



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“IDENTIFICACIÓN DE DIATOMEAS EPILÍTICAS ASOCIADAS A
DIFERENTES NIVELES DE CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO
ALÁQUEZ CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI,
PERIODO 2020”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingenieros en Medio Ambiente

Autores:

Lomas Pastrano Dayana Katherine

Riera Sánchez Jaime Moisés

Tutor:

Clavijo Cevallos Patricio M.Sc.

LATACUNGA – ECUADOR

Marzo 2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Lomas Pastrano Dayana Katherine, con cédula de ciudadanía No. **1723288237**; y, **Riera Sánchez Jaime Moisés**, con cédula de ciudadanía No. **0504067208**; declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“IDENTIFICACIÓN DE DIATOMEAS EPILÍTICAS ASOCIADAS A DIFERENTES NIVELES DE CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO ALÁQUEZ CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2020 - 2021”**, siendo el **MSc. PATRICIO CLAVIJO CEVALLOS**, Tutor del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 04 de marzo del 2021

Dayana Katherine Lomas Pastrano
Estudiante
CC: 1723288237

Jaime Moisés Riera Sánchez
Estudiante
CC: 0504067208

M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos
Docente Tutor
CC: 0501444582

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **LOMAS PASTRANO DAYANA KATHERINE**, identificada con cédula de ciudadanía **1723288237** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ph.D. Nelson Rodrigo Chiguano Umajinga, en calidad de Rector Encargado y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería en Medio Ambiente**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“Identificación de Diatomeas Epilíticas Asociadas a Diferentes Niveles de Calidad del Agua del Río Aláquez Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, Periodo 2020 - 2021”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico. - Inicio de la carrera: Abril 2016 - Agosto 2016 – Finalización: Octubre 2020 - Marzo 2021

Aprobación en Consejo Directivo. - 26 de enero del 2021

Tutor: M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos

Tema: “Identificación de Diatomeas Epilíticas Asociadas a Diferentes Niveles de Calidad del Agua del Río Aláquez Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, Periodo 2020 - 2021”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 04 días del mes de marzo del 2021.

Dayana Katherine Lomas Pastrano
LA CEDENTE

Ph.D. Nelson Rodrigo Chiguano Umajinga
LA CESIONARIA

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **RIERA SÁNCHEZ JAIME MOISÉS**, identificado con cédula de ciudadanía **0504067208** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ph.D. Nelson Rodrigo Chiguano Umajinga, en calidad de Rector Encargado y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería en Medio Ambiente**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“Identificación de Diatomeas Epilíticas Asociadas a Diferentes Niveles de Calidad del Agua del Río Aláquez Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, Periodo 2020 - 2021”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico. - Inicio de la carrera: Abril 2016 - Agosto 2016 – Finalización: Octubre 2020 - Marzo 2021

Aprobación en Consejo Directivo. - 26 de enero del 2021

Tutor: M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos

Tema: “Identificación de Diatomeas Epilíticas Asociadas a Diferentes Niveles de Calidad del Agua del Río Aláquez Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, Periodo 2020 - 2021”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- f) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- g) La publicación del trabajo de grado.
- h) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- i) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- j) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 04 días del mes de marzo del 2021.

Jaime Moisés Riera Sánchez

LA CEDENTE

Ph.D. Nelson Rodrigo Chiguano Umajinga

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“IDENTIFICACIÓN DE DIATOMEAS EPILÍTICAS ASOCIADAS A DIFERENTES NIVELES DE CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO ALÁQUEZ CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2020 - 2021”, de Lomas Pastrano Dayana Katherine y Riera Sánchez Jaime Moisés, de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también han incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 04 de marzo del 2021

M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos

Docente Tutor
CC: 0501444582

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, los postulantes: Lomas Pastrano Dayana Katherine y Riera Sánchez Jaime Moisés, con el título del Proyecto de Investigación: **“IDENTIFICACIÓN DE DIATOMEAS EPILÍTICAS ASOCIADAS A DIFERENTES NIVELES DE CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO ALÁQUEZ CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2020 - 2021”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 04 de marzo del 2021

Lector 1 (Presidente)

Ing. Mg. José Luis Ágreda Oña

CC: 0401332101

Lector 2

Ing. Oscar René Daza Guerra

CC: 0400689790

Lector

Lcdo. Mg. Jaime René Lema Pillalaza

CC: 1713759932

AGRADECIMIENTO

Dios, tu amor y bondad no tienen fin, me permite sonreír ante todos mis logros que son resultado de tu ayuda, es por eso que te estoy eternamente agradecida, este trabajo de tesis ha sido una gran bendición en todo sentido y te lo agradezco a ti mi Dios, y no cesan mis ganas de decir que es gracias a ti que esta meta está cumplida.

Agradezco a mi Universidad Técnica de Cotopaxi por formar profesionales éticos y humanistas, a los docentes de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente por haberme guiado a lo largo de estos 5 años y en especial a mi tutor M.Sc. Patricio Clavijo y lectores M.Sc. José Agreda, Ing. Daza Guerra Oscar René y Lcdo. Mg. Lema Pillalaza Jaime René por su conocimiento y aportes en la elaboración de este proyecto de investigación.

No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, a su amor, a su inmensa bondad y apoyo, lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos, les agradezco, y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, mi hermosa familia.

Dayana Lomas

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más, a mi madre María Pastrano por ser el pilar fundamental que con su cariño y dedicación me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y por ser la persona más importante en mi vida, a mi padre Jaime Lomas quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional, a mi hermanita Pamela Lomas quien ha velado por mí durante este arduo camino para convertirme en una profesional, a mi esposo Moisés Riera que gracias al equipo que formamos logramos llegar hasta el final del camino como mi amigo mi esposo y mi compañero de tesis. A mis ángeles en el cielo mi papá Milito y mi mamá Rosita que deben estar orgullosos por lograr mi meta, a mis amigos, docentes y demás familiares por sus valiosas aportaciones que permitieron con éxito la culminación de este maravilloso proyecto.

Dayana Lomas

AGRADECIMIENTO

Al creador de todas las cosas el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad que de mi corazón pueda emanar, dedico mi trabajo a Dios.

Gracias a mi Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme permitido formarme con valores éticos y morales, y a todas los docentes de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente que fueron participes de este proceso ya sea de manera directa o indirecta, gracias a todos ustedes de manera especial a mi docente tutor M.Sc. Patricio Clavijo y lectores M.Sc. José Agreda, Ing. Daza Guerra Oscar René y Lcdo. Mg. Lema Pillalaza Jaime René que fueron los responsables de realizar su gran aporte, que el día de hoy se verá reflejado en la culminación de mi trabajo de investigación.

Agradezco a mis padres que fueron mis mayores promotores en este proceso, por su tiempo, por su apoyo, por su sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

Moisés Riera

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre Marcia Sánchez por ser el pilar más importante y por demostrarme su cariño y apoyo incondicional, A mi padre Jaime Riera que siempre ha estado conmigo guiándome con cada consejo que me han ayudado afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de la vida, A mi hermana Belén Riera por su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera universitaria, por compartir momentos de alegría junto a mis sobrinos y por siempre demostrarme que puedo contar con ellos. A mi hermano Cesar Riera por brindarme sus conocimientos e instrumentos necesarios para la culminación de mi carrera universitaria. A mi esposa Dayana Lomas por su carisma en el aporte de conocimientos que me ha brindado en el proceso de mi carrera universitaria y por llegar con éxito a la culminación de nuestro trabajo en el cual fuimos compañeros de esta importante investigación. A mi abuelita Teresa Proaño y a mis abuelitos que se encuentran en el cielo cuidándome y guiando cada uno de mis pasos permitiendo la culminación de mi carrera profesional.

Moisés Riera

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

TITULO: “IDENTIFICACIÓN DE DIATOMEAS EPILÍTICAS ASOCIADAS A DIFERENTES NIVELES DE CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO ALÁQUEZ CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2020.”

AUTORES: Lomas Pastrano Dayana Katherine

Riera Sánchez Jaime Moisés

RESUMEN

El proyecto de investigación tuvo como finalidad, determinar la calidad de agua en base a indicadores ecológicos para evaluar y monitorear la calidad del agua del río Aláquez , en el cual se identificó un total de 58 especies de diatomeas epilíticas asociadas al nivel de eutrofización del río Aláquez, Provincia de Cotopaxi; se realizó un muestreo en tres puntos georreferenciados durante tres meses consecutivos, reconociendo así las especies de mayor abundancia, que son relevantes en el estudio; en el punto uno denominado como punto alto ubicado en el parque nacional Cotopaxi ,se logró hallar la presencia de 7 especies abundantes, En el punto medio ubicado en la Quebrada Gallinazohuaicu, se logró hallar la presencia de 11 especies abundantes, y en el punto tres o punto bajo ubicado en ciudad de Latacunga tras la escuela de las Fuerzas Armadas (FAE) , se localizaron 13 especies abundantes. Para calcular el índice de calidad de agua (ICA) se utilizó 9 parámetros físico-químicos y microbiológicos , donde en el punto alto se obtuvo un promedio de 68.12 considerado una calificación Regular, punto medio un promedio de 53.62 considerado una calificación Regular y en el punto bajo un promedio de 45.91 considerado una calificación Mala , Consecutivamente se comparó el índice ITCA teórico y de tablas; para el punto uno el ITCA teórico tuvo un valor de 1,43 dando un nivel oligotrófico (polución despreciable); en el punto dos el ITCA teórico tiene un valor de 1,83 y comparado con el ITCA de tabla se encuentra dentro del rango 1,5- 2,5 con un nivel de β mesotrófico con una contaminación moderada ,y para el punto tres se obtuvo un ITCA teórico de 2,53 que comparado con el ITCA de tablas está dentro del rango de 2,5 a 3,5 α mesotrófico y una contaminación fuerte. Se determinó que el ICA e ITCA guardan gran relación en los puntos 2 y 3, ya que a medida que aumentan los parámetros aumentan la cantidad de individuos de especies de diatomeas epilíticas. Con respecto a la comparación con la normativa 3 de 9 parámetros no cumplen los (LMP) (DBO5), (O.D) Y pH, debido a la presencia de gran cantidad

de materia orgánica que consume este elemento para su biodegradación y otros factores que afectan la calidad de agua del río, para los demás parámetros se encuentran bajo los límites permisibles de la normativa TULSMA.

Palabras clave: Bioindicador, eutrofización, ICA, ITCA, microalgas.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI FACULTY OF
AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES**

TITLE: "IDENTIFICATION OF EPILITHIC DIATOMS ASSOCIATED WITH DIFFERENT LEVELS OF WATER QUALITY IN THE ALÁQUEZ RIVER, LATACUNGA CANTON, COTOPAXI PROVINCE, AND 2020 PERIOD."

AUTHORS: Lomas Pastrano Dayana Katherine

Riera Sanchez Jaime Moises

ABSTRACT

The aim of this research study was to determine the water quality based on ecological bioindicators in order to evaluate and monitor the water quality in the 'Aláquez' River. A total of 58 species of epilithic diatoms associated with the level of eutrophication in the 'Aláquez' River located in the Cotopaxi Province were identified. A sampling was carried out in three georeferenced points, for three consecutive months. Thus, the species with the highest abundance which are relevant in the study were recognized; at point one called the highest point located in the Cotopaxi National Park; 7 abundant species. At point two called the midpoint located in 'Gallinazohuaicu' Stream in 'Aláquez' Parish with the following 11 abundant species. And at point three or the lowest point located in the city of Latacunga behind 'FAE N° 5' Educational Unit with the following, 13 abundant species. In order to calculate the water quality index (WQI), 9 physical-chemical and microbiological parameters were at the highest point an average of 68.12 was obtained, considered as a Regular rating, at the middle point an average of 53.62 considered as a Regular rating and at the lowest point an average of 45.91 considered as a Bad rating. Consequently, the theoretical and table ITCA index was compared; for point one, the theoretical ITCA had a value of 1.43 giving an oligotrophic level (negligible pollution); at point two the theoretical ITCA has a value of 1.83 and compared to the table ITCA is within the range 1.5-2.5 with a level of β mesotrophic with moderate pollution, and for point three a theoretical ITCA of 2.53 was obtained that compared to the ITCA of tables is within the range of 2.5 to 3.5 α mesotrophic and a strong pollution. It was determined that ICA and ITCA are closely related in points 2 and 3, since as the parameters increase, the number of individuals of epilithic diatom species increases. Regarding the comparison with the regulation 3 of 9 parameters do not comply with the (LMP) (BOD₅), (DO) and pH, due to the presence of a large amount of organic matter that consumes this element for its biodegradation and other

factors that affect the river water quality, for the other parameters are under the permissible limits of the TULSMA regulation.

Keywords: Bioindicator, eutrophication, ICA, ITCA, microalgae.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	III
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	IX
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	X
AGRADECIMIENTO	XI
DEDICATORIA	XII
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT	XVII
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	4
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	6
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	6
6. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	8
6.1 Objetivo General	8
6.2 Objetivos Específicos	8
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS	8
8. FUNDAMENTACION CIENTÍFICA.....	10
8.1 AGUA	10
8.1.1 Calidad de agua	10
8.2 PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA	11
8.2.1 Potencial hidrógeno:	11
8.2.1 Oxígeno disuelto:.....	11
8.2.3 Conductividad Eléctrica (C.E):.....	12
8.2.4 Sólidos Totales (ST):	12
8.2.5 Sólidos Disueltos Totales (SDT):	12

8.2.6 Sólidos Suspendedos Totales (ST):	12
8.2.7 Coliformes Totales:	13
8.2.8 Coliformes Fecales:	13
8.2.9 Turbiedad:	13
8.2.10 Índice de calidad del agua (ICA)	13
8.2.11 Índice Trófico de calidad de agua (ITCA).....	14
8.3 CONTAMINACIÓN DE AGUA	15
8.4 DIATOMEAS	16
8.4.1 Ciclo de Vida de Diatomeas	17
8.4.2 Estructura de las diatomeas	17
8.4.3 Clasificación de diatomeas	17
8.4.4 Diatomeas como biodicadores	18
8.4.5 Ventajas de usar Diatomeas como Bioindicadores.....	18
9. MARCO LEGAL	19
10. PREGUNTAS CIENTÍFICAS	25
11. MÉTODOS TECNICAS E INSTRUMENTOS.....	26
11.1 MÉTODOS	26
11.1.1 Método Analítico	26
11.1.2 Método Cualitativo y Cualitativo.....	27
11.1.3 Método Inductivo	27
11.2 TÉCNICAS	28
12. METODOLOGÍA	30
12.1 Área de estudio.....	30

12.2 Ubicación del estudio.....	32
12.3 Descripción del sitio de estudio	32
12.4 Fase de campo	33
12.5 Características ambientales en la fase de campo.....	33
12.6 Temperatura	34
12.7 Caudal.....	34
12.8 Toma de muestras de diatomeas en la fase de campo.....	34
12.9 Toma de muestras para análisis de parámetros en la fase de campo	35
12.10 Procesamiento de muestras de diatomeas en la fase de laboratorio	35
12.11 Identificación de diatomeas epilíticas	36
12.13 Toma de muestras de agua en la fase de campo.....	38
12.14 Procesamiento de muestras de agua en la fase de laboratorio	38
12.15 Determinación del Índice de Calidad de Agua (ICA).....	38
13.2 INDICADORES BIÓTICOS.....	56
14. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	63
15. VALIDACION DE PREGUNTAS CIENTÍFICAS.....	69
16. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS):.....	70
17. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
18. BIBLIOGRAFÍA.....	76
19. ANEXOS	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	6
Beneficiarios del proyecto	6
Tabla 2.....	8
Objetivos y actividades.....	8
Tabla 3.....	30
Ubicación de los puntos de monitoreo del río “Aláquez”	30
Tabla 4.....	38
Relación entre el índice trófico de calidad de agua (ITQA)	38
Tabla 5.....	39
Rangos para determinar el índice de calidad del agua	39
Tabla 6.....	40
Valores de temperatura en 3 sitios de muestreo del río Aláquez.	40
Tabla 7.....	41
Valores de caudal en 3 sitios de muestreo del río Aláquez.	41
Tabla 8.....	42
Valores de potencial de hidrógeno en 3 sitios de muestreo	42
Tabla 9.....	43
Valores de oxígeno disuelto en 3 sitios de muestreo	43
Tabla 10.....	44
Valores de turbidez disuelto en 3 sitios de muestreo	44
Tabla 11.....	45
Valores de demanda bioquímica de oxígeno en 3 sitios	45
Tabla 12.....	46
Valores de conductividad en 3 sitios de muestreo	46
Tabla 13.....	47
Valores de coliformes fecales en 3 sitios de muestreo	47
Tabla 14.....	48
Valores de sólidos totales en 3 sitios de muestreo	48
Tabla 15.....	49
Valores de fosfatos en 3 sitios de muestreo	49
Tabla 16.....	50
Valores de nitratos en 3 sitios de muestreo	50

