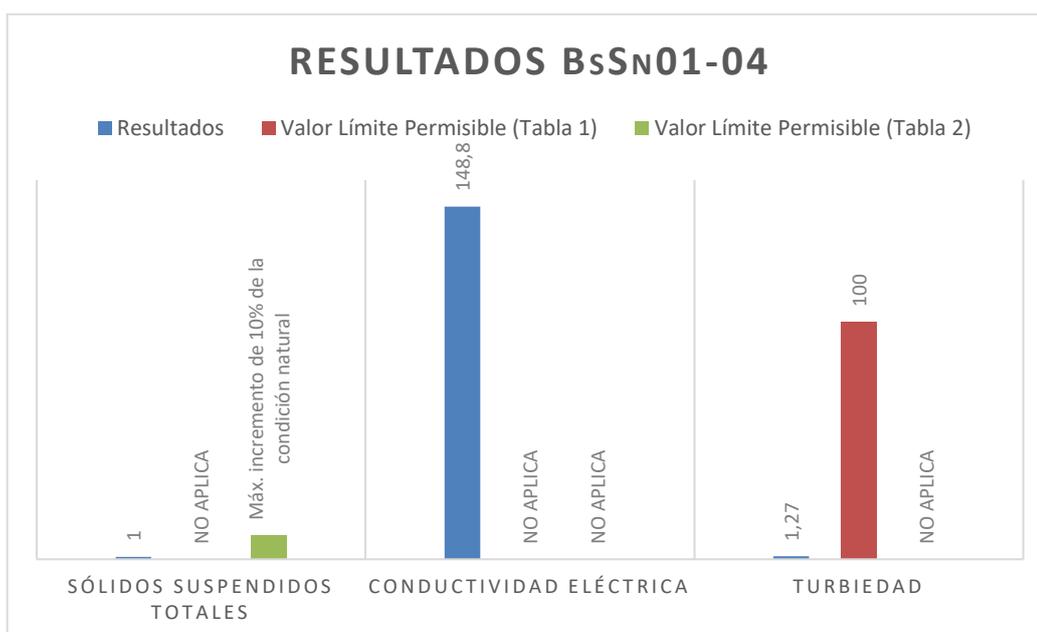


Ilustración 3-20: Resultados BsSn01 - 04

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

Interpretación: En el cuarto punto de muestreo se obtuvieron valores bajos de conductividad eléctrica (148,8 us/cm) y turbiedad (1,27 UNT), en relación al resto de puntos de muestreo, del mismo modo el oxígeno disuelto resultó ser mínimamente menor con un valor de 7,1 mg/L. En el caso del fluoruro se tiene una superioridad mínima (0,02 mg/L) comparada con los datos de los puntos BsSn01-02 y BsSn01-06 (0,01mg/L); en esto, tenemos que los valores de pH (7,15) en

este punto terminan siendo superiores para BsSn01-01 (6,98), BsSn01-02 (7,04) y BsSn01-03 (7,11), e inferiores para BsSn01-05 (7,78) y BsSn01-06 (7,30).

La conductividad eléctrica es uno de los parámetros que con importancia deben ser medidos para determinar la calidad del agua puesto que las sales y otras sustancias más suelen afectarla, además de influir en la biota acuática; existen factores que son determinantes en los cambios de la conductividad como la tierra y las rocas que desprenden iones en el agua, el flujo de los ríos hasta los estuarios afecta de manera directa en la salinidad, la pérdida por evaporación de agua dulce provoca un aumento en la conductividad y de manera directa la temperatura (si esta aumenta la conductividad también) (Waterboards, 2013: pp.1-5).

De la misma manera la turbidez resulta un parámetro de medición fundamental especialmente para los organismos acuáticos, esto debido que las partículas en suspensión difunden luz solar y la absorben causando un aumento en la temperatura y una consecuente reducción en la luz para el proceso de fotosíntesis de las algas (Induanálisis, 2019). Los sedimentos en suspensión pueden llegar a obstruir branquias en los peces, puede llegar a dañar lecho de grava y enterrar los huevos de los peces e insectos benthicos (estos cuando los sedimentos se precipitan), además que pueden ser transportadores de contaminantes, patógenos y nutrientes. Los factores que recurrentemente inciden en los cambios en la turbidez son el clima estacional, eventos de tormentas, la morfología local, erosión por eliminación de vegetación ribereña, carga excesiva de nutrientes, entre otras (Waterboards, 2013: pp.1-5).

3.2.5 Resultados BsSn01 – 05

Tabla 3-6: Resultados BsSn01 – 05

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 1	VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 2
Aceites y grasas	mg/L	<0,3	0,3	0,3
Coliformes fecales	NMP/100mL	<1	1000	-
Cianuro	mg/L	<0,01	0,1	0,01
Cromo hexavalente	mg/L	<0,02	0,05	-
Color real	Uni Pt-Co	1	75	-
Fluoruro	mg/L	0,02	1,5	-
Arsénico	mg/L	<0,01	0,1	0,05

DQO	mg/L	<2	<4	40
DBO	mg/L	<2	<2	20
Hierro total	mg/L	0,07	1,0	-
Nitratos	mg/L	<2,5	50,0	13
Nitritos	mg/L	<0,012	0,2	0,2
pH	UpH	7,78	6-9	6,5 – 9,0
Sulfatos	mg/L	<5	500	-
Cloro residual	mg/L	<0,01	-	0,01
Fenoles	mg/L	<0,001	-	0,001
Tensoactivos	mg/L	<0,05	-	0,5
Amoniaco	mg/L	<0,11	-	0,4
Oxígeno disuelto	mg/L	7,1	-	>6
Sólidos suspendidos totales	mg/L	1	-	Max incremento de 10% de la condición natural
Conductividad eléctrica	us/cm	149,0	-	-
Turbiedad	UNT	1,31	100,0	-

Fuente: Informe TOX-CHEM

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

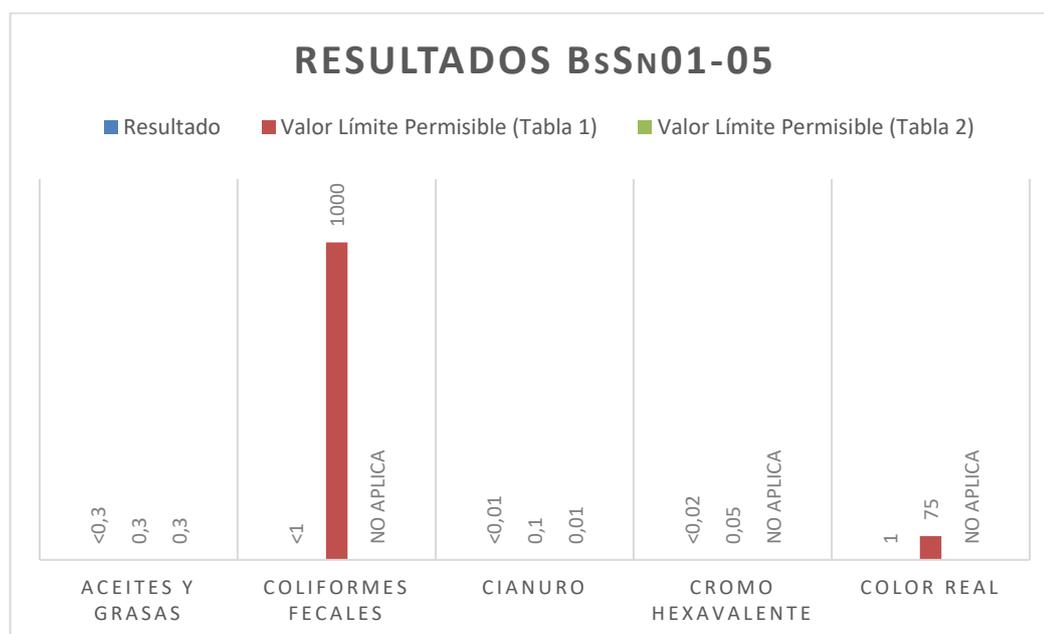


Ilustración 3-21: Resultados BsSn01 - 05

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

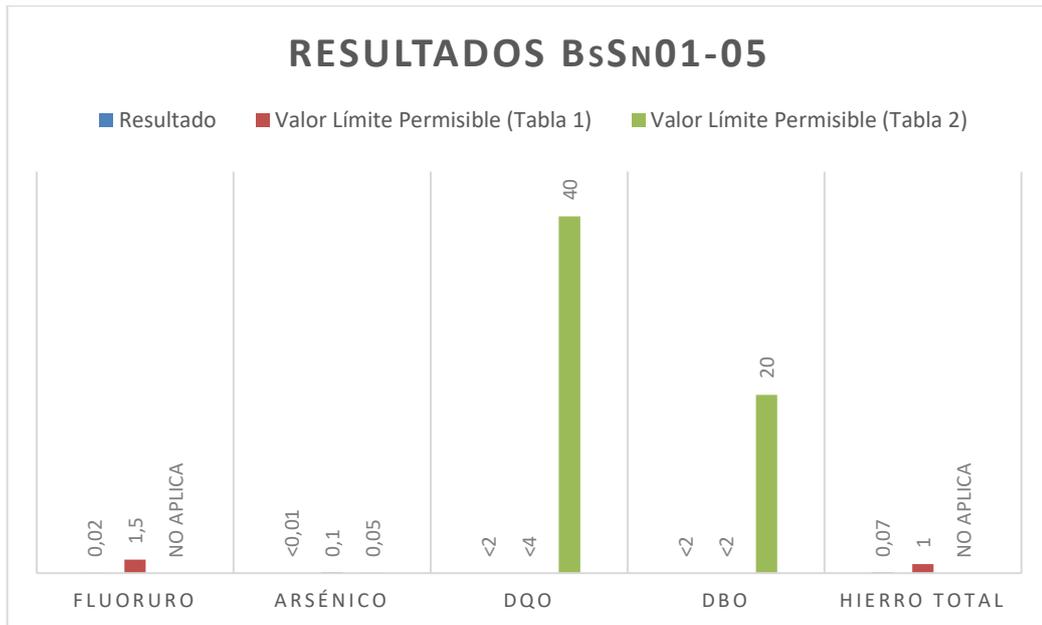


Ilustración 3-22: Resultados BsSn01 - 05

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

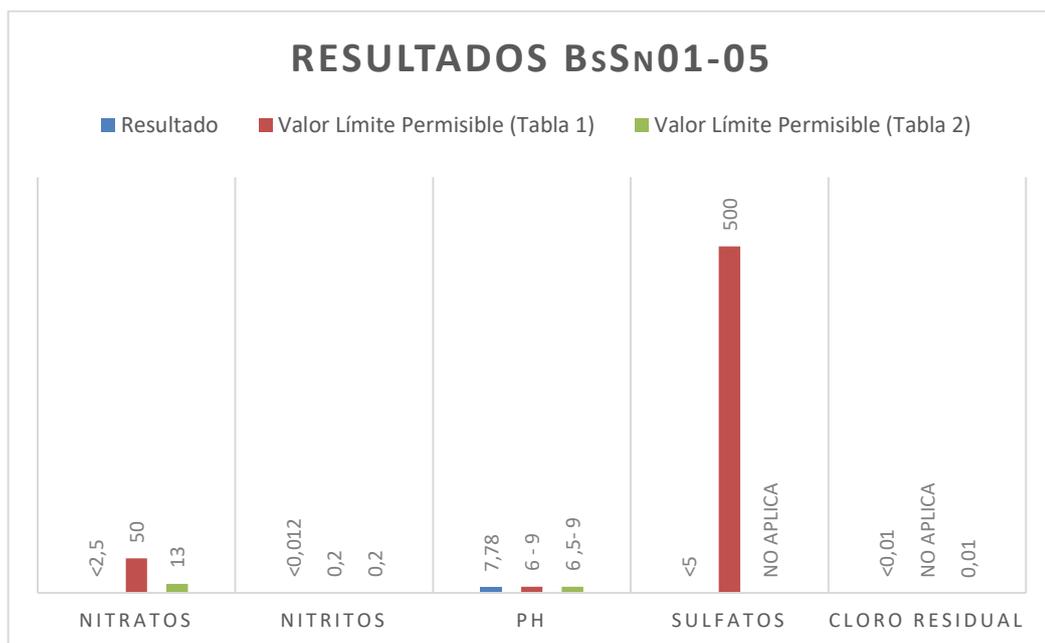


Ilustración 3-23: Resultados BsSn01 - 05

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

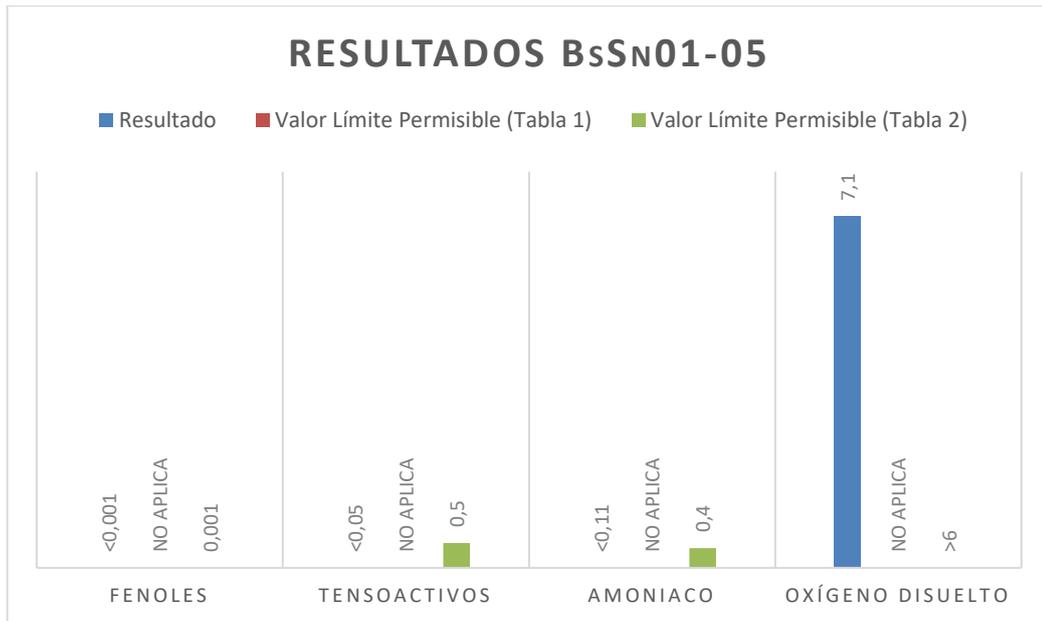


Ilustración 3-24: Resultados BsSn01 - 05

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

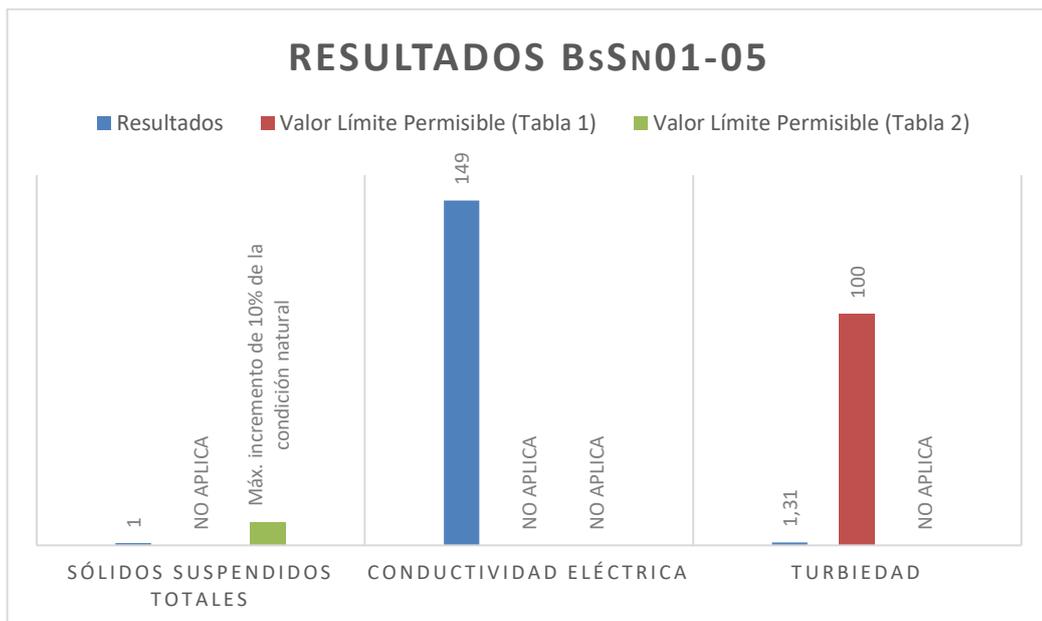


Ilustración 3-25: Resultados BsSn01 - 05

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

Interpretación: En el penúltimo punto de muestreo se resalta principalmente el valor obtenido en el hierro total, ya que es el mayor de todos 0.07 mg/L, mientras el resto de puntos registran un valor <0.06 mg/L; del mismo modo el pH en este punto es el de mayor significancia entre todos pues posee un valor de 7.78; por otro lado el fluoruro muestra superioridad de valores (0.02 mg/L) únicamente frente a BsSn01-02 y BsSn01-06 que registran 0.01 mg/L.

Los parámetros de conductividad eléctrica (149 us/cm) y turbiedad (1.31 UNT) resultan ser superiores para los valores obtenidos en el punto BsSn01-04 para el resto de los puntos son menores con una diferencia mínima.