Tabla 17.....	51
Valores de clorofila en 3 sitios de muestreo	51
Tabla 18.....	52
Resultados obtenidos según el iqa-data	52
Tabla 19.....	57
Especies de diatomeas epilíticas encontradas en el punto uno	57
Tabla 20.....	58
Especies de diatomeas epilíticas encontradas en el punto dos.....	58
Tabla 21.....	59
Especies de diatomeas epilíticas encontradas en el punto tres.....	59
Tabla 22.....	60
Determinación del índice trófico de calidad de agua p1	60
Tabla 23.....	61
Determinación del índice trófico de calidad de agua p2	61
Tabla 24.....	61
Determinación del índice trófico de calidad de agua p3	61
Tabla 25.....	62
Especies de diatomeas bioindicadores en cada punto de muestreo	62
Tabla 26.....	63
Relación entre el índice trófico de calidad de agua (itqa)	63
Tabla 27.....	65
Comparación de los resultados físicos – químicos	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	31
Mapa de ubicación geográfica del río aláquez	31
Figura 2	40
Resultados promedio de temperatura, para tres sitios de muestreo del río aláquez.....	40
Figura 3	41
Resultados promedio de caudal, para tres sitios de muestreo del río aláquez.....	41
Figura 4	42
Resultados promedio de ph, para tres sitios de muestreo del río aláquez	42
Figura 5	43
Resultados promedio de oxígeno disuelto, para tres sitios de muestreo del río aláquez.....	43
Figura 6	44
Resultados promedio de turbidez disuelto, para tres sitios de muestreo del río aláquez.....	44
Figura 7	45
Resultados promedio de dbo5, para tres sitios de muestreo del río aláquez	45
Figura 8	46
Resultados promedio de conductividad, para tres sitios de muestreo del río aláquez	46
Figura 9	47
Resultados promedio de coliformes fecales, para tres sitios de muestreo del río aláquez	47
Figura 10	48
Resultados promedio de sólidos totales, para tres sitios de muestreo del río aláquez	48
Figura 11	49
Resultados promedio de fosfatos, para tres sitios de muestreo del río aláquez.....	49
Figura 12	50
Resultados promedio de nitratos, para tres sitios de muestreo del río aláquez	50
Figura 13	51
Resultados promedio de clorofila, para tres sitios de muestreo del río aláquez.....	51
Figura 14	53
Resultados promedio de ica, para tres sitios de muestreo del río aláquez	53
Figura 15	53
Análisis de resultado de las muestras de agua, durante los meses de noviembre, diciembre	53
Figura 16	54
Variables con mayor impacto obtenidas durante los muestreos de noviembre y diciembre ..	54

Figura 17	55
Variables con mayor impacto obtenidas durante los muestreos de noviembre y diciembre .	55
Figura 18	56
Variables con mayor impacto obtenidas durante los muestreos de noviembre y diciembre .	56

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

IDENTIFICACIÓN DE DIATOMEAS EPILÍTICAS ASOCIADAS A DIFERENTES NIVELES DE CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO ALÁQUEZ CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2020.

Fecha de inicio: 25 de mayo 2020

Fecha de finalización: Marzo del 2021

Lugar de ejecución:

Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Parroquia Aláquez.

Facultad que auspicia

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia:

Ingeniería Ambiental

Proyecto de investigación vinculado:

Evaluación de la sostenibilidad ambiental en Cuencas Hidrográficas de la Provincia de Cotopaxi.

Equipo de Trabajo:

Tutor de Titulación: M.Sc. Clavijo Cevallos Patricio

Investigador 1: Lomas Pastrano Dayana Katherine

Investigador 2: Riera Sánchez Jaime Moisés

Área de Conocimiento:

UNESCO: Ambiente Recursos Hídricos.

Línea de investigación:

Línea 1 (UTC) Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Sub-Línea 1 Manejo y conservación de la biodiversidad.

Línea de Vinculación:

Línea 1 Gestión de Recursos Naturales, Biodiversidad, Biotecnología y Genética, para el desarrollo humano social.

2. INTRODUCCIÓN

La calidad del ecosistema fluvial se ve afectada por diversas actividades, estos son factores humanos que se desarrollan en el límite o directamente en el cuerpo de agua. Los aditivos harán que la calidad del agua disminuya, lo que afectará la salud humana y el medio ambiente. Además de cambiar la vitalidad del río. Los cuerpos hídricos se ven afectados por características físicas, químicas y biológicas, por lo que cambian el entorno social y estético. Según SENAGUA (2012), menciona que “En las últimas décadas el hombre se está convenciendo del deterioro del medio ambiente y obligan a las diferentes empresas a controlar y depurar en cierta medida sus desechos” (p.2).

El proceso de eutrofización se debe al elevado contenido de nutrientes, principalmente de fosfatos y nitratos que se puede incorporar al agua de forma natural o artificial. Según Roldan (2008), menciona que “Si es natural, el aporte de nutrientes por medio de precipitaciones será algo lento, pero cuando es por la intervención del hombre se vuelven más dinámicos” (p.1).

Los índices de calidad de agua surgen como una herramienta simple para la evaluación del recurso hídrico que consiste en la integración de uno o más parámetros que sirven como expresión de la calidad de agua. Determinar la clasificación de los indicadores de calidad del agua según los parámetros de control utilizados tenemos los indicadores biológicos que se basan en microorganismos bentónicos, macro invertebrados, peces y otros animales acuáticos, por otra parte, están los indicadores físicos y químicos que se basan en un conjunto de parámetros físicos y químicos para determinar el estado actual de la masa de agua. Según Lanza et al (2000), menciona que “Un bioindicador es característico de un medio ambiente, mide y cuantifica la magnitud del estrés, determina características del hábitat” (p.1). Los beneficios de utilizar indicadores biológicos

son datos de fácil acceso, los resultados se pueden expresar en números, proporcionando para algunos tipos de contaminación.

En la década de 1970, el uso de diatomeas como indicador biológico de la calidad del agua se había desarrollado principalmente en Europa. Estos aseguran la eficiencia de los indicadores biológicos basados en diatomeas para determinar las condiciones ecológicas y la biodiversidad. Monitoreo ambiental de masas de agua dulce. Según Goma et al. (2003), menciona que “Las diatomeas (Bacillariophyceae) son algas microscópicas unicelulares, eucariotas y autótrofos, presentan características biológicas muy particulares como su distribución en el espacio y elevada capacidad de colonizar aguas con un grado de perturbación extremo” (p.12). Año tras año se descubren a un estimado de 50 a 100 nuevas especies, que se publican cada año a través de estudios combinados de microscopía de luz y electrónica y principalmente de barrido.

El uso de diatomeas epilíticas como indicadores biológicos de la calidad del agua se debe a su pronta respuesta con distintos químicos con alteraciones ambientales causadas por contaminantes. Las diatomeas epilíticas son el grupo más adecuado para la investigación de calidad del agua, investigaciones realizadas en México, Colombia, Estados Unidos y Ecuador nos sirven de referencia para el seguimiento de la metodología como: índices bióticos, análisis multivariados, índices de diversidad, relación abundancia, sirven de base para la ejecución de nuevos proyectos en nuestro país. Según Rosero (2011), menciona que “En Ecuador hay constancia de investigaciones con diatomeas epilíticas tales como establecimiento del índice biótico para determinar la calidad del agua” (p.5). Un ejemplo de ello es caracterización de la composición florística de diatomeas epilíticas Uvillus (2017).

El río Aláquez forma parte de los ríos de la provincia de Cotopaxi, el cual forma una parte esencial del comercio, con sus aguas se abastecen grandes empresas florícolas, y la mayoría de cultivos de tubérculos, sin embargo, la mayoría de sus aguas han sido alterados e íntegramente degradados provocando una disminución tanto en su calidad y cantidad hídrica. Según GAD Cotopaxi (2012), menciona que “Debido a las prácticas antrópicas, descargas de efluentes sin ningún tipo de tratamiento como las aguas residuales domésticas y de actividades industriales han afectado fuertemente el recurso hídrico” (p.1).

Dentro de la investigación se identificó diferentes especies de diatomeas epilíticas que ayudaron a determinar la calidad de agua del río Aláquez en los 3 distintos puntos de muestreo durante los meses de noviembre, diciembre 2020 y enero 2021. Se determinó el grado de contaminación del río Aláquez con el índice de calidad de agua (ICA) a partir de parámetros físicos químicos y microbiológicos y el grado de eutrofización con el índice trófico de calidad de agua (ITCA), sirviendo esto de base para la comparación de posibles diatomeas bioindicadores a partir de valores de abundancia de cada especie de diatomeas epilíticas identificados en cada punto para establecer el grado de tolerancia de cada especie a la eutrofización, es así cómo se comparó dichos índices de calidad para poder determinar el grado de polución en el cual se encuentra actualmente el río Aláquez.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En la actualidad los ríos que conforman la Provincia de Cotopaxi tienen un notable grado de contaminación, uno de esos es el río Aláquez. Esto se debe principalmente al incremento poblacional y al aumento de actividades antrópicas, en especial a las descargas de aguas servidas sin tratamiento previo de los diferentes alcantarillados de los sectores aledaños al río, provocando así un foco de infección, disminuyendo el oxígeno disuelto y provocando la pérdida de la biodiversidad, dando como resultado problemas ambientales y sociales, afectando la salud de los pobladores del cantón Aláquez y provincia de Cotopaxi. Según Reinoso (2019):

La gran presencia de florícolas, plantaciones, y la implementación del comercio de lubricadoras en el eje vial principal, que conectan a la parroquia de Aláquez con las demás parroquias del cantón, se constató que desechan los residuos a las aguas del río Aláquez y Cutúchi respectivamente, contaminando el recurso natural. (p.30)

Estas y muchas otras actividades afectan al recurso hídrico provocando un deterioro masivo afectando principalmente la calidad de agua. La actividad del comercio por lubricadoras el río Aláquez tendrá una alta presencia de escurrimiento de varios metales pesados como mercurio, plomo, cadmio, lubricantes y por otra parte en las actividades de florícolas y plantaciones se presenciara un alto contenido de sustancias como plaguicidas, fertilizantes. Provocando así la consecuente destrucción de este ecosistema fluvial, la desaparición de especies acuáticas y por ende la interrupción de la cadena alimenticia.

Con el actual diagnóstico del río Aláquez es de gran importancia conocer el grado de contaminación del mismo para poder buscar soluciones y plantear propuestas que permitan accionar de forma positiva en el cual se valgan del estudio para ambientar su entorno de forma equilibrada y factible, es por ello que la investigación está encaminada a obtener datos reales y confiables mediante la aplicación de diatomeas epilíticas como bioindicadores ecológicos y eficientes para evaluar y monitorear la calidad del agua del río Aláquez, mediante la comparación de los diferentes índices de calidad de agua.

Trabajar con diatomeas epilíticas genera grandes ventajas, principalmente a contribuir en nuevos métodos biológicos para evaluar la calidad ambiental de ríos, esto a través de diatomeas epilíticas que en nuestro país no es muy utilizado, y a su vez es una nueva y útil herramienta para determinar nuevas fuente de datos de interés sobre comunidades de diatomeas presentes en el río Aláquez, aportando una nueva compilación de flora diatomológica en nuestro país, también contribuye con estudios de, taxonomía, conservación y biodiversidad el cual permite a su vez el cálculo del índice trófico del agua, el cual evalúa y determina las condiciones de calidad de agua del río Aláquez. En el presente proyecto de investigación, se pudo determinar la calidad del agua del río Aláquez mediante la identificación de diatomeas las cuales no requiere ningún tratamiento especial para su conservación, con una gran facilidad de muestreo y observación. La información generada pueda ser utilizada en otros proyectos investigativos, la misma que ayudará a los habitantes de diferentes parroquias aledañas al río a conocer el nivel de contaminación del cauce hídrico. Es oportuno mantener la persistencia de los estudios de calidad de sistemas fluviales en especial de ríos mediante diatomeas y garantizar la conservación de estos ecosistemas para que futuras generaciones gocen de los mismos beneficios de ahora

La Universidad Técnica de Cotopaxi realiza este tipo de proyectos investigativos, en especial la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente implementando diatomeas epilíticas como bioindicadores de fuentes hídricas, jugando un papel importante dentro del estudio de calidad del agua para el consumo seguro dentro de la provincia como a nivel Nacional, ya que los yacimientos de los ríos en especial el río Aláquez tiene conexión directa con el río Cutúchi el que permite comercio directo en nuestra provincia.

Adicionalmente es de interés y demanda de estudio para más egresados el cual podría ser una guía para posteriores investigaciones de fuentes hídricas dentro de la facultad de Ciencias

Agropecuarias y Recursos Naturales y por último aporta una nueva colección de flora diatomológica en el Ecuador.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1

Beneficiarios del proyecto

	Beneficiarios Directos			Beneficiarios Indirectos			
	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	
Población de la Parroquia Aláquez	2.343	2.552	4.895	Población de la Provincia de Cotopaxi	198.625	210.580	409.205

Nota: (Instituto Nacional de Estadísticas y Censo, 2010)

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los ríos de Ecuador son principalmente afectados por las actividades antrópicas generadas por las diferentes industrias, esto provoca grandes consecuencias para las distintas cuencas hidrológicas que conforman a nuestro país, la pérdida de la biodiversidad en el ecosistema acuático, afecta la calidad de vida de los individuos allí residentes, e inclusive precipitando la muerte masiva de los mismos.

Según Reinoso (2019) plantea que:

Los recursos hídricos y la cantidad de agua potable no son ilimitados, ya que se trata de un recurso no renovable y cuya recuperación insumiría una enorme e incontable cantidad de dinero y años de trabajo, sumado a que afecta no solo a la calidad de vida de los seres vivos, sino también a las distintas actividades socioeconómicas. (p.3)

En la actualidad las aguas del río Aláquez siguen siendo fuertemente alteradas debido al impacto negativo que continúan ejerciendo las comunidades aledañas principalmente se puede observar en las riberas del río la gran presencia de ganado tanto vacuno, porcino y equino, el cual generan desechos afectando la calidad de agua del río, por otra parte la gran presencia de florícolas

y lubricadoras en el sector generan la introducción de químicos (pesticidas fertilizantes) aportando gran cantidad de metales pesados y cambiando la calidad de agua , lo más crítico es que en algunos sectores cercanos se realizan descargas puntuales convirtiéndolo en un basurero , afectando no solo a la calidad del agua sino también creando enfermedades y generando patógenos que son peligrosos para la salud de las personas .