El punto relevante de la medición del hierro total se basa en que estos suelen estar presentes en la naturaleza en forma de sus óxidos o en combinación ya sea con el silicio o con el azufre, mayormente se puede apreciar esta situación en las aguas subterráneas que son las que contienen concentraciones altas de hierro total de forma natural, no así las aguas superficiales que rara vez sobrepasan el 1mg/L, para identificar el hierro presente en los cuerpos hídricos se hallan tonalidades rojizas, naranjas o marrones, causadas por los minerales en cuestión. Las consecuencias que trae la alteración de los valores de hierro total en el agua son la muerte de flora y fauna acuática, que desencadena en una alteración masiva del resto de parámetros reduciendo la calidad del agua (Lozano, 2016).

3.2.6 Resultados BsSn01 – 06

Tabla 3-7: Resultados BsSn01 - 06

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 1	VALOR LÍMITE PERMISIBLE Tabla 2
Aceites y grasas	mg/L	<0,3	0,3	0,3
Coliformes fecales	NMP/100mL	<1	1000	-
Cianuro	mg/L	<0,01	0,1	0,01
Cromo hexavalente	mg/L	<0,02	0,05	-
Color real	Uni Pt-Co	1	75	-
Fluoruro	mg/L	0,01	1,5	-
Arsénico	mg/L	<0,01	0,1	0,05
DQO	mg/L	<2	<4	40
DBO	mg/L	<2	<2	20
Hierro total	mg/L	<0,06	1,0	-
Nitratos	mg/L	<2,5	50,0	13
Nitritos	mg/L	<0,012	0,2	0,2
pH	UpH	7,20	6-9	6,5 – 9,0
Sulfatos	mg/L	<5	500	-
Cloro residual	mg/L	<0,01	-	0,01

Fenoles	mg/L	<0,001	-	0,001
Tensoactivos	mg/L	<0,05	-	0,5
Amoniaco	mg/L	<0,11	-	0,4
Oxígeno disuelto	mg/L	7,3	-	>6
Sólidos suspendidos totales	mg/L	1	-	Max incremento de 10% de la condición natural
Conductividad eléctrica	us/cm	149,3	-	-
Turbiedad	UNT	1,37	100,0	-

Fuente: Informe TOX-CHEM

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

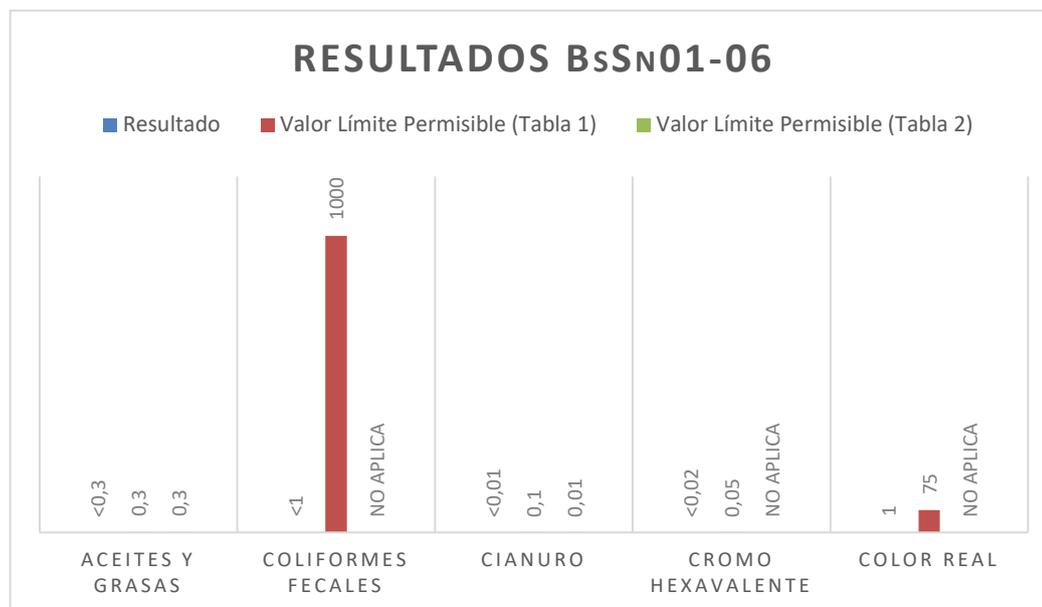


Ilustración 3-26: Resultados BsSn01 - 06

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

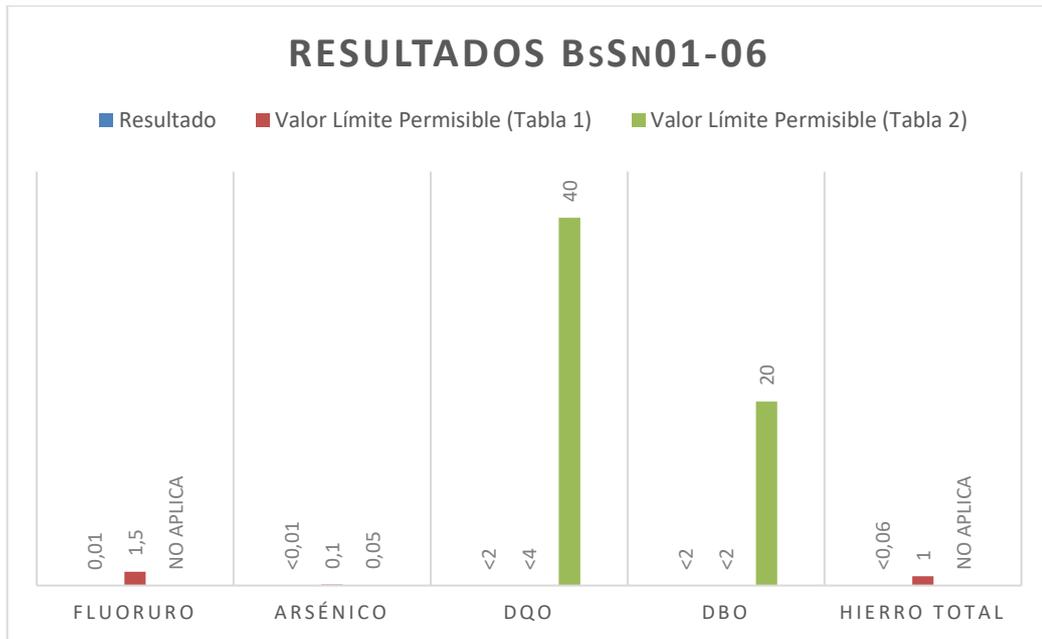


Ilustración 3-27: Resultados BsSn01 - 06

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

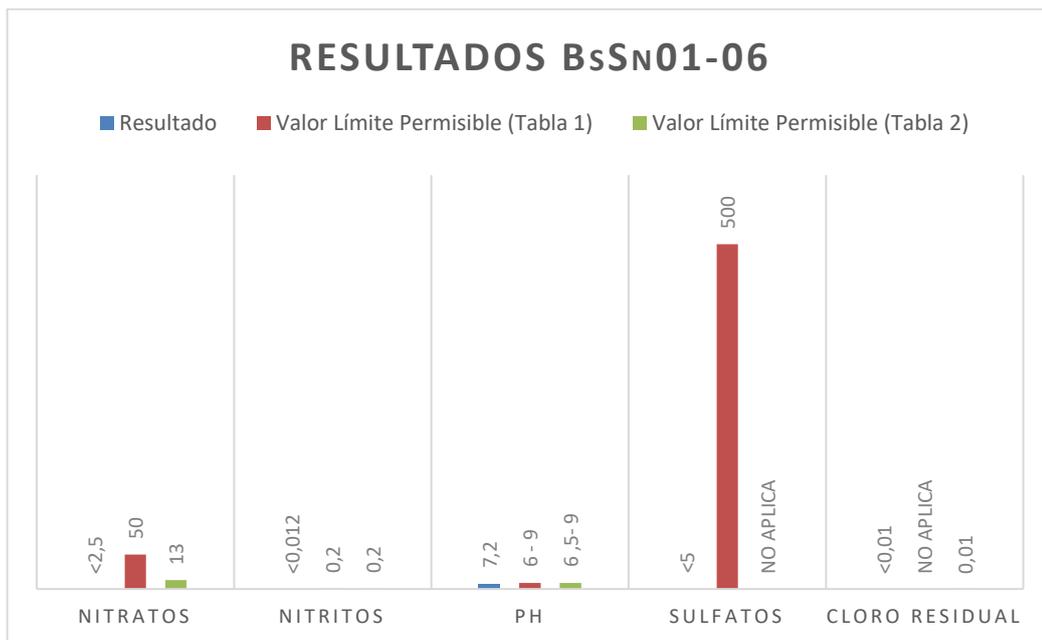


Ilustración 3-28: Resultados BsSn01 - 06

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

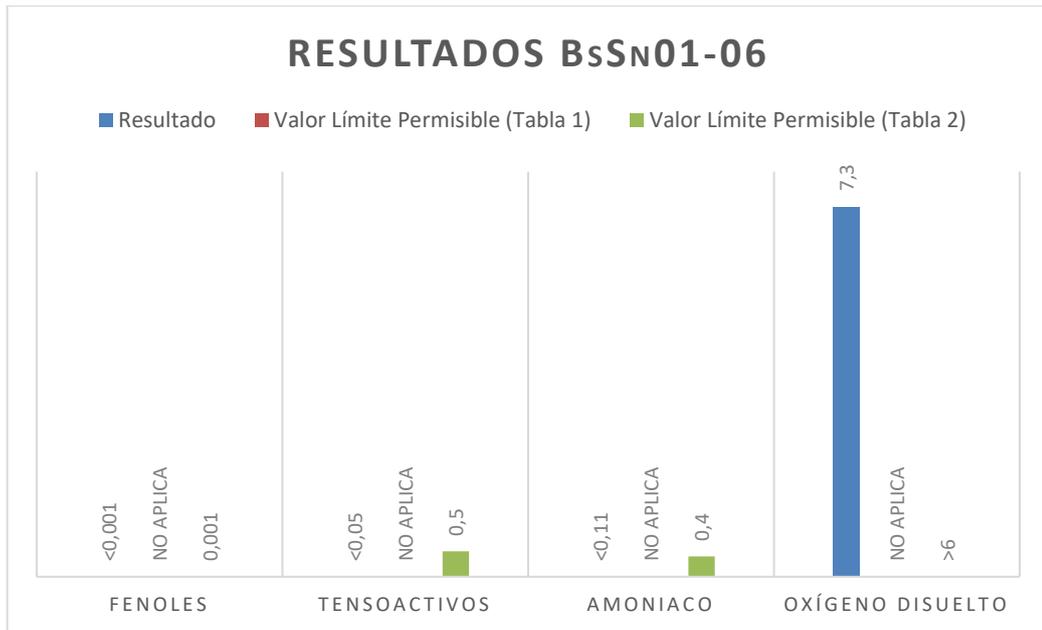


Ilustración 3-29: Resultados BsSn01 - 06

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

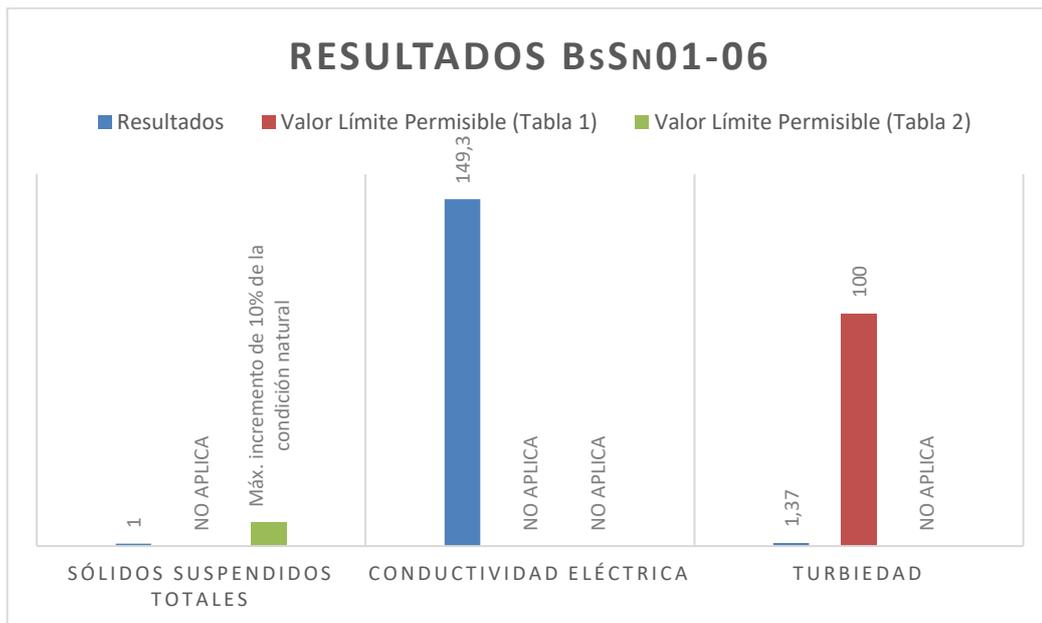


Ilustración 3-30: Resultados BsSn01 - 06

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

Interpretación: Para el punto BsSn01-06 el parámetro que destaca es el oxígeno disuelto ya que al presentar un valor de 7.3 mg/L lo vuelven el más alto de todos los puntos analizados; no así el fluoruro que con 0.01 mg/L es el parámetro con menos valor de todos. Por otro lado, el pH medido resulta ser el mayor de todos con un valor de 7.20 UpH, a excepción de BsSn01-05 que registra una valoración de 7.78 UpH. Finalmente, la conductividad eléctrica frente a los puntos BsSn01-01, BsSn01-02 y BsSn01-03 es menor con un valor de 149.3 us/cm, y mayor para los puntos

BsSn01-04 (148.8 us/cm) y BsSn01-05 (149 us/cm). En el caso de la turbiedad existe superioridad para todos los puntos con un valor de 1.37 UNT, excepto para BsSn01-03 que tiene un valor de 1.43 UNT.

La presencia de fluoruro en el agua es parte del ciclo biogeoquímico de los elementos químicos que se encuentran presentes en la naturaleza, esto sucede por el paso del agua a través de las rocas y el suelo que contienen minerales como la fluorita, criolita y la fluorapatita; así es que el fluoruro se disuelve e ingresa a las fuentes de agua, su concentración está relacionada con la actividad y solubilidad que tengan los minerales, la porosidad del suelo, el pH, la temperatura, la presencia de elementos complejantes del flúor, entre otras. Uno de los principales beneficios que se le otorga a la presencia del fluoruro en el agua es la capacidad para prevenir la presencia de caries dental; por otro lado, la ingesta de este elemento en cantidades excesivas resulta ser altamente tóxico pues se asocia al desarrollo de la fluorosis dental y esquelética, toxicidad renal y de las células epiteliales del pulmón, además de fracturas óseas, cáncer, muerte fetal, entre otras (Pérez, 2019).

3.3 Propuesta para la conservación de la calidad del agua del Río Blanco

Introducción

Una vez realizado un estudio previo de las características de la calidad de agua del Río Blanco, un reconocimiento de las diferentes actividades antropogénicas que se desarrollan en los alrededores de las riveras de la cuenca del río Blanco, se elaboró la siguiente propuesta de conservación, la misma que tiene como fin principal el mantener la calidad del agua.

Con el presente plan de conservación de la calidad de agua, se garantizará una mejor organización con la ayuda de programas y proyectos, quienes nos facilitaran el desarrollo de acciones necesarias para poder mantener al mínimo los impactos negativos que fueron detectados.