Según Reinoso (2019):

Las descargas de basura en las riberas del río Aláquez son focos causantes de vectores, lixiviados, malos olores y microorganismos que traen como resultado la presencia de enfermedades, la degradación y contaminación del río impidiendo su uso, perjudicando a la fauna y flora y sobre todo perjudicando la estética del paisaje. (p.3)

Esto repercute un gran problema empezando desde puntos altos del río y con ayuda del caudal se viene arrastrando los residuos orgánicos e inorgánicos desde una población (Aláquez) a otras aguas abajo incrementando la cantidad de materia orgánica en toda esta cadena de arrastre de contaminantes. Todo esto continúa cambiando la calidad del agua del río Aláquez y así como la salud de la población ubicada río abajo, debido a los agentes patógenos que son transportados por estas aguas provenientes desde una población del punto alto del río, donde se encuentra principalmente la gran presencia de florícolas. Al conocer estos graves problemas, con el proyecto de la investigación vigente se ha realizado evaluaciones a la calidad de agua del río Aláquez por medio de parámetros con ello se determina el índice trófico el cual nos ayudará a conocer el grado de contaminación del río , esto a su vez permitirá evaluar y plantear lineamientos para una solución ambiental que ayudará a las poblaciones aledañas a afrontar y mitigar la contaminación y el mal manejo de este recurso hídrico, este es el motivo por el que se realizó este estudio para conocer el estado en el que se encuentra actualmente el río mediante la identificación de bioindicadores (diatomeas epilíticas), metodologías de campo y laboratorio con resultados confiables y claros.

6. OBJETIVOS DEL PROYECTO

6.1 Objetivo General

- Identificar especies de diatomeas epilíticas asociadas a diferentes niveles de calidad del agua del río Aláquez Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

6.2 Objetivos Específicos

- Establecer el área de estudio de los tres puntos de muestreo para la identificación de diatomeas epilíticas procedentes del río Aláquez.
- Identificar especies de diatomeas epilíticas de cada uno de los puntos de muestreo del río Aláquez.
- Relacionar el ICA en base a los parámetros físicos, químicos, microbiológicos, con el ITCA en base a las diatomeas epilíticas identificadas en laboratorio.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 2

Objetivos y Actividades

Objetivos	Actividades	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Establecer el área de estudio de los tres puntos de muestreo para la identificación de diatomeas epilíticas procedentes del río Aláquez	Identificación de puntos de muestreo.	Reconocimiento de punto alto, medio y bajo del río Aláquez para identificación de diatomeas	TÉCNICA Investigación Cualitativa Observación de campo
	Georreferenciación del área.	Georreferenciación definida de los 3 puntos a muestrear	EQUIPOS GPS. Multiparámetro Cámara fotográfica Fichas de campo
	Revisión bibliográfica del sector.	Mapa de estudio	Cuaderno de campo Programa ArGis10.1
	Toma de fotografías de cada punto a establecer		

Identificar especies de diatomeas epilíticas de cada uno de los puntos de muestreo del río Aláquez.	<p>Toma de muestras de cada punto establecido.</p> <p>Uso de reactivos, embaces y materiales correspondientes.</p> <p>Calibración de Equipos a utilizar</p> <p>Realizar un registro fotográfico de diatomeas identificadas</p>	<p>Observación y clasificación de diferentes diatomeas halladas</p> <p>Listado relativo de cada especie de diatomea epilíticas en cada sitio de muestreo</p> <p>Denominación de la familia a la cual pertenece cada especie de diatomea</p>	<p>TÉCNICA</p> <p>Investigación Cualitativa y Cuantitativa</p> <p>Observación directa</p> <p>MATERIALES</p> <p>Gafas protectoras</p> <p>Mascarillas</p> <p>Mandil</p> <p>Cinta adhesiva</p> <p>Envases</p> <p>EQUIPOS</p> <p>Microscopio</p> <p>Cámara LEICA</p> <p>Aceite de inmersión (Blanco, 2010)</p>
Relacionar el ICA en base a los parámetros físicos, químicos, microbiológicos, con el ITCA en base a las diatomeas epilíticas identificadas en laboratorio	<p>Toma de muestras de cada punto establecido.</p> <p>Uso de reactivos, embaces y materiales correspondientes.</p> <p>Calibración de Equipos a utilizar</p> <p>Realizar un registro fotográfico de cada punto a muestrear</p> <p>Búsqueda de bibliografía para comparación de valores teóricos con valores de tablas</p>	Resultado del grado y porcentaje de contaminación de río Aláquez en cada uno de los puntos muestreados	<p>TÉCNICA</p> <p>Investigación Cualitativa y Cuantitativa</p> <p>Observación</p> <p>Utilización de Fuentes Bibliográficas</p>

Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

8.1 AGUA

El agua es el recurso indispensable para todo ser vivo, sin embargo, el alto grado de contaminación de nuestro planeta hace que sea más difícil conseguir agua dulce para satisfacer las necesidades del ser humano convirtiéndola en un recurso de gran valoración, con el pasar del tiempo se prevé que dicho recurso será el principal afectado por el cambio climático llevando a la escasez y produciendo una gran problemática ambiental.

Según Guerrero Legarreta, M (2010) :

El agua es el mejor disolvente que existe (de sólidos, de líquidos y de gases).

Si el agua no fuere así no podría sustentar la vida, pues gracias a esta propiedad conduce los nutrientes a los seres vivos y elimina sus desechos; además, lleva el oxígeno a los seres acuáticos. (p.16)

Es por ello que es de gran importancia conservarla en un estado limpio para poder sustentar la vida de todos los seres humanos que se benefician de ella, sin embargo, es el recurso más contaminado a nivel global que en un futuro puede afectar a las futuras generaciones, se debería tomar concientización ambiental en cada uno de los países para así remediar esta gran problemática ambiental.

8.1.1 Calidad de agua

Según Moreno, (2011) : “El concepto de calidad del agua se relaciona con la naturaleza de esta y con la concentración de impurezas que contenga. Las impurezas presentes en el agua son las que le proporcionan sus características” (p.2). Así, se puede entender la calidad, desde un punto de vista funcional, como la capacidad individual que tiene el agua para responder a los usos que se podrían obtener de ella, o desde el punto ambiental como aquellas condiciones que deben darse en el agua para que ésta mantenga un ecosistema equilibrado y para que cumpla unos determinados objetivos de calidad en pocas palabras como el conjunto de características físicas, químicas y microbiológicas que la definen.

Es de gran importancia mantener la calidad de agua de manera óptima para el consumo de los seres humanos, el estado en cuanto a la cantidad y calidad del agua, se implementa en un sistema de indicadores hídricos que pretenden responder a los cuestionamientos sobre la disponibilidad del recurso y las restricciones por afectaciones referentes a calidad.

Según Brown (2012): “La calidad que reflejan estas categorías suelen estar asociadas a un grupo de colores. Los colores rojos o anaranjados reflejan cuerpos de agua de pésima calidad y los colores celestes o azules representan sistemas acuáticos de muy buena calidad”. (p.6), es importante tener en cuenta estas características que nos aportan gran información acerca de la calidad de agua en el que se encuentra un recurso hídrico.

8.2 PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA

En la valoración y evolución de la calidad del agua, se han empleado diversas metodologías entre las que incluyen, comparación de variables con la normativa vigente, los indicadores de calidad donde, a partir de un grupo de variables medibles, se generan un valor que califica y cualifica a través de una serie de parámetros. La valoración de la calidad del agua puede ser entendida como la evaluación de su naturaleza química, física y biológica en relación con la calidad natural, los efectos humanos y usos posibles. Según Torres (2018):

Para simplificar la interpretación de los datos de su monitoreo, existen índices de calidad de agua (ICA) e índices de contaminación (ICO), los cuales reducen una gran cantidad de parámetros a una expresión simple de fácil interpretación entre técnicos, administradores ambientales y el público en general. (p.82)

8.2.1 Potencial hidrógeno:

El pH es una medida que indica la acidez o la alcalinidad del agua. Se define como la concentración de iones de hidrógeno en el agua. La escala del pH es logarítmica con valores de 0 a 14. Un incremento de una unidad en la escala logarítmica, equivale a una disminución diez veces mayor en la concentración de iones de hidrógeno. Según Chang (2017):

El pH es una medición muy importante del agua. Los valores y cambios del pH pueden indicar problemas de contaminación en el agua de los ríos y lagos, el pH juega un rol muy importante en la degradación aeróbica y anaeróbica del agua; afecta a la densidad, viscosidad, solubilidad de los gases y a la velocidad de las reacciones químicas y bioquímicas. (p.2)

8.2.1 Oxígeno disuelto:

Todos los organismos vivos dependen de una u otra forma del oxígeno en los procesos metabólicos que producen energía para crecimiento y reproducción. Todos los gases de la atmósfera son solubles en agua en diferente grado dependiendo directamente de su presión parcial;

el nitrógeno y el oxígeno son considerados con una solubilidad pobre, siendo menor en agua con mayor salinidad y temperatura. Según Chang (2017): “En aguas contaminadas los valores de saturación del OD son menores que en aguas limpias, considerándose como aceptables aquellas con un contenido mínimo del 75 %.” (p.2).

8.2.3 Conductividad Eléctrica (C.E):

Es un indicador de la capacidad de una solución acuosa de transportar corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia, concentración, movilidad y valencia de los iones presentes y de la temperatura del agua. La conductividad aumenta con la temperatura a una tasa de aproximadamente 1,9 % / °C. Según Torres (2018):

La conductividad eléctrica está relacionada con el contenido de sustancias ionizadas, es decir, con las sales disueltas del agua o del cauce. No tiene especificidad. Las soluciones de iones inorgánicas son relativamente buenas conductoras. Las soluciones orgánicas, en general, son muy poco conductoras. (p.20)

8.2.4 Sólidos Totales (ST):

Según Chang (2017):

Corresponde al material residual que queda en un recipiente después de la evaporación de una muestra de agua que ha sido secada a una temperatura definida. La medición de Sólidos Totales incluye los sólidos suspendidos totales y los sólidos disueltos totales. (p.3)

8.2.5 Sólidos Disueltos Totales (SDT):

Según Chang (2017): “Porción de los sólidos totales que pasan a través de un filtro de 2,0 μm .” (p.3)

8.2.6 Sólidos Suspendidos Totales (ST):

Porción de los sólidos totales que quedan retenidos en el filtro de 2,0 μm . Los SST incluyen partículas orgánicas y minerales transportadas en la columna de agua. Según Chang (2017):

Los SST en cuerpos de agua naturales se relacionan con los procesos erosivos y de arrastre de sedimentos en una cuenca. Además de su importancia como medida de la erosión que ocurre en una cuenca, se relaciona directamente con el

trasporte de nutrientes, metales y una amplia variedad de productos químicos, agrícolas e industriales. (p.6)

8.2.7 Coliformes Totales:

Según Castillo (2008):

Los organismos del grupo coliforme o coliformes totales se definen como bacterias Gram-negativas, en forma de bastones, aerobias, anaerobias facultativas, no esporuladas, que pueden desarrollarse en presencia de sales biliares u otros agentes tensoactivos inhibitorios de flora acompañante, que fermentan la lactosa a 35-37 °C, produciendo ácido, gas y aldehído en un plazo de 24 a 48 horas. (p.15)

8.2.8 Coliformes Fecales:

Según Castillo (2008):

Las bacterias coliformes fecales corresponden a un subgrupo de los coliformes totales, que incluyen con mayor selectividad los propios del intestino humano y de los animales de sangre caliente. Se caracterizan por fermentar la lactosa, con producción de gas, cuando se incuban a una temperatura de $44,5\text{ °C} \pm 0,2\text{ °C}$. (p.15)

8.2.9 Turbiedad:

Es el efecto óptico que se origina al dispersarse o interferirse el paso de los rayos de luz que atraviesan una muestra de agua, a causa de las partículas minerales u orgánicas que el líquido puede contener en forma de suspensión; tales como arenas, arcillas, plancton y otros organismos microscópicos. Según Castillo (2008): “La turbiedad es una propiedad óptica intrínseca de cada solución y depende del tamaño, forma e índice de refracción de las partículas suspendidas en el agua.” (p.10)

8.2.10 Índice de calidad del agua (ICA)

Los índices de calidad del agua ICA nacen como una herramienta simple para la evaluación, valoración y estimación del recurso hídrico fundamental en procesos decisorios de políticas públicas y en el seguimiento de sus impactos. Según Brown (2012): “Es necesario que se tengan las mediciones de los 9 parámetros físico-químicos y biológicos implicados en el cálculo del Índice los cuales son: Coliformes Fecales, pH, (DBO5), Nitratos, Fosfatos, Cambio de la Temperatura, Turbidez, Sólidos disueltos Totales, Oxígeno disuelto”. (p.4)

El ICA se calcula por la multiplicación ponderada de la calidad del agua correspondiente a cada parámetro evaluado. Un ICA en términos simplificados es un número único que menciona la calidad del recurso hídrico mediante la integración de las mediciones de determinados parámetros de calidad del agua y su uso es cada vez más popular para identificar las tendencias integradas a los cambios en la calidad del agua.

Para calcular el ICA se lo determina mediante nueve parámetros, los cuales son:

- 1 Coliformes fecales
- 2 DBO5
- 3 Fosfatos
- 4 Nitratos
- 5 Oxígeno disuelto
- 6 pH
- 7 Sólidos totales disueltos
- 8 Temperatura
- 9 Turbidez

El ICA se calcula mediante una multiplicación ponderada de la calidad del agua la cual corresponde a cada parámetro evaluado, utilizando las siguientes formulas:

Ecuaciones de Cálculo empleadas para la determinación de ICA

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Nota. (Torres et al., s. f.)

8.2.11 Índice Trófico de calidad de agua (ITCA)

El índice trófico de calidad de agua se fundamenta en la clasificación de las masas de agua en función de los valores asignados para los principales nutrientes (fosforo y nitrógeno) y otros indicadores del estado trófico clorofila, turbidez, etc. Según Roldan (1992): “Describe la cantidad de nutrientes que llegan a un ecosistema acuático depende de las características batimétricas, biológicas (biomasa, bio-indicadores, etc.) y químicas (oxígeno, nutrientes) del agua”. (p. 9)

Es un procedimiento a seguir, mediante la utilización de la fórmula del índice trófico de calidad de agua (ITCA), propuesto por el Dr. Lobo et al. (2014).

A partir de los resultados obtenidos, teniendo como criterio operacional o gradiente ambiental la eutrofización, se determinará los distintos grados de tolerancia de eutrofización, la cual se atribuye valores tróficos iguales a 1, 2, 3, 4, e 5, correspondientes a niveles de tolerancia de eutrofización definidos como bajo, medio, alto. Respectivamente utilizando estos valores tróficos para cada una de la especie de diatomeas, se calcula el índice trófico de calidad de agua (ITCA).

Fórmula para estimar el estado trófico aplicando los indicadores de eutrofia

$$\text{TWQI} = \frac{\sum (\text{vt. h})}{\sum h}$$

Nota. Pantle e Buck (1995)

En donde

vt= valor trófico de especies

h= abundancia relativa de especies

8.3 CONTAMINACIÓN DE AGUA

El ciclo natural del agua tiene una gran capacidad de purificación. Pero esta misma facilidad de regeneración y su aparente abundancia hace que sea el vertedero habitual de residuos: pesticidas, desechos químicos, metales pesados, residuos radiactivos, etc. La degradación de las aguas viene desde la antigüedad, pero ha sido en este siglo cuando se ha extendido este problema a ríos y mares de todo el mundo. Según Girbau (2002): “La escasez del agua se debe fundamentalmente a la explosión demográfica y a la contaminación que se ha incrementado al mismo ritmo que el desarrollo industrial”. (p. 12)

Se debe tomar en cuenta las fuentes de contaminación de las cuales pueden proveer, existen fuentes naturales que dependen de la salinidad la cual posee un suelo descargando así sales minerales, calcio, magnesio que pueden ser nocivas para la salud, las fuentes artificiales o antrópicas provenientes de las diferentes actividades de los humanos en base al sector industrial.

También debemos tomar en cuenta los principales contaminantes de agua que perjudican este recurso , tenemos los sedimentos que son partículas desprendidas de los suelos y que son arrastradas por el recurso hídrico provocando acumulación de materia y contaminación de agua ,los desechos orgánicos que son producidos principalmente por animales y por la actividad humana

, tenemos a diferentes microorganismos patógenos que pueden resultar un verdadero problema al momento de introducir enfermedades, pero la mayor afectación es la de la actividad antrópica con sustancias químicas como petróleo, basura, plaguicidas entre otros. Según la OMS (2019): “La contaminación del agua también provoca que parte de los ecosistemas acuáticos terminen desapareciendo por la rápida proliferación de algas invasoras que se nutren de todos los nutrientes que les proporcionan los residuos”. (p.1)

Es por ello que la gestión inadecuada de las aguas residuales, industriales y agrícolas, producen que el agua que beben cientos de millones de personas se vea peligrosamente contaminada o polucionada químicamente, provocando así graves enfermedades y desarrollando principalmente cáncer.

8.4 DIATOMEAS

Las diatomeas son microalgas que se encuentran en todos los ambientes acuáticos y húmedos, aparecieron por primera vez hace más de 180 millones de años. Desde entonces, la diversidad de diatomeas ha explotado literalmente; nadie está seguro de cuántas especies vivientes hay, probablemente alrededor de 100,000, o por qué hay tantos tipos diferentes. Algunos biólogos moleculares de plantas explican que la filogenia molecular y los estudios morfológicos sugieren que las diatomeas se originaron probablemente como resultado de una eucariota invadida o engullida por un eucariota fotosintético, la mayoría probablemente algas rojas. Según Bradbury (2004): “Las diatomeas son las algas más comunes en el fitoplancton y tienen un papel fundamental en la cadena trófica como productor primario en hábitats acuáticos”. (p.13)

Una de sus características distintivas es la formación de una pared extracelular de Sílice llamada frústula. Se conocen más de 200 géneros y alrededor de 100.000 especies actualmente existentes. Se estima que aparecieron en el período Jurásico temprano. Round, (1990): “Las diatomeas están ampliamente distribuidas por todo el planeta en océanos, masas de agua dulce, suelo y prácticamente en cualquier superficie húmeda”. (p.11)

Conocer de diatomeas es importante ya que serán los principales bioindicadores que nos ayudará a conocer el grado de contaminación que conlleva el río Aláquez y para realizar la investigación se debe conocer las bases fundamentales como es la morfología la cual ayudará para la identificación en el procedimiento de laboratorio, por tanto, se debe ayudar mediante una guía de diatomeas la misma que servirá para el reconocimiento del tipo de especie, y género de la muestra que se está evaluando.

8.4.1 Ciclo de Vida de Diatomeas

Según (Allen, 2011) :

La reproducción de las diatomeas es principalmente asexual por fisión binaria (bipartición). En este proceso cada célula se divide en dos células hijas. Cada célula hija hereda una de las valvas de sílice y la utiliza como epítima. Incluso la célula hija que recibe la hipoteca de la madre la utilizará como epítima y construirá una valva menor (hipoteca) bajo ella. Esto hace que el tamaño celular de cada nueva generación de diatomeas vaya siendo menor. Se han observado algunas especies que son capaces de dividirse sin que se produzca disminución de tamaño generacional. (p.10)

8.4.2 Estructura de las diatomeas

Según Bradbury (2004): “La estructura básica de todas las diatomeas es similar: una sola celda, a menudo con una gran vacuola, contenida dentro de un caparazón de sílice o un tronco formado por dos mitades o válvulas superpuestas unidas por bandas de faja” (p.1).

Las diatomeas también están conformadas por sílice y por bandas de cintura formando los bordes de las dos válvulas y permitiendo el crecimiento unidireccional de la diatomea durante la división vegetativa. La cáscara es como una caja de queso Camembert o una placa de Petri.

Por otra parte, es importante conocer que son organismos unicelulares generalmente de tamaño microscópico, entre 2 y 200 μm , aunque algunas especies pueden alcanzar hasta 2 mm de longitud. La morfología es muy diversa; hay diatomeas esféricas, cilíndricas, cuadradas, elípticas, etc. Tienen una estructura interna relativamente sencilla y se rodean de una pared extracelular formada principalmente por sílice.

La morfología de las diatomeas es una de las partes más fundamentales en la investigación a realizar con su información teórica podemos distinguirles su forma, tamaño y su estructura. Las diatomeas son microorganismos unicelulares mediante su forma se puede dar reconocimiento de cuál es su función en el hábitat a la cual pertenecen por lo que se puede dar un resultado práctico del grado de contaminación que el río Aláquez contiene.

8.4.3 Clasificación de diatomeas

El sistema de clasificación más aceptado actualmente es el desarrollado por Simón en 1979 y ampliado por Round y colaboradores en 1990. Este sistema se basa en características de la frústula de las diatomeas. Según Fernández (1999), menciona:

Las diatomeas se pueden encontrar tanto continentales y marinas, además por su permanencia en el cuerpo de agua, pueden ser bentónicas y/o planctónicas. Las formas béntico-neríticas, viven sobre un sustrato y la mayoría de ellas poseen rafe y como tal presentan movimiento. Su ocurrencia depende de la penetración de la luz, así como cantidades disponibles de nutrientes, O₂, H₂S, CH₄, CO₂ y temperatura adecuada. Las formas bénticas o perifíticas, por lo común viven adheridas al medio en que se desarrollan: rocas o piedras (epilíticas), plantas (epifitas) sobre animales (epizoicas) o dentro de animales (endozoicas). Las epifitas secretan sustancias mucilaginosas que fluye a través de poros del frústulo o bien se adhieren al sustrato por medio de sus valvas. (p.6)

8.4.4 Diatomeas como biodicadores

En la presente investigación es necesario identificar un bioindicador de calidad de agua del río Aláquez, por lo que se tomarán en cuenta el uso de diatomeas epilíticas, siendo altamente relacionados con las alteraciones en los cambios que sufre el agua al estar en contacto directo con las actividades industriales, agropecuarias que realizan los seres humanos de la Provincia de Cotopaxi. Actualmente, una de las grandes preocupaciones del ser humano es la situación que atraviesa el medio ambiente. En este sentido, el hombre ha encontrado en las diatomeas un instrumento de incalculable importancia para evaluar las condiciones ambientales. Gracias a sus capacidades, son el grupo más empleado como indicador biológico, sobre todo en países desarrollados. Según Uscanga (2019): “Las diatomeas son excelentes bioindicadores de la calidad del medio ambiente, en particular del agua, debido a que están adaptadas a condiciones químicas y físicas muy particulares”. (p.20)

Las diatomeas son importantes “bioindicadores” de la calidad del medio en donde viven debido a que manifiestan diversos límites de tolerancia a diferentes alteraciones del medio ambiente, es por ellos que han sido el objeto de estudio de la presente investigación ya que al ser el excelente indicador ecológico podrá ayudar a determinar la contaminación que ha sufrido el río Aláquez a través de los años.

8.4.5 Ventajas de usar Diatomeas como Bioindicadores

Gracias a su sensibilidad a los contaminantes orgánicos e inorgánicos y a su rápida respuesta ante los cambios químicos del agua, las diatomeas son excelentes testigos del estado ecológico de los ecosistemas acuáticos fluviales. Según Grisolí (2015): “Las diatomeas colonizan

todo tipo de sustratos sumergidos en los sistemas acuáticos (rocas, gravas, arenas, limo, micrófitos, animales, etc.) y, estudiar unas u otras comunidades aporta información diferente sobre los niveles de contaminación del agua”. (p.15)

Las comunidades epilíticas se consideran las más representativas de la calidad del agua circulante. Según Blanco (2010):

Las diatomeas epilíticas están siendo ampliamente utilizadas como bioindicadores de contaminación de los ríos, detectando presiones debidas a eutrofización, acidificación y cambios de salinidad A fin de facilitar un análisis comparativo y estimar el método idóneo a aplicar en cada caso, se puede establecer una serie de ventajas generales del uso de diatomeas como indicadores ecológicos en ecosistemas fluviales. (p.14)

En general, las diatomeas viven en condiciones muy particulares del agua y las distintas especies crecen en rangos específicos de variables ambientales como puede ser el pH, la salinidad o la concentración de nutrientes. Según Grisolia (2015):

El efecto de la actividad humana sobre estas y otras variables del agua afectan notablemente a las poblaciones de diatomeas y por ello son una gran ventaja como indicador de la salubridad del agua. Además, los restos de la pared celular de sílice que quedan en los sedimentos del lecho acuático se utilizan en paleoecología para interpretar y deducir condiciones ambientales en el pasado. (p.12)

9. MARCO LEGAL

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

TÍTULO II DERECHOS

Dicha ley establece en su artículo 14 que:

Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Constitución de la República del Ecuador, 2008, p.1).

Por su parte, el artículo 27 menciona que:

La educación se centrará en el ser humano y garantizará su desarrollo holístico, en el marco del respeto a los derechos humanos, al medio ambiente sustentable y a la democracia; será participativa, obligatoria, intercultural, democrática, incluyente y diversa, de calidad y calidez; impulsará la equidad de género, la justicia, la solidaridad y la paz; estimulará el sentido crítico, el arte y la cultura física, la iniciativa individual y comunitaria, y el desarrollo de competencias y capacidades para crear y trabajar (Norma Constitucional de la República del Ecuador, 2020, p .1) .

Por su parte, el artículo 376 menciona que:

Para hacer práctico u efectivo el derecho a la vivienda, al hábitat y a la conservación del ambiente, las municipalidades podrán expropiar, reservar y controlar áreas para el desarrollo futuro, de acuerdo con la ley. Se prohíbe la obtención de beneficios a partir de prácticas especulativas sobre el uso del suelo, en particular por el cambio de uso, de rústico a urbano o de público a privado (Constitución de la República del Ecuador, 2008, p. 113).

Dicha ley establece en artículo 385 que:

El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad: Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos. Con el fin de recuperar, fortalecer y potenciar los saberes ancestrales. Desarrollando tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir (Constitución de la República del Ecuador, 2008, p. 116).

Dicha ley en el artículo 397 establece que:

En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente

sano y ecológicamente equilibrado, el estado se compromete (Derechos del buen vivir, 2008, p. 118).

CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE

TÍTULO I DE LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Dicha ley establece en su artículo 31 que:

La conservación de la biodiversidad se realizará in situ o ex situ, en función de sus características ecológicas, niveles de endemismo, categoría de especies amenazadas de extinción, para salvaguardar el patrimonio biológico de la erosión genética, conforme a la política formulada por la Autoridad Ambiental Nacional (Ley de Conservación de la Biodiversidad, 2017, p. 21).

Por su parte, el artículo 87 hace énfasis en el:

Seguimiento y evaluación. La Autoridad Ambiental Nacional establecerá mecanismos de evaluación y seguimiento de la generación de los servicios ambientales y de las acciones que se realicen por parte de los particulares. La evaluación de los servicios ambientales se realizará de una manera integral, internalizando las contribuciones de la biodiversidad y de los ecosistemas, como base para de una toma de decisiones de política pública basada en la evidencia. Para ello, se utilizarán herramientas de valoración ambiental y otras estrategias de análisis económico de los impactos positivos o negativos sobre la biodiversidad, la calidad ambiental y los recursos naturales (Ley de Conservación de la Biodiversidad, 2017, p 33).

Por su parte, el artículo 161 menciona que:

Los Criterios y normas técnicas son encargados por la Autoridad Ambiental Nacional, deberá dictar y actualizar periódicamente los criterios y normas técnicas que garanticen la calidad ambiental y de los componentes bióticos y abióticos, así como los límites máximos permisibles; para ello coordinará con las autoridades competentes (Ley de Conservación de la Biodiversidad, 2017, p. 48).

Por su parte, el artículo 191 hace mención:

Monitoreo de la calidad del aire, agua y suelo. La Autoridad Ambiental Nacional o el Gobierno Autónomo Descentralizado competente, en coordinación con las demás autoridades competentes, según corresponda, realizarán el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, agua y suelo, de conformidad con las normas reglamentarias y técnicas que se expidan para el efecto (Ley de Conservación de la Biodiversidad, 2017, p. 55).

Dicha ley establece en su artículo 196 que:

Tratamiento de aguas residuales urbanas y rurales. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales deberán contar con la infraestructura técnica para la instalación de sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales urbanas y rurales, de conformidad con la ley y la normativa técnica expedida para el efecto. Asimismo, deberán fomentar el tratamiento de aguas residuales con fines de reutilización, siempre y cuando estas recuperen los niveles cualitativos y cuantitativos que exija la autoridad competente y no se afecte la salubridad pública. Cuando las aguas residuales no puedan llevarse al sistema de alcantarillado, su tratamiento deberá hacerse de modo que no perjudique las fuentes receptoras, los suelos o la vida silvestre. Las obras deberán ser previamente aprobadas a través de las autorizaciones respectivas emitidas por las autoridades competentes en la materia (Ley de Conservación de la Biodiversidad, 2017, p. 55).

Por su parte, el artículo 208 hace mención:

Obligatoriedad del monitoreo. El operador será el responsable del monitoreo de sus emisiones, descargas y vertidos, con la finalidad de que estas cumplan con el parámetro definido en la normativa ambiental. La Autoridad Ambiental Competente, efectuará el seguimiento respectivo y solicitará al operador el monitoreo de las descargas, emisiones y vertidos, o de la calidad de un recurso que pueda verse afectado por su actividad. Los costos del monitoreo serán asumidos por el operador. La normativa secundaria establecerá, según la actividad, el procedimiento y plazo para la entrega, revisión y aprobación de dicho monitoreo. La información generada, procesada y sistematizada de monitoreo será de carácter público y se deberá incorporar al Sistema Único de Información Ambiental y al

sistema de información que administre la Autoridad Única del Agua en lo que corresponda (Ley de monitoreo y seguimiento, 2017, p. 57).

REGLAMENTO AL CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE

Por su parte, el artículo 44 hace mención:

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados, y todas las entidades sectoriales, remitirán a la Autoridad Ambiental Nacional sobre la situación ambiental de sus jurisdicciones y sectores, respectivamente, para que se incorpore de forma sistematizada y homologada en el Sistema Único de Información Ambiental. La información resultante de las actividades científicas, técnicas y de monitoreo de la calidad ambiental de los recursos naturales que los gobiernos autónomos descentralizados y otras entidades públicas realicen en ejercicio de sus competencias, debe ser incorporada en el Sistema Único de Información Ambiental, con la finalidad de facilitar el acceso a la información ambiental, en el marco de la normativa de acceso a la información pública, para lo que se emitirá la norma técnica correspondiente (Ley de Manejo de Información Ambiental, 2019, p. 9).

Dicha ley establece en su artículo 95 que:

Instrumentos y medidas de protección. La Autoridad Ambiental Nacional, en coordinación con las autoridades competentes, identificará las especies o grupos de especies de vida silvestre y sus ecosistemas, sobre los cuales se establecerán instrumentos o medidas preventivas o precautorias para su protección, conservación y uso sostenible, incluyendo: 1) Vedas; 2) Planes de acción; 3) Herramientas de monitoreo; 4) Medidas de bioseguridad para actividades que puedan causar impactos adversos en la vida silvestre; 5) Mecanismos de conservación; y, 6) Otras que la Autoridad Ambiental Nacional determine (Ley de Protección y Conservación, 2019, p. 15).

Dicha ley establece en su artículo 96 que:

La Autoridad Ambiental Nacional, con el Instituto Nacional de Investigación sobre la Biodiversidad, instaurará un sistema de monitoreo para detectar, medir, evaluar y analizar, mediante métodos estandarizados, los cambios que ocurren en las especies de vida silvestre y sus hábitats en el tiempo y el espacio, de manera

natural o causada por efectos de intervenciones humanas voluntarias o involuntarias (Ley de Monitoreo y Control, 2019, pág. 16).

Dicha ley establece en su artículo 125 que:

La Autoridad Ambiental Nacional expedirá lineamientos, criterios, requisitos y condiciones para la identificación de valores de conservación de la biodiversidad. La Autoridad Ambiental Nacional definirá métodos estandarizados para monitoreo de los valores de conservación, los cuales podrán ser aplicados en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las áreas especiales para la conservación de la biodiversidad, los bosques y vegetación protectores y ecosistemas frágiles (Ley de Conservación In situ, 2019, p. 21).