Teniendo en cuenta que el plan de conservación es una de las herramientas más importantes en la rama de la gestión ambiental, se procede a aplicarla para la conservación de la calidad del agua del Río Blanco, por ello se eligieron programas que tienen una relevancia significativa de tal manera que nos permita conservar la calidad del agua y minimizar los impactos negativos, existentes y futuro, con acciones y obras a ejecutar.

3.3.1 Objetivo de la propuesta

Elaborar un plan de conservación de la calidad del agua del Río Blanco.

3.3.2 *Justificación de la propuesta*

La problemática que encontramos en el ecosistema de Bosque Siempreverde del Páramo y que incide de cierta manera a la calidad del Río Blanco que atraviesa por el mismo, se determina debido a la expansión del territorio agrícola y el mal manejo de los diversos agroquímicos que suelen utilizarse para las actividades agrícolas, el presente plan de conservación tiene como objetivo principal la protección del ecosistema de Bosque Siempreverde del Páramo y de la calidad del recurso hídrico que atraviesa por allí.

Es así que se presencia una creciente demanda de los recursos hídricos y la inevitable expansión del territorio agrícola y ganadero, por tanto, es necesario proponer alternativas que permitan la conservación de este importante recurso para los moradores de la parroquia; por ello, es de vital importancia la elaboración del plan de conservación de la calidad de agua mismo que se precisa como una herramienta necesaria para la gestión ambiental del Río Blanco, ya que se encuentra constituido por programas direccionados a la minimización de los impactos negativos que se pueden generar con el transcurso del tiempo.

3.3.3 *Plan de conservación*

Tabla 3-8: Plan de conservación del Río Blanco

PLANES	PROGRAMAS	PROYECTOS	ACTIVIDADES
Plan de mitigación de	Manejo sustentable de Recursos Naturales	Manejo sustentable del recurso hídrico.	Socializar con los moradores que habitan o frecuentan los alrededores del tramo del Río Blanco que atraviesa por el Ecosistema de Bosque Siempreverde del Páramo, con el fin de responsabilizar el manejo adecuado del mismo.
			Conformar grupos de trabajo para el cuidado del ecosistema, con el fin de prevenir o evitar las deforestaciones en los alrededores del Río Blanco.
		Determinación del uso del suelo	Implementar mejoras en las técnicas de manejo de suelo

los impactos negativos.		agrícola en las zonas cercanas al Río Blanco.	agrícola en las zonas aledañas al Río Blanco.
	Alternativas Productivas	Mejoramiento de la producción agrícola	Proponer a los pobladores alternativas agrícolas eco amigables que garanticen el cuidado del ecosistema.
			Obtener productos de la misma o mejor calidad, sin afectar sus ingresos.
	Mejora de la calidad de vida de los habitantes en las zonas aledañas al Río Blanco.	Colaboración técnica para la socialización y gestión del manejo adecuado de los desechos sólidos y domiciliarios.	Capacitaciones sobre: Manejo de desechos agrícolas y domiciliarios.
Talleres prácticos sobre el uso de los desechos orgánicos en los suelos.			
Seguimiento y mejora del programa sugerido.			
Plan de contingencia	Información conocimientos y conciencia ambiental	Socialización de los aspectos ambientales perjudiciales existentes en la zona del Río Blanco	Trabajo conjunto con las autoridades de turno dentro de la parroquia para la ejecución de los diferentes programas educativos en temas de cuidado y conservación de los recursos hídricos y del ambiente.