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TÉCNICAS DE MUESTREO

4. DISPOSICIONES GENERALES

- 4.1 Tipos de muestra.
- Son necesarios para indicar la calidad del agua, todos los datos analíticos obtenidos mediante la determinación de parámetros como: las concentraciones de material inorgánico, minerales o químicos disueltos, gases disueltos, materia orgánica disuelta y materia en suspensión en el agua o en el sedimento en un tiempo y lugar específicos o a intervalos de tiempo y en un lugar en particular (INEN, Técnicas de muestreo, 2013, p. 2).
- 4.1.1 Ciertos parámetros, como las concentraciones de gases disueltos deben medirse "in situ", para obtener resultados exactos. Se debe tener en cuenta que los procesos para conservar la muestra se realizarán en los casos específicos (ver NTE INEN 2169).
- 4.1.2 Se recomienda separar las muestras que van a ser usadas en los análisis químicos, microbiológicos y biológicos, debido a que el proceso y el equipo para la recolección y manejo de las muestras es diferente.
- 4.1.3 Las técnicas de muestreo varían de acuerdo a situaciones específicas. Los diferentes tipos de muestreo son descritos en el capítulo 5.

4.3 Muestras periódicas

Son tomadas a intervalos de tiempo fijos (dependientes del tiempo), estas muestras se toman usando un mecanismo cronometrado para iniciar y finalizar la recolección del agua durante un

intervalo de tiempo específico. Un procedimiento común es bombear la muestra dentro de uno o más recipientes durante un período fijo, el volumen está determinado para cada recipiente (INEN, Técnicas de muestreo, 2013, pág. 2).

5.1.2.1 Recipientes normales

Son adecuadas las botellas de polietileno y las de vidrio de borosilicato para la toma de muestras en las que se realizará el análisis de los parámetros físicos y químicos de las aguas naturales. Otros materiales químicamente más inertes, por ejemplo: politetrafluoroetileno (PTFE), son preferidos pero su uso no está muy extendido en los análisis de rutina. La tapa de tornillo, en las botellas de boca angosta y ancha se debe acoplar con tapas y tapones de plástico inerte o tapones de vidrio esmerilado (propenso a trabarse con las soluciones alcalinas). Si las muestras son transportadas en caja al laboratorio para los análisis, la tapa de la caja debe ser construida para prevenir el aflojamiento de los tapones, lo que puede producir derramamientos y/o contaminación de la muestra (INEN, Técnicas de muestreo, 2013, p. 2).

5.1.2.2 Recipientes especiales

A las consideraciones ya mencionadas se suma el almacenamiento de muestras que contienen materiales foto sensitivos, incluidas las algas, que requieren ser protegidas de la exposición a la luz. En estos casos, se recomiendan los recipientes de materiales opacos o de vidrio no actínico, y deben ser colocados en cajas a prueba de luz durante el almacenamiento por largos períodos. La recolección y el análisis de las muestras que contengan gases disueltos o constituyentes que puedan alterarse por aireación plantean un problema específico. Las botellas de boca angosta para análisis de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) deben tener tapones de vidrio esmerilado para minimizar la inclusión de aire, y se requiere de un sellante especial durante el transporte (INEN, Técnicas de muestreo, 2013, pág. 2).

10. PREGUNTAS CIENTÍFICAS

- ¿Existe una relación entre las especies de diatomeas epilíticas encontradas y la calidad de agua del río Aláquez?
- ¿El índice trófico de calidad de agua varía de acuerdo a las especies de diatomeas epilíticas halladas en cada uno de los puntos de muestreo del río Aláquez?

11. MÉTODOS TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

11.1 MÉTODOS

11.1.1 Método Analítico

Este método de investigación se basa en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar causas, naturaleza y efectos. Es necesario conocer la naturaleza y el objeto de estudio para conocer su esencia.

El método analítico nos sirve para comprender a las especies de diatomeas epilíticas como un todo y de esta manera poder ramificar el estudio en partes fundamentales tales como su habitad, morfología, fisiología y su estructura celular.

Pasos:

Observación: El primer paso fue la observación de la zona, esta etapa de observación consistió en reconocer el área de estudio, para ello fue necesario realizar una observación directa la cual consiste en realizar un recorrido visual en los 3 puntos de estudio del río Aláquez, por otra parte, también se utilizó la observación indirecta que consiste en la lectura de estudios pasados o antecedentes que hablen sobre las condiciones en las que se encuentra en cauce.

Descripción: El segundo paso fue describir de forma directa el área de estudio factores bióticos como abióticos, reconociendo así el hábitat del lugar, como también permitió la identificación de la flora y fauna presente en el entorno en la zona de estudio, se pudo apreciar el cuerpo de agua y las zonas donde exista intervención antrópica que afecta notablemente a río Aláquez.

Descomposición del fenómeno: El tercer paso consiste en analizar cada uno de los datos generados sobre el tema a investigar, de esta manera entender el fenómeno que se está observando y describiendo, para ello fue necesario muestrear cada de las especies de diatomeas epilíticas en los 3 puntos de muestreo con la ayuda de guías taxonómicas y después ser comparadas con cada uno de los índices de calidad de agua a utilizar, para así poder dar criterios razonables de lo que se está investigando.

Enumeración de las partes: el último paso repercute en llevar de manera ordenada los datos ya generados para la respectiva comparación con los índices de calidad de agua, cada especie de diatomea epilíticas fue recolectada y etiquetada de manera adecuada para luego ser clasificada de acuerdo a su taxonomía y morfología, para así determinar las especies que conforman cada uno de los puntos de muestreos y obtener así resultados al momento de su respectiva comparación.

11.1.2 Método Cualitativo y Cualitativo

Se entiende por investigación cualitativa aquella que se basa en la obtención de datos en principio no cuantificables, basados en la observación. Aunque ofrece mucha información, los datos obtenidos son subjetivos y poco controlables y no permite una explicación clara de los fenómenos.

Pasos:

Selección del muestreo sistemático: El primer paso fue plantear las diferentes técnicas que permitieron la recolección de diatomeas epilíticas en cada uno de los puntos de muestreo del río Aláquez.

Aplicación del muestreo sistemático: El segundo paso es una vez que se seleccionó la técnica idónea se procede aplicarla o a ejecutarla para la toma de muestras de diatomeas epilíticas la cual fue de gran importancia dentro de la investigación.

Obtención de Datos: El tercer paso es registrar el total de especies de diatomeas epilíticas muestreados para luego ser llevadas al laboratorio para su respectivo análisis.

Análisis y comparación: El cuarto y último paso es posterior al análisis del laboratorio se procede a clasificar según la taxonomía de cada diatomea epilítica y determinar el grado de sensibilidad de cada especie ante la polución en cada punto de muestreo.

11.1.3 Método Inductivo

Este método se aplicó primordialmente para determinar el grado de contaminación presente en el efluente del río Aláquez, para ello fue necesario la colecta de muestras de agua, que posteriormente fueron trasladadas al laboratorio para realizar su respectivo análisis y así desarrollar la comparación de los resultados con los límites máximos permisibles establecidos en el Acuerdo Ministerial 097-A, Reforma Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

Pasos:

Observación: El primer paso es la etapa en que se procedió a la toma de muestras simples del agua del río Aláquez en cada uno de los puntos de muestreo establecidos para la investigación, como también el registro correcto de datos de dos parámetros en campo como temperatura y caudal que son de gran importancia en el trabajo de investigación.

Clasificación: El segundo paso fue clasificar los datos de cada uno de los puntos de muestreo, se procedió a clasificar la información obtenida en los 3 puntos de muestreo del río

Aláquez con la finalidad de poder determinar la calidad de agua del cauce a partir de los diferentes parámetros.

Análisis: El tercer paso es, una vez obtenido los resultados de parámetros físicos químicos se procedió a realizar la respectiva comparación con la norma ecuatoriana que corresponde al Acuerdo Ministerial 097-A, Reforma Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

11.2 TÉCNICAS

11.2.1 Técnica Documental

Es una técnica de carácter cualitativo que permitió identificar, analizar y recolectar información monográfica para la determinación de diatomeas epilíticas y su concentración de sensibilidad con la contaminación del río Aláquez.

Por otra parte, proporciono la selección específica acerca de otros autores en mención a la caracterización de diatomeas epilíticas encontradas en ríos que se encuentran con antecedentes de contaminación, para guía se manejó fichas bibliográficas nacionales e internacionales, tesis sustentadas acerca de la temática, que permitió sistematizar e incrementar el conocimiento con respecto a diatomeas su taxonomía y su relación con el río Aláquez.

11.2.2 Técnica De Campo

Esta técnica permitió relacionar y recolectar información práctica y directa en los diferentes puntos de muestreo para la identificación de diatomeas epilíticas por medio de la georreferenciación realizada al río Aláquez.

11.2.3 Técnica De Observación en el Laboratorio

Esta técnica determinó y analizó la morfología, y taxonomía de las diferentes diatomeas encontradas en el río Aláquez, después de un análisis descriptivo se llevó a cabo un registro donde se empleó guías de identificación de diatomeas para su diferente interpretación y caracterización.

11.3 INSTRUMENTOS

11.3.1 Fichaje

Se registró toda la información relevante en cuanto a la recolección de diatomeas epilíticas en los diferentes puntos del río Aláquez, de manera ordenada y sistematizada que sirvió de apoyo al trabajo de investigación.

11.3.2 GPS

El GPS fue el instrumento que permitió tomar las coordenadas de los diferentes puntos de muestreo para la identificación de diatomeas epilíticas en el río Aláquez, para sistematizar las coordenadas en la correspondiente georreferenciación.

11.3.3 Guías Taxonómicas

Esta herramienta fue de gran utilidad y permitió orientar a la identificación visual de cada taxón de diatomeas epilíticas y sobre todo al reconocimiento de las principales características morfológicas.

11.3.4 Multiparametros

Este instrumento ayudó en la medición de campo de la recolección de diatomeas elípticas en los diferentes puntos de muestreo al monitorear la calidad de agua del río Aláquez con parámetros como pH, temperatura, conductividad entre otros.

11.3.5 Microscopio

El microscopio es el instrumento el cual permitió la observación directa de la identificación de diatomeas epilíticas en cuanto a tamaño, forma y estructura de los diferentes puntos de muestreo del río Aláquez.

11.3.6 Espectrofotómetro

Se utilizó el THERMO SPECTRONIC GENESYS 20 el cual permitió realizar el análisis químico de la cuantificación de fosfatos y nitritos del río Aláquez

11.3.7 Envases para toma de muestras

Se utilizó envases de plástico de aproximadamente 30 ml previamente desinfectados para la recolección de diatomeas epilíticas y de los diferentes parámetros monitoreados en el río Aláquez.

12. METODOLOGÍA

Diseño metodológico

El diseño metodológico corresponde a cada una de las actividades propuestas por cada objetivo específico. Para el primer objetivo específico identificamos los 3 puntos de muestreo a lo largo del río Aláquez gracias a la georreferenciación con el programa ARGIS guiándonos de la división territorial de la parroquia de Aláquez y presentando los resultados en el área y ubicación del estudio. Para el segundo objetivo se realizó el muestreo en campo en los 3 puntos georreferenciados a lo largo del río en el cual se recogió muestras para identificación de diatomeas epilíticas y parámetros físico químicos y microbiológicos como resultado se obtuvo los análisis de parámetros enviados al laboratorio y la identificación de diatomeas epilíticas ayudando a calcular los diferentes índices de calidad de agua y para el tercer objetivo se realizó la comparación de resultados con el ICA e ITCA para determinar la calidad de agua del río Aláquez el cual ayudo a determinar el grado de contaminación en el cual el río se encuentra actualmente y formular las respectivas conclusiones y recomendaciones para la polución del río , cada uno de los objetivos fueron llevados a cabo como se muestra a continuación:

12.1 Área de estudio

El área de estudio se encuentra situada en la cuenca alta del río “Aláquez”, concerniente a la parroquia Aláquez, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, que prolonga 3 puntos estratégicos, previsto el grado de contaminación se encuentra el punto alto medio y bajo.

El principal punto alto se denomina limpio debido que no presenta una alteración antrópica relevante, ubicado en la zona del Parque Nacional Cotopaxi donde se va formando de diferentes vertientes provenientes del volcán Cotopaxi. La prolongación del cauce continúa hacia el punto medio ubicado al norte de la parroquia Aláquez en la Quebrada Gallinazohuaicu, es determinado como el segundo punto de monitoreo, finalmente el tercer punto se sitúa en la ciudad de Latacunga conexo a la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea.

Tabla 3

Ubicación de los puntos de monitoreo del río “Aláquez”

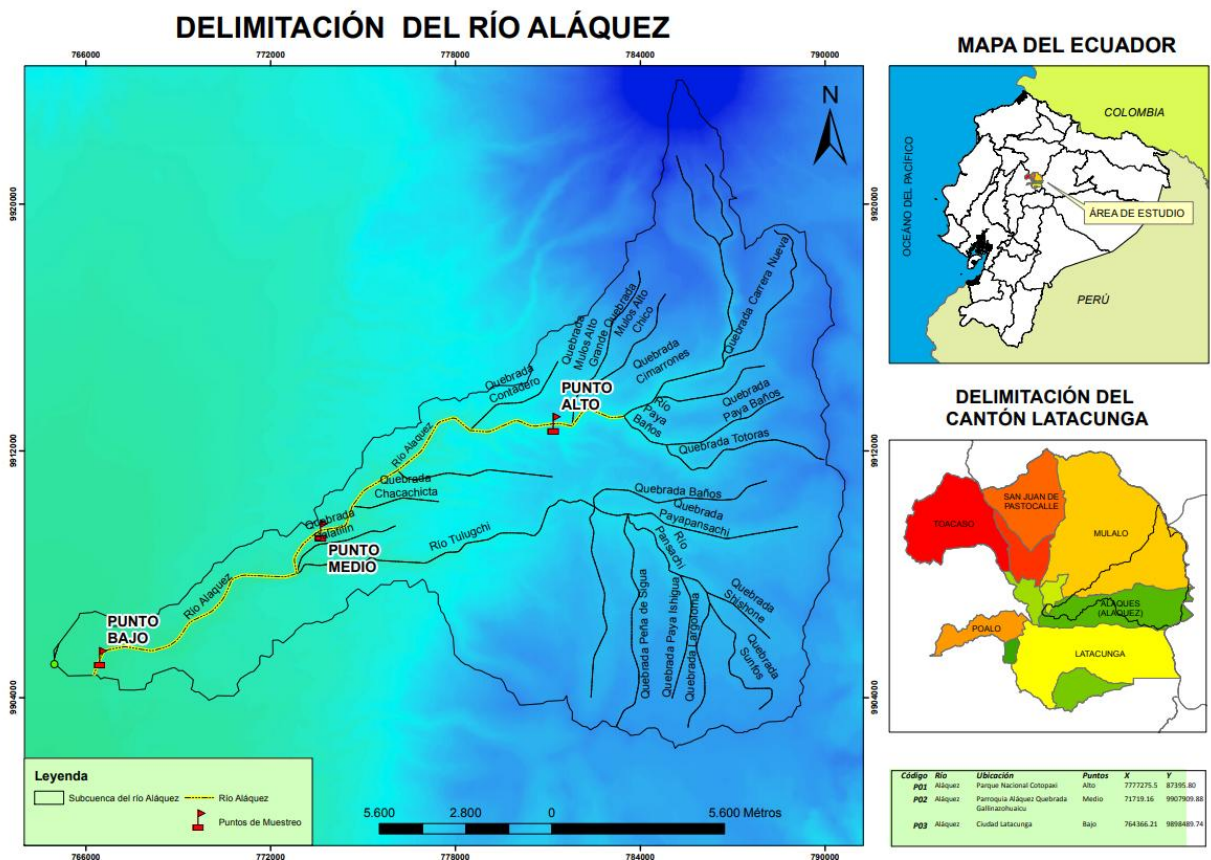
Código	Río	Ubicación	Puntos	Coordenadas
P1	Aláquez		Alto	777275.5; 87395.80

		Parque Nacional Cotopaxi		
		Parroquia Aláquez		
P2	Aláquez	Quebrada Gallinazohuaicu	Medio	771719.16; 9907909.88
P3	Aláquez	Ciudad de Latacunga	Bajo	764366.21; 9898489.74

Elaborado por: Lomas Dayana; Riera Moisés

Figura 1

Mapa de ubicación Geográfica del río Aláquez



Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

12.2 Ubicación del estudio

El río Aláquez se encuentra ubicado en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, Parroquia Aláquez, junto a las diferentes comunidades rurales, donde habitan 5,009 personas, en su mayoría pequeños productores agrícolas y pecuarios. Está ubicado aproximadamente a 27 km al sur occidente del cono volcánico activo del Cotopaxi. El río Aláquez recorre su cauce en dirección Norte-Sur, paralelo al río Cutúchi, sobre su costado Este y confluyen al mismo a la altura del centro de la ciudad de Latacunga. Su longitud de recorrido dentro del área urbana es de 5.6 Km. Cuenta con una altitud de 2774 metros a nivel del mar, además presenta en la vertiente sur del volcán Cotopaxi una Latitud: -0.9 y una Longitud de -78.6167.