Fuente: (Toscano, 2016)

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

3.3.3.1 Programa de manejo sustentable de recursos naturales

3.3.3.1.1 Manejo sustentable del recurso hídrico

El fin de la aplicación de este proyecto es la prevención y protección del Río Blanco, ya que si bien es cierto no se han visto afecciones en la calidad del agua, existen otros factores tales como la expansión del territorio agrícola, la creciente actividad agropecuaria y el crecimiento

poblacional que pueden llegar a afectar la pérdida de las características que posee el tramo del río que atraviesa por el ecosistema de Bosque Siempreverde del Páramo (Toscano, 2016).

Objetivos del proyecto:

General

- Garantizar la protección y conservación de la calidad de agua que posee el Río Blanco.

Específicos

- Conservar el ecosistema natural
- Implementar proyectos de protección ante la deforestación, en las zonas cercanas a la fuente natural que forma el Río Blanco.

Resultados esperados

- Conservación de la flora y la fauna propia de la zona del Río Blanco.
- Bajo índice de deforestación en las zonas cercanas a la fuente del Río Blanco y sus riveras.

Actividades

- Socializar con los moradores que habitan o frecuentan los alrededores del tramo del Río Blanco que atraviesa por el Ecosistema de Bosque Siempreverde del Páramo, con el fin de responsabilizar el manejo adecuado del mismo.
- Desarrollo de capacitaciones sobre las normativas ambientales vigentes, con la participación de los habitantes cercanos a la zona de estudio.
- Conformar grupos de trabajo para el cuidado del ecosistema, con el fin de prevenir o evitar las deforestaciones en los alrededores del Río Blanco.
- Desarrollar campañas de concientización sobre la deforestación y protección contra la misma, con la participación de los grupos conformados por los habitantes del sector.
- Controlar y regular el índice de crecimiento de la deforestación.

3.3.3.1.2 Determinación del uso del suelo agrícola en las zonas cercanas al Río Blanco

Este programa nos permitirá tener una alternativa para equilibrar el proceso de erosión de los suelos aledaños al Río Blanco con la aplicación de los métodos más apropiados para el manejo de los mismos, con asesoramiento técnico. Además, el programa se encuentra enfocado en la población que concurre las zonas del río, puesto que la actividad agrícola tiene una tendencia creciente en la zona de estudio (Toscano, 2016).

Objetivos del proyecto:

General

- Recuperar los suelos que se hallen en proceso de erosión y mantener a buen resguardo a aquellos que no se atraviesan dicho proceso.

Específicos

- Aplicar distintos métodos para el manejo y la conservación de los suelos en proceso de erosión.

Resultados esperados

- Estabilización del ambiente de la zona
- Incentivar conciencia ecológica en el sector agrícola.

Actividades

- Implementar mejoras en las técnicas de manejo de suelo agrícola en las zonas aledañas al Río Blanco.
- Capacitar al sector agrícola sobre el uso correcto de los suelos con criterios técnicos.
- Conservar las técnicas ancestrales para la conservación de los suelos.

Tabla 3-9: Presupuesto programa N°1

CAPACITACIÓN MANEJO SUSTENTABLE			
TEMAS: Conservación de los Recursos Naturales			
Guías para la agricultura orgánica			
RECURSOS	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Capacitador	1	\$425	\$425
Útiles de oficina	1	\$25	\$25
Proyector	6 Hrs	\$5	\$35
TOTAL			\$485

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

3.3.3.2 Programa de alternativas productivas

3.3.3.2.1 Mejoramiento de la producción agrícola

El programa de alternativas productivas busca ser un complemento de la recuperación de los suelos, ya que se propone implementar sistemas agroforestales asociados, los cuales aportarán al ciclo de recuperación (Toscano, 2016).

Objetivos del proyecto:

General

- Mejorar la producción del sector agrícola mediante alternativas productivas para sus cultivos los cuales generen ingresos económicos.

Específicos

- Capacitar a los habitantes para implementar nuevas alternativas agrícolas que aporten el crecimiento de la economía.
- Obtener productos de la misma o mejor calidad, sin afectar sus ingresos.

Resultados esperados

- Conciencia social relacionada con el manejo, cuidado y almacenamiento de los productos.

Actividades

- Aumentar beneficiarios en los sistemas alternativos.
- Establecer procesos estratégicos para la producción de los cultivos.

Tabla 3-10: Presupuesto programa N° 2

ASESORAMIENTO DE ALTERNATIVAS PRODUCTIVAS			
TEMAS: Manejo de suelo agrícola Producción de alimentos de mejor calidad			
RECURSOS	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Talento humano	1	\$350	\$350
Pala	1	\$18	\$18
Azadón	1	\$20	\$20
Rastrillo	1	\$10	\$10
Hoyadora	1	\$35	\$35
TOTAL			\$433

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

3.3.3.3 Programa mejora de la calidad de vida de los habitantes en las zonas aledañas al Río Blanco

3.3.3.3.1 Colaboración técnica para la socialización y gestión del manejo adecuado de los desechos sólidos y domiciliarios

Existe la necesidad de plantear este proyecto dado que a los habitantes que residen en las diferentes comunidades de la parroquia Santiago de Quimiag les resulta un tanto difícil llevar a cabo un manejo correcto de los desechos sólidos, debido a que no cuentan con el servicio de recolección del Gobierno Municipal, ya que este solo llega hasta la cabecera parroquial, es por esto que en algunos puntos cercanos al río se observa varios cúmulos de desechos que son agrupados a las cercanías de las orillas del Río Blanco (Toscano, 2016).

Objetivos del proyecto:

General

- Socializar la gestión del manejo correcto de los desechos sólidos y domiciliarios que son agrupados en las cercanías de las orillas del Río Blanco, con colaboración técnica.

Específicos

- Capacitar a la población acerca del manejo adecuado de los desechos sólidos.

Resultados esperados

- Reducción de desechos abandonados en las zonas cercanas al Río Blanco

Actividades

- Capacitaciones acerca del reciclaje de materiales comercializables.
- Capacitaciones acerca del manejo adecuado de desechos domiciliarios.
- Capacitaciones sobre el uso y aprovechamiento de desechos orgánicos en los suelos.
- Seguimiento y mejora del programa.

Tabla 3-11: Presupuesto programa N°3

CAPACITACION MEJORA DE LA CALIDAD DE VIDA			
TEMAS: Reciclaje			
Manejo de desechos sólidos			
Manejo de desechos domiciliarios			
RECURSOS	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL

Capacitador	1	\$425	\$425
Materiales de oficina	1	\$25	\$25
Proyector	6 Hrs	\$5	\$30
TOTAL			\$480

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

3.3.3.4 Programa de información, conocimientos y conciencia ambiental

3.3.3.4.1 Socialización de los aspectos ambientales perjudiciales existentes en la zona del Río Blanco

El propósito de este proyecto es incentivar al desarrollo de una conciencia ambiental que esté enfocada en la protección y la conservación de los recursos naturales, en la mayoría de los habitantes. Esto con la colaboración de las instituciones gubernamentales que se encuentren comprometidas con el medio ambiente, siempre teniendo presente la responsabilidad que conlleva el mantener un manejo sustentable de los recursos (Toscano, 2016).

Objetivos del proyecto:

General

- Capacitar a la población que se sitúa en los alrededores del Río Blanco para mejorar la formación social e implementar una cultura ambiental.

Específicos

- Informar a los moradores de los diferentes aspectos ambientales que llegan a ser perjudiciales en la zona del Río Blanco.
- Socializar a la población, la legislación ambiental vigente con el fin de garantizar el buen vivir.

Resultados esperados

- Ejecución de diferentes proyectos dirigidos tanto al sistema educativo, como a la población en general.
- Rescate de las prácticas y conocimientos ancestrales aplicadas por los moradores para la conservación y uso de los recursos.

Actividades

- Trabajo conjunto con las autoridades de turno dentro de la parroquia para la ejecución de los diferentes programas educativos en temas de cuidado y conservación de los recursos hídricos y del ambiente.

Tabla 3-12: Presupuesto programa N° 4

CAPACITACION INFORMACIÓN Y CONCIENCIA AMBIENTAL			
TEMAS: Importancia del cuidado y conservación del recurso hídrico Aspectos ambientales Planes de emergencia			
RECURSOS	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Capitador	1	\$425	\$425
Materiales de oficina	1	\$25	\$25
Proyector	6 Hrs	\$5	\$30
TOTAL			\$480

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

Tabla 3-13: Presupuesto total del plan de conservación

PROGRAMA	PRESUPUESTO
Manejo sustentable	\$485
Alternativas productivas	\$433
Mejora de la calidad de vida	\$480
Información y conciencia ambiental	\$480
TOTAL	\$1878

Elaborado por: Guzmán Llangarí Alexis, 2023

CONCLUSIONES

- Se establecen seis puntos de muestreo a lo largo del Río Blanco que atraviesa por el sistema de Bosque Siempreverde del Páramo, de acuerdo a los lineamientos que se establecen en la Norma INEN para la toma de muestras en aguas dulces, de estos puntos identificados, se detalla que la mitad tiene cierta afluencia de actividades antropogénicas al encontrarse cerca a zonas de extensión territorial agrícola y sobre todo al formar parte de las zonas de senderismo turístico; mientras, la otra mitad no se ve afectada por estos factores ya que al encontrarse en zonas alto andinas no se encuentran directamente expuestas a la extensión territorial agrícola, ni a la zona turística.
- Con la percepción de los resultados tanto entre los puntos de muestreo estudiados como con la Tabla 1. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico, y Tabla 2. Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, se detalla que no existen cifras fuera de los rangos establecidos en la normativa, convirtiéndola en un agua totalmente apta para el consumo humano y doméstico, de igual manera para la preservación de la vida acuática y silvestre.
- Elaboración de un plan de conservación de la calidad del agua que atraviesa por el Ecosistema de Bosque Siempreverde, el cual está conformado por cuatro programas de los que se derivan varios proyectos que se centran en la reducción de los posibles impactos negativos que puede llegar a presentar este ecosistema y sus recursos; y, a mantener la excelente calidad de agua con la que cuenta este río en la zona estudiada.

RECOMENDACIONES

- Basados en el plan de conservación planteado, se recomienda crear normas y/o leyes viables dentro de la parroquia Santiago de Quimiag con el fin que los recursos que posee este territorio no se vean afectados.
- El constante monitoreo de los recursos es importante, por ello se debe mantener una línea de seguimiento adecuado para este estudio con el propósito de tener un control de calidad que ayude a accionar de manera inmediata y eficaz en caso de determinar que existen variaciones con el paso del tiempo.
- Las relaciones entre los Gobiernos Autónomos Descentralizados y la Academia siempre serán importantes para el cuidado y estudio de nuestros ecosistemas, por ello se debe priorizar el fortalecimiento de los convenios entre estas instituciones para lograr un desarrollo ecológico con trabajo en conjunto.
- Priorizar la aplicabilidad del plan de conservación planteado, especialmente en las zonas donde se posee un agua de buena calidad, con la ayuda de las autoridades correspondientes llegar a los moradores de los sectores aledaños y a los turistas que concurren por el ecosistema.

BIBLIOGRAFÍA

ALVAREZ, J. A. et al. “Índice de calidad del agua en la cuenca del río Amajac, Hidalgo, México: Diagnóstico y Predicción”. *Scielo* [en línea], 2006, (México) 127(2), pp. 71-83. [Consulta: 20 mayo 2023]. ISSN 0861-1638. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/255622816_Indice_de_calidad_del_agua_en_la_cuenca_del_rio_Amajac_Hidalgo_Mexico_Diagnostico_y_Prediccion

BETRÁN, Karla. et al., *Distribución Espacial, Sistemas Ecológicos y Caracterización Florística de los Páramos en el Ecuador* [en línea]. Quito-Ecuador: Ecociencia, 2009. [Consulta: 20 mayo 2023]. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/43576.pdf>

Brack, Antonio & Mendolia, C. *Ecología del Perú* [en línea]. Perú: Asociación Editorial Bruño, 2000. [Consulta: 20 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.peruecologico.com.pe/libro.htm>

GUTIERREZ CABANA, Veronica, R. Educación ambiental y evaluación de la densidad poblacional para la conservación de los cóndores reintroducidos en el Parque Nacional Natural Los Nevados y su zona amortiguadora [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Peruana Unión, Perú. 2018. pp. 20- 23. [Consulta: 2023-05-23]. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UEPU_5a362d2dd1a1a7b63c25d7c985816845/Details

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento* [en línea]. México: Gobierno México, 2007. [Consulta: 20 mayo 2023]. Disponible en: <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/sgapds-1-15-libro4.pdf>

CONTRERAS, T. & MACBEATH. R. *Evaluación y Prevención de riesgos Ambientales en Centroamerica.* [en línea]. España: Ediciones Girona Documento Universitaria, 2008. [Consulta: 20 mayo 2023]. Disponible en: <http://www.creaf.uab.es/propies/pilar/libroriesgos/>

DIGESA-908. *Parametros R.M.*

FERNÁNDEZ, Alicia. *El agua: un recurso esencial. Química Viva* [en línea]. Buenos Aires-Argentina: Química Viva, 2012. [Consulta: 20 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>

FERTINNOWA. *Fuentes de agua* [en línea]. Barcelona-España: Fertinnowa, 2018. [Consulta: 20 mayo 2023]. Disponible en: <https://agroambient.gva.es/documents/163228750/167915616/Fuentes+de+agua+%28compat+Ecológico%29.pdf/58e15310-e2e0-4dfe-ab44-75ed0634f14c>