12.3 Descripción del sitio de estudio

El análisis del sitio se hizo por medio de una recopilación de información obtenida a través de una pre-visualización de los puntos de muestreo destacando la extensión del afluente del río Aláquez que recorreré por varios riachuelos hasta llegar a la ciudad de Latacunga, la primera fase de estudio se observa en las faldas del Parque Nacional Cotopaxi detallando el yacimiento de la vertiente del río Aláquez posterior a ello se puede observar a su alrededor la gran cobertura vegetal, flora y fauna que alberga en el sector. La segunda fase del transepto se localizó es en la Quebrada Gallinazohuaicu conexo a la Parroquia Aláquez donde se logró presenciar actividades antrópicas como florícolas que generan una contaminación agrícola cercanas a las orillas del río, como consecuente a esta actividad se presenta la disminución y contaminación del cauce del río Aláquez, finalmente la tercera fase del sitio se ubica en la Ciudad de Latacunga aledaña a la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea, evidenciando claramente la disminución del caudal en el río y el aumento de la aglomeración de contaminación debido a aguas residuales y contaminación antrópica .

• Factores bióticos del sitio de estudio

Los factores bióticos que rodean las orillas de río Aláquez son todos aquellos que tienen vida, sean organismos unicelulares u organismos pluricelulares, por ejemplo: animales, vegetales y microorganismos, en la parte floral se encuentra en la zona alta del río: Quishuar (*Buddleja incana*), Mortiños (*Hesperomeles goudotiana*), Chuquiraguas (*Chuquiraga jussieui*), Taxo nativo (*Passiflora tarminiana*), Eucalipto (*Eucalyptus sp*), entre otros , por último en la zona media y baja Cabuyos (*Agave filifera*), Chilcas (*Amaranthaceae*), Tilo (*Tilia cplatyphyllos*), Ortigas negras (*Urtica membranacea*), Ruda (*Ruta graveolens*) , Manzanilla (*Matricaria chamomylia*), Zambo (*Cucurbita ficifolia*) , entre otras especies más que enriquecen el paisaje.

En la parte de animales el río Alaquéz cuenta con especies en la zona alta: Conejos de paramo (*Sylvilagus brasiliensis*), Zorrillos (Mephitidae), Venados (*Odocoileus Venados*), Lobos (*Canis lupus*), Perdices (*Perdix perdix*), Golondrinas (*Hirundo rustica*), Mirlos (*Turdus merula*) Truchas (*Salmo trutta L. Fario*), etc. En la parte media y baja del río encontramos especies como: Ganado Vacuno (*Bos primigenius taurus*), caballos (*Equus caballus*), Mirlos (*Turdus merula*), Huiragchuros (*Pheucticus chrysogaster*).

- **Factores abióticos del sitio de estudio**

Dentro de los factores abióticos que influye dentro del sector de estudio son: Agua, el recurso hídrico como lo es el río Alaquéz, se utiliza tanto para consumo directo como para la manutención de actividades agrícolas y ganaderas; el clima dentro del sector de Alaquéz presentan cambios, que se ven reflejados en el aumento de las heladas que afectan los cultivos. La disminución y aumento de las lluvias es también un cambio evidente para la población que además se lo atribuye a la fuerte deforestación por la que ha atravesado en los diferentes sectores las cuales recorre el río Alaquéz. El suelo en el sector de estudio en su mayor parte encontramos suelos de texturas arenosas, francas, franco arenosas presentando un bajo contenido de materia orgánica. El aire dentro del sector de estudio se presenta contaminación y está ligada a la actividad económica que desarrollan, las empresas privadas, como florícolas, plantaciones, avícolas, rencauchadoras, ya que para la elaboración de su producto incluyen productos químicos, los mismos que emanan olores molestos.

12.4 Fase de campo

De acuerdo a la Norma ISO 5667-6 se realizó un muestreo simple cada mes, durante la época lluviosa (noviembre, diciembre 2020), las muestras recolectadas de acuerdo a la norma NTE INEN 2176:2013 fueron puntuales e individuales debido a que el flujo del agua a muestrear no es uniforme, y los valores de los parámetros analizados no son constantes; las muestras se recogieron de forma manual de la superficie del río Alaquéz en los tres puntos identificados.

12.5 Características ambientales en la fase de campo

- **Flora y Fauna**

Dentro del campo de estudio a lo largo del río en las parroquias: Alaquéz, parte de Poaló, Joseguango Bajo, Belisario Quevedo, la topografía de esta formación es colinada y montañosa con pocos declives pronunciados. Su vegetación se encuentra muy alterada; se observa en ciertas áreas el pastoreo con especies para el manejo de la ganadería, y florícolas, además el cultivo de gramíneas

y tubérculos. Las especies vegetales que aún quedan algunos vestigios son: chocho (*Lupinus pubescens*), piretro (*Chrysanthemum pyrethum*), farolito chino (*Abutilon darwinii*), cucarda, (*Ibiscus rosa*), aretes de la virgen (*Fuchsia dependens*), Bomarea (*Bomarea caldasii*), zapatitos de la Virgen (*Calceolaria crenata*), higuerilla (*Ricinus communis*), lechero (*Euphorbia*).

La fauna dentro del campo de estudio a lo largo del río se divide en distintos tipos de acuerdo al origen geográfico de donde provienen las especies que habitan las orillas del río. La fauna silvestre o salvaje que se observó son: guagsas (*Stenocercus guenther*), Ave fría andina (*Vanellus resplendens*), curiquingue (*Phalco boenus carunculatus*), ganado vacuno y porcino (*Bos taurus*, caballos *Equus caballus*), toros bravos (*Bos taurus*), entre otros.

12.6 Temperatura

Su temperatura variará dependiendo las condiciones climáticas está ubicada a 2.800 metros sobre el nivel del mar, lo cual le determina un clima templado, en ocasiones ventoso y frío.

En general posee una temperatura -3 a 12 °C y una temperatura medio mensual: Min 7,4°C; Max 14,8°C, por lo que se encuentra en un clima Templado, frío y cálido húmedo, es importante destacar que el lecho del río siempre presenta una temperatura inferior en relación a las orillas del mismo.

12.7 Caudal

En el caudal del río Aláquez denota la cantidad de flujo hídrico que se origina desde las faldas del Parque Nacional Cotopaxi y transcurre por un área determinada del flujo volumétrico que recorre hasta su punto final, la medición de este recurso es necesario porque depende muchas veces del buen funcionamiento del sistema hidráulico. Por ende, se determinó el caudal durante los 3 meses (noviembre, diciembre y enero), en los 3 diferentes puntos, en la parte alta del río se obtuvo una media de 1.7 m³/s, en la parte media se obtuvo 1.69 m³/s y en la parte baja 1.37 m³/s. Se evidenció la disminución del caudal desde el punto alto al punto bajo debido a la contaminación antrópica que presenta el río.

12.8 Toma de muestras de diatomeas en la fase de campo

Se recolectaron muestras de diatomeas en tres puntos específicos a lo largo del río Aláquez que se muestra en la **Tabla 5**, en los cuales para el análisis cualitativo y cuantitativo se siguió lo propuesto por Lobo, *et al.* (2016); Se seleccionó de 3 a 5 piedras con superficies planas de 10 a 20 cm de diámetro, teniendo en cuenta que las piedras presentan una coloración café oscura en la superficie, posteriormente se procedió a colocar la piedra en un bandeja para poder cepillar la

parte superior de las piedras, evitando cepillar la parte inferior de la piedra la cual contiene erosión y sedimentación. Posteriormente se lavó con agua destilada con la ayuda de una pipeta plástica, recolectando aproximadamente 300ml de muestra en frascos de plástico previamente desinfectados y rotulados, por último se colocó las muestras en un cooler para su conservación este procedimiento se llevó a cabo para los 3 puntos de muestreo en los meses de noviembre diciembre 2020 y enero 2021, finalmente se transportó todas las muestras al laboratorio de la facultad de ciencias agropecuarias y recursos naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

12.9 Toma de muestras para análisis de parámetros en la fase de campo

Se recolectó muestras de agua en los 3 puntos específicos del río Aláquez para determinar los parámetros de calidad de agua del mismo, en primer lugar se desinfecto los 4 frascos de plástico en el cual se tomó directamente el agua de la superficie del río Aláquez, se recolectó aproximadamente 600ml de muestra en cada frasco, posteriormente en uno de los frascos se procedió a colocar 5 gotas de Ácido sulfúrico (H_2SO_4), por último se rotuló y se los colocó en un cooler para su debida conservación, este procedimiento se llevó a cabo en los 3 puntos de muestreo en los meses de noviembre y diciembre 2020, únicamente para el parámetro de análisis de clorofila se lo realiza en el mes de enero 2021, finalmente se transportó 3 de los frascos a laboratorios del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INHAMI) y el frasco sobrante a los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

12.10 Procesamiento de muestras de diatomeas en la fase de laboratorio

Todo el proceso de preparación y limpieza de diatomeas epilíticas en el laboratorio, se tomó de lo explicado por Lobo, *et al.* (2016), que a su vez ha sido adaptada de Round *et al.* (1993), A Review and Methods for the Use of Epilithic Diatoms for Detecting and Monitoring Changes in River Water Quality.

Para la preparación de diatomeas se tomó una muestra de cada punto, primero se colocó en tubos falcón 5ml de muestra específicamente la parte sedimentada del frasco y 10 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4), obteniendo un total de 15ml en el tubo falcón todo este procedimiento con la ayuda de una pipeta, En un vaso de precipitación se colocó pedazos de cerámica (evita el alto burbujeo al hervir), y se añadió agua hasta que los tubos con la muestra estén cubiertos, luego se llevó a una campana extractora de gases donde se puso a hervir en una estufa durante 60 minutos

a 90°C, Una vez que se la muestra se enfrió se colocó 0,04 gr de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) en cada tubo de ensayo, se llevó nuevamente al vaso de precipitación con los tubos falcón y se calentó en la estufa durante 60 minutos a 90°C, después se dejó reposar por 24 horas para poder seguir con el procedimiento. Luego del reposo de 24 horas, se centrifugo a 3.000 rpm durante 2 minutos y se retiró el sobrenadante con una pipeta Pasteur de plástico para agregar agua destilada hasta lograr los 10ml a manera de enjuague de la muestra y centrifugamos nuevamente y retiramos el sobrenadante. Este proceso se repitió 6 veces aproximadamente hasta que el agua destilada quedo de color transparente.

Una vez retirado el sobrenadante se colocó a la muestra 2 ml de ácido clorhídrico (HCl) y 10 ml de agua destilada, se agregó nuevamente en el vaso de precipitación y se puso a hervir durante 30 min en la campana extractora de gases. Una vez fría la muestra se centrifugo a 3.000 rpm durante 2 min y se retiró el sobrenadante, luego se añadió 10ml de agua destilada a modo de enjuague, se centrifugo y se retiró el sobrenadante nuevamente, este proceso se repitió 6 veces con la finalidad de retirar todo el HCl de la muestra y finalmente se dejó a la muestra con 2 ml de agua destilada.

Para la preparación de placas, se tomó dos gotas de la muestra, se colocó en los portaobjetos en la plancha de calentamiento a 50°C, se añadió de 2 a 3 gotas de agua destilada y dos gotas de alcohol al 70%, se esperó hasta que la muestra se secó. Después de secarse se tomó el cubre-objetos y se lo invirtió en un porta-objetos con 1 gota de Naphrax, que es un medio de montaje con un alto índice de refracción, luego se colocó nuevamente en la plancha de calentamiento a 200°C hasta su ebullición, después se retiró de la plancha de calentamiento y se procedió a presionar suavemente para un fijado homogéneo, finalmente fueron debidamente identificadas.

12.11 Identificación de diatomeas epilíticas

Para la identificación y conteo de diatomeas epilíticas se siguió el proceso establecido en la Norma Europea EN 14407 de agosto de 2004.

Procedimiento

Se usó un microscopio óptico con gran iluminación que permitió observar con nitidez y mayor detalle las diatomeas epilíticas.

Se realizó un barrido vertical lento en el portaobjetos , mediante el cual se tomó fotografías y se identificó a cada una de las diatomeas epilíticas presentes en cada una de las nueve placas, basándonos en la taxonomía de cada especie y comparándolas con distintas fuentes bibliográficas de estudios previos realizados el “Catálogo y claves de identificación de organismos fitobentónicos

utilizados como elementos de calidad en las redes de control del estado ecológico” de Saúl Blanco 2012, fue la principal fuente bibliográfica de identificación en la presente investigación .

Una vez identificadas se realizó otro barrido vertical lento en el portaobjetos en el que se recontó y se sumó las diatomeas epilíticas.

12.12 Utilización del índice trófico de calidad del agua (ITCA)

Para calcular el valor trófico de cada especie se utilizó un sistema preliminar propuesto por Lobo et al. (2014) el cual establece valores indicativos de 1, 2.5 y 4 a las diatomeas basándose en los valores de la abundancia relativa de especies y teniendo en cuenta el grado de tolerancia de cada especie a la eutrofización. A partir de los resultados obtenidos de abundancia relativa de especies y los valores tróficos de cada especie se determinó el índice trófico de la calidad de aguas usando la fórmula descrita a continuación:

Cálculo del Índice Trófico de calidad de aguas adaptado de Pantle y Buck (1955):

$$TWQI = \frac{\sum (vt. h)}{\sum h}$$

En donde

vt= valor trófico de especies

h= abundancia relativa de especies

Ejemplo de Calculo

1. Se obtienen las especies abundantes de cada punto, identificando especies consideradas raras, es decir, aquellas que al mínimo cambio desaparecen, y que tienen una abundancia relativa <1%,
2. Luego se procede a aplicar la formula.
3. En donde la abundancia relativa se divide el valor total para el número de individuos totales y esto por el 100%, una vez hecho esto se procede a la sumatoria del valor trófico de las especies (VT) por la abundancia relativa de las especies (h).
4. Obteniendo así valores desde el 1 al 10 con calificaciones adecuadas para calidad de agua (ver tabla 4).

Tabla 4

Relación entre el Índice Trófico de calidad de Agua (ITQA) y la calidad del agua

ITQA	Niveles de contaminación
1,0-1,5	Oligotrófico (contaminación despreciable)
1,5 -2,5	β -mesotrófico (contaminación moderada)
2,5 - 3,5	α -mesotrófico (contaminación fuerte)
3,5 - 4,0	Eutrófico (contaminación excesiva)

Nota: Dr. Lobo et al. (2014).

12.13 Toma de muestras de agua en la fase de campo

En cada punto identificado a lo largo del río Aláquez, se recolectó dos botellas de litro cada una llena de agua, cada botella obtenida de los puntos se conservó en un cooler y fue llevada al laboratorio respectivo para su análisis en un máximo de 12 horas.

12.14 Procesamiento de muestras de agua en la fase de laboratorio

Para el análisis de variables físico-químicas y microbiológicas se realizaron análisis in situ, únicamente de temperatura, con la ayuda de un termómetro industrial, para los demás parámetros se realizó el respectivo análisis en los laboratorios con el equipo medidor multiparámetro HACH de: pH (4500-B), conductividad (2510-B), oxígeno disuelto, para la turbidez (2130-B), coliformes fecales (conteo de colonias) y sólidos totales para el mes de noviembre, para el mes de diciembre se realizó los análisis en un laboratorio acreditado con distintas metodologías y métodos.

12.15 Determinación del Índice de Calidad de Agua (ICA)

Para la determinación del “ICA” se usaron 9 parámetros, los cuales son:

1. Coliformes Fecales (en NMP/100 mL)
2. pH (en unidades de pH)
3. Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO5 en mg/ L)
4. Nitratos (NO₃ en mg/L)
5. Fosfatos (PO₄ en mg/L)
6. Cambio de la Temperatura (en °C)
7. Turbidez (en NTU)
8. Sólidos disueltos totales (en mg/ L)

9. Oxígeno disuelto (OD en % saturación)

Los resultados obtenidos de los los 9 parámetros físicos, químicos y microbiológicos se introdujeron IQAData 2010 por medio del cual se determinó el índice de calidad del agua; arrojando valores que van del 0 al 100 para cada uno de los 9 puntos acumulados durante los dos meses de muestreo (noviembre y diciembre), posteriormente se calificó de acuerdo a la tabla 6, misma que evidencia rangos adecuados de ICA.

Ejemplo de Calculo

1. Un total de 3 muestreos fueron realizados durante 2 meses comprendidos entre noviembre y diciembre del 2020, con condiciones climáticas similares, exceptuando el mes de diciembre, que tuvo un nivel alto del río debido a altas precipitaciones durante casi todo el mes.

2. Los parámetros físicos-químicos obtenidos fueron realizados en laboratorio y evaluados a través de software IQAData usando la formula antes mencionada para determinar cuantitativamente la calidad de agua presente en cada punto en el río.

3. Evaluación general del ICA según IQAData en puntos 1, 2 y 3 del río. La evaluación general del ICA. El punto 1 con 55.98, considerado como limpio con una regular calidad de agua, el punto 2 con 47.34, considerado como medio con una mala calidad de agua; y, el punto 3 con 38.52 considerado como contaminado con una mala calidad de agua (ver tabla 5).

4. Los factores físicos-químicos que más influyeron en los puntos 2 y 3 respectivamente para ser categorizado como de mala calidad de agua fueron nitratos, fosfatos y coliformes fecales

Tabla 5.

Rangos para determinar el Índice de calidad del agua según Brown

Valor de ICA	Calificación
Excelente	91 – 100
Bueno	71 -90
Regular	51 – 70
Malo	26 – 50
Muy malo	0 – 25

Nota. (Posselt & Costa, 2010)

13. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

13.1 INDICADORES ABIÓTICOS

13.1.1 Análisis In Situ

Tabla 6

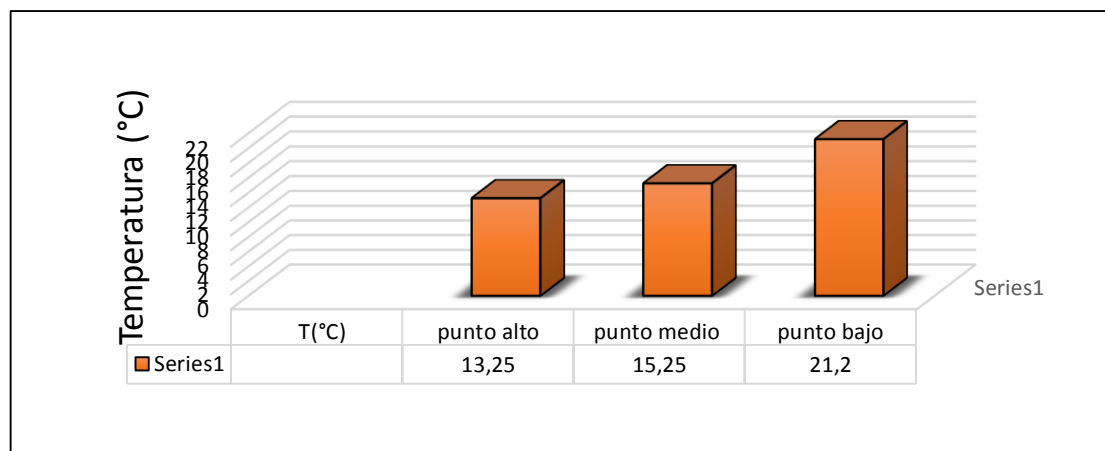
Valores de temperatura en 3 sitios de muestreo del río Aláquez. Dos meses

Temperatura °C		Noviembre	Diciembre	Media
Puntos	P 1	12,5	14,00	13,25
	P 2	14,5	16,00	15,25
	P 3	20,4	22,00	21,2

Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

Figura 2

Resultados promedio de Temperatura, para tres sitios de muestreo del río Aláquez.



Nota. La figura muestra las cifras de temperatura de los meses de noviembre y diciembre del punto alto, medio y bajo del río Aláquez Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés.

La temperatura en el río Aláquez muestra un cambio notable entre el punto alto y el punto bajo con una relación de 13°C Y 21°C, principalmente se debe a la descarga de aguas servidas de florícolas que son arrojadas directamente al río, provocando un ritmo acelerado de pérdida de biodiversidad acuática. Asimismo, es importante mencionar que la temperatura del agua superficial está influenciada por la hora en que se realiza la toma de muestras en el campo.

Tabla 7

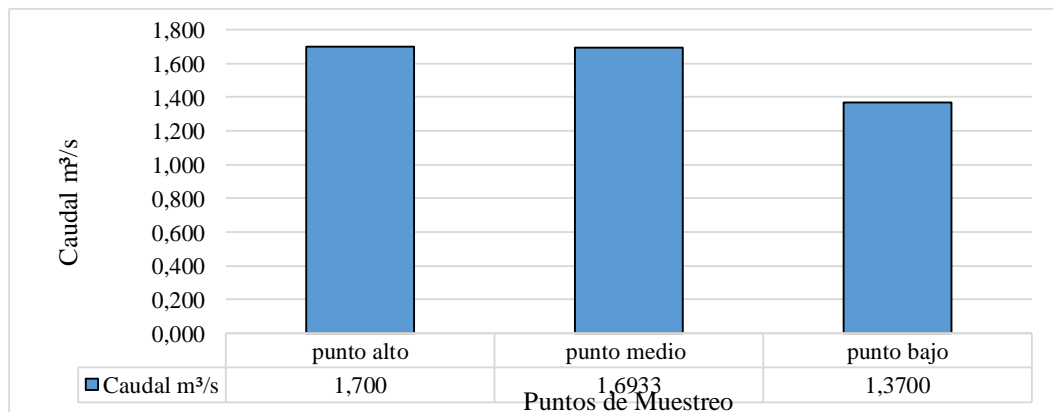
Valores de Caudal en 3 sitios de muestreo del río Aláquez. Tres meses

		Caudal (m ³ /s)			
		Noviembre	Diciembre	Enero	Media
Puntos	P 1	1.37	1.82	1.91	1.700
	P 2	1.52	1.84	1.72	1.693
	P 3	1.03	1.22	1.86	1.370

Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

Figura 3

Resultados promedio de Caudal, para tres sitios de muestreo del río Aláquez.



Nota. La figura muestra las cifras de Caudal de los meses de noviembre y diciembre del punto alto, medio y bajo del río Aláquez Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés.

Se puede visualizar que, para el punto alto, del mes de noviembre se registra un caudal de 1.700 m³/s debido a que no existe intervención de actividad humana, ni rastros de desechos que frenen el lapso del cauce. Además, se puede atribuir que en el mes de diciembre y enero su caudal aumentó drásticamente debido al incremento de precipitación.

Posterior a ello para el punto medio, del mes de noviembre se registra un caudal de 1.6933 m³/s, conjuntamente para el periodo de diciembre y enero los datos varían en aumento debido a las precipitaciones y al levantamiento de sedimentos hallados en el caudal.

Finalmente se puede visualizar en el punto bajo, del mes de noviembre se registra un caudal bajo, con un mínimo de 1.370 m³/s esta gran variabilidad en los caudales, se debe a la intervención de actividades humanas al igual que desechos e impurezas encontradas en el río.

Es importante para establecer el impacto que la descarga del efluente en un caudal constante, puede generar en la calidad del agua del río, puesto que en período de verano el factor de dilución es muy bajo.

13.1.2 Análisis en laboratorio.

Tabla 8

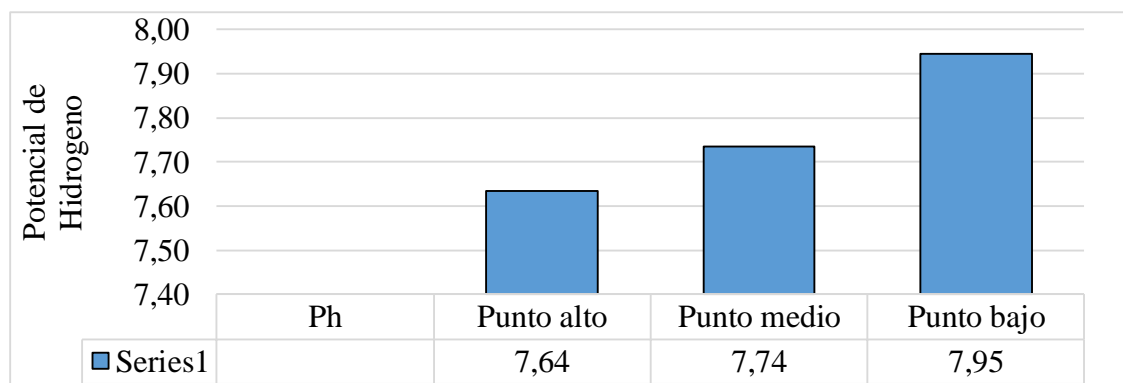
Valores de Potencial de Hidrógeno en 3 sitios de muestreo del río Aláquez. Dos meses

Potencial de Hidrógeno (pH)				
		Noviembre	Diciembre	Media
Puntos	P 1	7,7	7,57	7,64
	P 2	7,6	7,87	7,74
	P 3	8,62	7,27	7,95

Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

Figura 4

Resultados promedio de pH, para tres sitios de muestreo del río Aláquez



Nota. La figura muestra las cifras de pH de los meses de noviembre y diciembre del punto alto, medio y bajo del río Aláquez Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

El pH es un factor importante de calidad de agua en el río Aláquez esto se debe a que tiene valores mediados de 7.64 en el punto alto y 7.95 en el punto bajo encontrándose dentro de los límites máximos permisibles de 6 a 9 según Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 2: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios. Sin embargo, en los 3 puntos los valores mediados 7.64, 7.74, 7.95 no presentan una variación significativa encontrándose con tendencias al aumento de alcalinidad.

Tabla 9

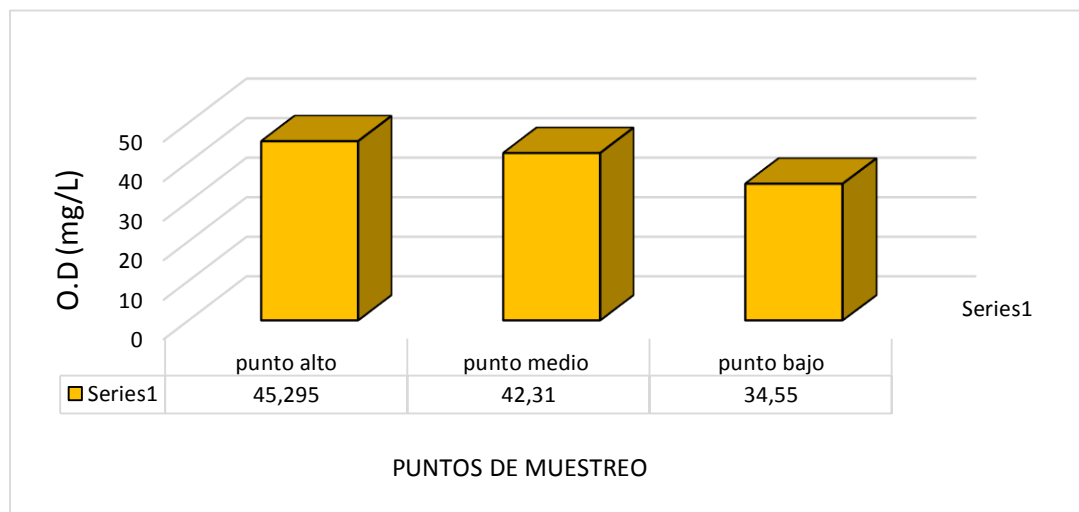
Valores de Oxígeno Disuelto en 3 sitios de muestreo del río Aláquez. Dos meses

		O.D (mg/L)		
		Noviembre	Diciembre	Media
Puntos	P 1	30,04	60,55	45,30
	P 2	20,03	64,59	42,31
	P 3	19,6	49,50	34,55

Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

Figura 5

Resultados promedio de Oxígeno Disuelto, para tres sitios de muestreo del río Aláquez



Nota. La figura muestra las cifras de oxígeno disuelto de los meses de noviembre y diciembre del punto alto, medio y bajo del río Aláquez Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés.

El oxígeno disuelto varía en un promedio de 45 mg/L en el punto limpio y 34 mg/L en el punto sórdido en proceso de disminución esto se debe principalmente al aumento de temperatura, que disminuye la cantidad de oxígeno disuelto en el río Aláquez, según la normativa del Acuerdo Ministerial N° 097-A TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua deben encontrar en rangos de no menor al 80% la cual los valores de 45.29, 42.31, 34.55 de los 3 puntos muestreados no cumplen con la normativa.

Tabla 10

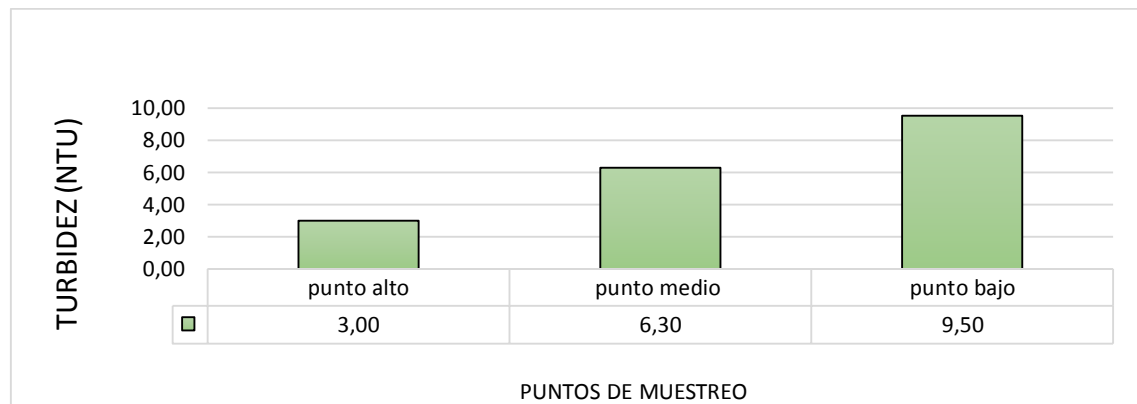
Valores de Turbidez Disuelto en 3 sitios de muestreo del río Aláquez. Dos meses

		<i>Turbidez (NTU)</i>		
		Noviembre	Diciembre	Media
Puntos	P 1	1,5	4,50	3,00
	P 2	1,2	11,40	6,30
	P 3	9,2	9,80	9,50

Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

Figura 6

Resultados promedio de Turbidez disuelto, para tres sitios de muestreo del río Aláquez



Nota. La figura muestra las cifras de turbidez de los meses de noviembre y diciembre del punto alto, medio y bajo del río Aláquez Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés.