FOSALBA, C. et al. *Guía para la utilización de las Valijas Viajeras* [en línea]. Montevideo: Nordan-Comunidad, 2017. [Consulta: 20 mayo 2023]. Disponible en: <https://docplayer.es/2680887-Mariana-meerhoff-cargo-actual-y-fecha-ingreso-investigador-2002.html>

GADPR-SANTIAGO DE QUIMIAG. *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial "santiago de quimiag"*

INDUANÁLISIS. *Turbidez*, [blog]. [Consulta: 20 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.induanalisis.com/publicaciones.php?idcat=&pagina=NA==>

KEATING, D. C. & COBLENTZ, L. "Topographic controls on the distribution of tree islands in the high Andes of south-western Ecuador". *Journal of Biogeography*. vol.1, n°4 (2008). p. 12-13

KESSLER, M. *Botánica Económica de los Andes Centrales* [en línea]. La Paz-Bolivia: Editorial Inti, 2006. [Consulta: 20 mayo 2023]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Monica-Moraes-R/publication/312313242_Botanica_Economica_de_los_Andes_Centrales/links/587988a408ae9a860fe2f2ad/Botanica-Economica-de-los-Andes-Centrales.pdf

LOZANO, M. G. "Eutrofización: una visión general". *CienciaAcierta*, vol. 12, n°47. (2016), pp.1-56.

LUTEYN, J. L. *Páramos: A checklist of plant diversity, geographical distribution, and botanical literature* [en línea]. Bronx: The New York Botanical Garden Press. 1999. [Consulta: 20 mayo 2023]. Disponible en: https://issuu.com/jpinto/docs/1999_luteyn_pmos-checklpldivgeodistbotlit_memnybg8

MAAIKE Y. BADER, J. "A topography-based model of forest cover at the alpine tree line in the tropical Andes". *Journal of Biogeography* [en línea], 2007, (USA) 1(1), pp. 1-13. [Consulta:

20 mayo 2023]. ISSN 1542-8547. Disponible en:
<https://www.u.arizona.edu/~conniew1/696m/BaderRuitjen.pdf>

MENA VÁSCONEZ, Patricio. et al. *Páramo* [en línea]. Quito-Ecuador: Universitaria Abya-Yala, 1984. [Consulta: 20 mayo 2023]. Disponible en:
<https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56327.pdf>

MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR. *Sistema de clasificació de los ecosistemas.* [En línea] Ecuador: Ediciones MAE, 2013. [Consulta: 20 mayo 2023]. Disponible en:
<http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/NIVEL%20NACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf>

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE DE CHILE. *Guía de apoyo docente en biodiversidad* [En línea]. Santiago de Chile: Alvimpress, 2018. [Consulta: 20 mayo 2023]. Disponible en: <https://educacion.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/05/Guia-de-apoyo-docente-en-Biodiversidad-de-la-Region-Metropolitana.pdf>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN. *Iniciativa Internacional sobre la Calidad del Agua.* [en línea]. España: Impresiones UNESCO, 2015. [Consulta: 20 mayo 2023]. Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373062_spa

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. OMS. [En línea] 2022. [Consulta: 20 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

PÉREZ, D. et al. "Concentración de fluoruro en agua subterránea y su relación con los niveles de calcio sérico en niños residentes en el distrito Loreto, Concepción, Paraguay". *Mem. Inst. Investig. Cienc. Salud* [en línea], 2019, (Paraguay) 17(2), pp. 24-35. [Consulta: 20 mayo 2023]. ISSN 10205-4521. Disponible en: <http://scielo.iics.una.py/pdf/iics/v17n2/1812-9528-iics-17-02-24.pdf>

PLAZA, J. B. & MAS-PLA, J. *Evaluación y prevención de riesgos Ambientales en Centroamérica* [En línea]. Girona: Documenta Universitaria, 2008. [Consulta: 20 mayo 2023]. Disponible en: <http://www.creaf.uab.es/propies/pilar/libroriesgos/>

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. *Estrategia sobre el agua dulce 2017-2021*. [en línea]. España: ONU, 2017. [Consulta: 20 mayo 2023]. Disponible en: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/20479/Freshwater_strategy_2017-2021_SP.pdf?sequence=4&isAllowed=y

RAFFO LECCA, E. & RUIZ LIZAMA, E. "Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno". *Redalyc* [en línea], 2014, (Perú) 17(1), pp. 1-11. [Consulta: 20 mayo 2023]. ISSN 1549-8520. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/816/81640855010.pdf>

ROBERT HOFSTEDE, J. L. & WIBOLD J. *Geografía, ecología y forestación de la Sierra Alta del Ecuador* [en línea]. Ecuador: Abya-Yala, 1998. [Consulta: 20 mayo 2023]. Disponible en: https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=&httpsredir=1&article=1445&context=abya_yala

ROMERO, L. G. "Propuesta y análisis de metodologías para la evaluación de recursos hídricos mediante modelos precipitación-escorrentía" *Redalyc* [en línea], 2020, (Valencia) 1(1), pp. 1-11. [Consulta: 20 mayo 2023]. ISSN 1548-7852. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=293025>

SÁNCHEZ, J.; et al. *Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad: 70 años de pensamiento de CEPAL* [en línea]. Santiago de Chile: Naciones Unidas. 2019. [Consulta: 20 mayo 2023]. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44785/1/S1900378_es.pdf

SECRETARIADO MEDIO AMBIENTE CETESB. *Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo*. São Paulo: Yelow Design. 2018.

SIERRA RAMÍREZ, C. A. *Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico*. 1° ed. Medellín: Editorial de la Universidad de Medellín. 2011. pp. 27-447.

SIERRA, R. *Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental* [en línea]. Quito-Ecuador: Rimana. 1999. pp. 1-35.

TOSCANO, H. C. Determinación de la calidad del agua del río Illuchi en tres puntos, provincia de Cotopaxi período 2015 [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Técnica de Cotopaxi, Colombia. 2016. pp. 1-124. [Consulta: 2023-05-23]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3241/1/T-UTC-00508.pdf>

Ulloa, C. & Miller, P. *WorldCat*. [En línea] Estados Unidos: Naciones Unidas. 1994. [Consulta: 20 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.worldcat.org/es/title/seed-plants-of-the-high-andes-of-ecuador-a-checklist/oclc/32028498>

UNEP-UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. *Global Drinking Water Quality Index Development and Sensitivity Analysis Report*. Burlington-Ontario: Lakeshore Road. 2007, p.1.

UNESCO. *Iniciativa Internacional sobre la Calidad del Agua*. París: Shutterstock. 2015. p.1

Waterboards. *Conductividad eléctrica, Oxígeno Disuelto, pH, Turbidez, Salinidad: Folleto informativo*. Ecuador: Editorial Andes. 2013. pp. 1-5.

Wirtgen, J. *Resumen del 2º Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo*. Alemania: GreenFacts. 2016. p. 8.

1457-DBRA-UPT-2023





epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 07 / 08 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Alexis Ariel Guzmán Llangarí
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Ambiental
Título a optar: Ingeniero Ambiental
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

1457-DBRA-UPT-2023