La turbidez del agua es uno de los parámetros más relevantes en el control de la calidad del agua, se puede evidenciar claramente el aumento desde el punto limpio con un valor mediado de

3NTU con el punto sórdido con un valor mediado de 9.5NTU, esto se debe principalmente al aumento de lluvias en la provincia provocando erosión de suelos, sin embargo otro factor que influye es la contaminación antrópica que aumentan los sólidos dispersos y las partículas en suspensión en el agua, de acuerdo a la normativa TULSMA, donde el LMP para Turbiedad debe ser < 100 NTU los 3 puntos con valores 3, 6.30, y 9.50 se encontrarían cumpliendo la normativa correspondiente .

Tabla 11

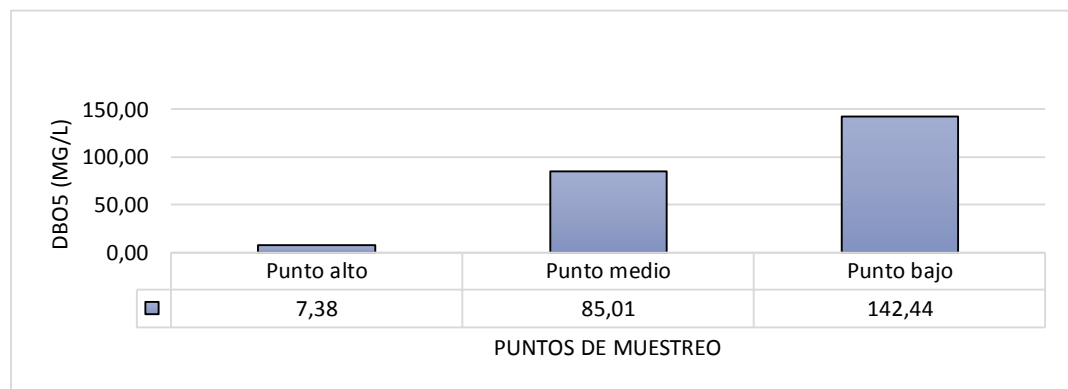
Valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno en 3 sitios de muestreo del río Aláquez. Dos meses

		<i>DBO5 (mg/L)</i>		
		Noviembre	Diciembre	Media
Puntos	P 1	0,8	13,96	7,38
	P 2	3,27	166,74	85,01
	P 3	4,74	280,14	142,44

Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

Figura 7

Resultados promedio de DBO5, para tres sitios de muestreo del río Aláquez



Nota. La figura muestra las cifras de Demanda Bioquímica de Oxígeno de los meses de noviembre y diciembre del punto alto, medio y bajo del río Aláquez Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés.

Según la Norma TULSMA del Libro VI Anexo I Calidad de agua el límite permisible para DBO5 debe ser <2 mg/l, o 20 %, por lo que dos resultados no cumplen los límites permisibles (LMP), el primer es en el punto medio en el mes de diciembre con un valor de 166.74 mg/L de <2 mg/L, de igual manera en el punto bajo en el mes de diciembre con un valor de 280.14 mg/L de <2 mg/L, principalmente se debe a la alta concentración de contaminantes aledaños al río la presencia de florícolas y lubricadoras en el sector más las fuertes precipitaciones durante el mes de diciembre que provocan lavados de suelos llevando más contaminantes al río Aláquez, sin embargo estos puntos no estarían en óptimas condiciones con relación a la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para oxidar la materia orgánica en el río .

Tabla 12

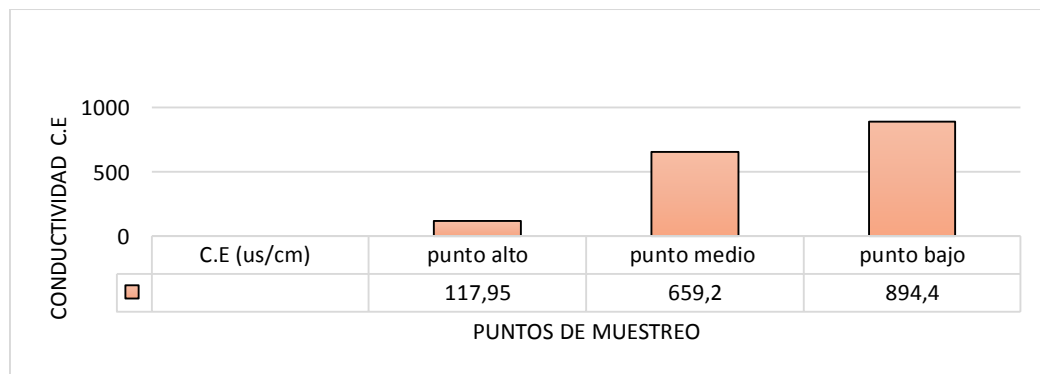
Valores de Conductividad en 3 sitios de muestreo del río Aláquez. Dos meses

		<i>Conductividad (us/cm)</i>		
		Noviembre	Diciembre	Media
Puntos	P 1	115,3	120,60	117,95
	P 2	529,6	788,80	659,20
	P 3	849,6	939,20	894,40

Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

Figura 8

Resultados promedio de conductividad, para tres sitios de muestreo del río Aláquez



Nota. La figura muestra las cifras de conductividad de los meses de noviembre y diciembre del punto alto, medio y bajo del río Aláquez Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés.

Como se verifica en la tabla la conductividad ha variado conforme el sitio de muestreo, encontrándose en rangos en el primer punto de 117,95 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el segundo punto 659.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el tercer punto con 894.4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ considerablemente en aumento durante el segundo mes, esto se debe principalmente porque aumenta la concentración de iones por la salinidad del agua y sobre todo por la presencia de sólidos totales, factores como la presencia de lluvia en la provincia pueden influenciar en lo anterior mencionado. Los valores de la conductividad eléctrica en los dos muestreos realizados en los 3 puntos, se encuentra que los valores están dentro del límite máximo permisible, pues sus promedios son están acuerdo a las normas europeas las aguas superficiales destinadas a ser potables no deben tener una conductividad superior a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El mencionado parámetro no se establece en la Legislación Ambiental Ecuatoriana dentro del TULSMA, pero es necesario para determinar la cantidad de sales.

Tabla 13

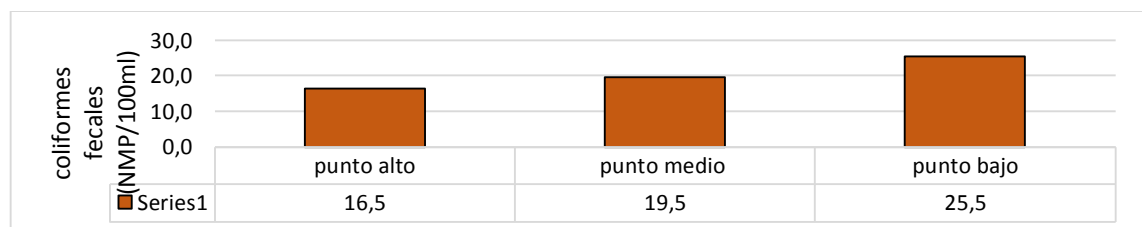
Valores de Coliformes Fecales en 3 sitios de muestreo del río Aláquez. Dos meses

<i>Coliformes Fecales (NMP/100 ml)</i>				
		Noviembre	Diciembre	Media
Puntos	P 1	10.0	23.0	16.5
	P 2	16.0	23.0	19.5
	P 3	28.0	23.0	25.5

Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

Figura 9

Resultados promedio de coliformes fecales, para tres sitios de muestreo del río Aláquez



Nota. La figura muestra las cifras de coliformes fecales de los meses de noviembre y diciembre del punto alto, medio y bajo del río Aláquez Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés.

Como se puede evidenciar en los 3 puntos del mes de noviembre se obtuvieron diferentes datos el punto alto con un valor de 10.0 NMP/100ml ; el punto medio de 16.0 NMP/100ml y el punto bajo de 28.0 NMP/100ml , estos datos guardan relación a cada punto llegando con resultados altos en el punto bajo por la gran presencia de polución principalmente por las descargas de aguas servidas del sector ,durante el mes de diciembre se obtuvo datos similares para los 3 puntos de muestreo con un valor de 23 NMP/100ml , esto se debe a que el este mes han ido aumentando las precipitaciones , que a su vez generan un fenómeno de lavado de suelos incorporando al río la urea contenida en las excretas del ganado, (actividades pecuarias) aledañas al río que fueron arrastradas respectivamente desde el punto alto pasando por el punto medio y llegando al punto bajo .sin embargo los resultados obtenidos cumplen con los límites máximos permisibles (LMP) de la Norma TULSMA, encontrándose con valores bajo los 1000 NMP/100ml que establece la normativa ecuatoriana .

Tabla 14

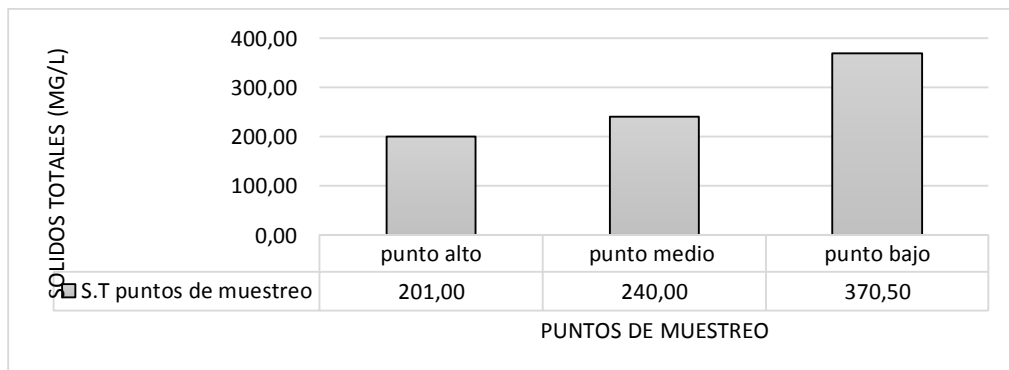
Valores de Sólidos Totales en 3 sitios de muestreo del río Aláquez. Dos meses

		<i>Sólidos Totales (mg/L)</i>		
		Noviembre	Diciembre	Media
Puntos	P 1	200	202	201.00
	P 2	250	230	240.00
	P 3	401	340	370.50

Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

Figura 10

Resultados promedio de Sólidos Totales, para tres sitios de muestreo del Río Aláquez



Nota. La figura muestra las cifras de sólidos totales de los meses de noviembre y diciembre del punto alto, medio y bajo del río Aláquez Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés.

Según los rangos obtenidos durante los dos meses de muestreo se puede notar rangos altos de sólidos totales en el punto 3 con 370.50 mg/L, esto sucede a la gran presencia de materia orgánica con descargas de agua residuales crudas municipales con alta carga de contaminantes las fuertes lluvias también influyen al aumento de partículas en suspensión, por otra parte la presencia de lubricadoras aportan grasas y aceites que no permiten la introducción de luz solar en el cauce afectando gravemente la vida acuática. Sin embargo, la concentración de sólidos disueltos totales en el río Aláquez, está bajo el Límites Máximos Admisibles (LMA=500 mg/L) y Límites Máximos Permisibles (LMP =1000mg/L), de la Norma TULSMA.

Tabla 15

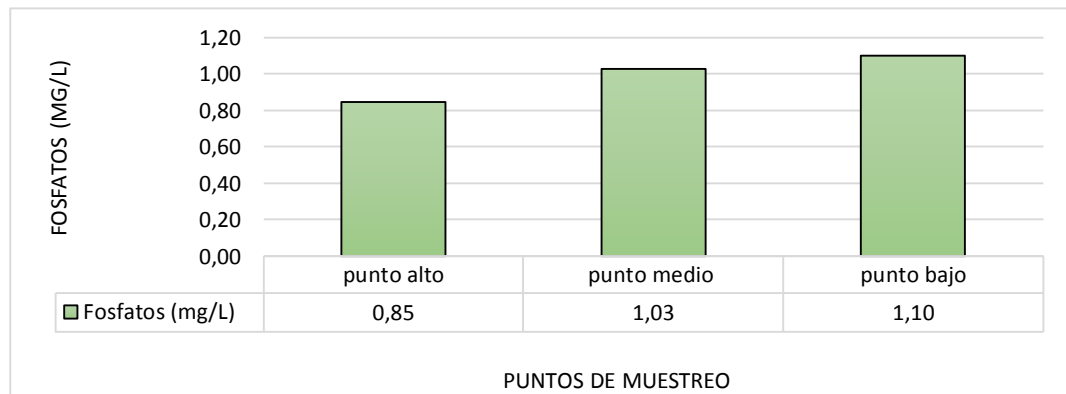
Valores de Fosfatos en 3 sitios de muestreo del río Aláquez. Dos meses

		<i>Fosfatos (mg/L)</i>		
		Noviembre	Diciembre	Media
Puntos	P 1	0.465	1.23	0.85
	P 2	0.827	1.23	1.03
	P 3	0.971	1.23	1.10

Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

Figura 11

Resultados promedio de fosfatos, para tres sitios de muestreo del Río Aláquez



Nota. La figura muestra las cifras de fosfatos de los meses de noviembre y diciembre del punto alto, medio y bajo del río Aláquez Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés.

La presencia de fosfatos es un factor importante dentro de la calidad de agua del río Aláquez durante los 3 puntos de muestreo en los dos meses se presenta valores de P1: 0.85 mg/L, P2: 1.03 mg/L, y P3: 1.10 mg/L no hay una variable significativa, sin embargo la presencia de fosfatos se debe a los elementos químicos de actividades agropecuarias que se encuentran a lo largo de los puntos muestreados, principalmente en el punto bajo apreciando gran cantidad de algas ya que 1 gramo de fosfato-fósforo ($\text{PO}_4\text{-P}$) provoca el crecimiento de hasta 100 g de algas.

Tabla 16

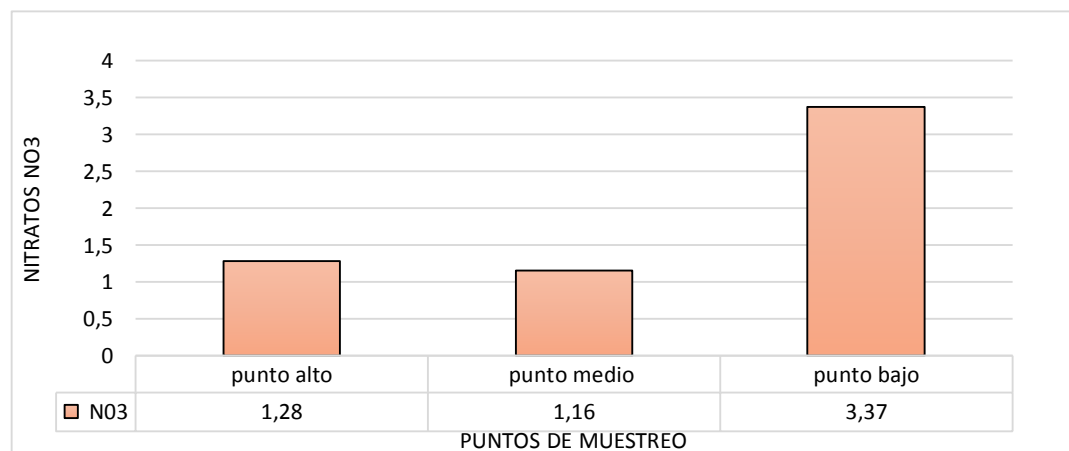
Valores de Nitratos en 3 sitios de muestreo del río Aláquez. Dos meses

		<i>Nitratos (mg/L)</i>		
		Noviembre	Diciembre	Media
Puntos	P 1	0.05	2.51	1.28
	P 2	0.08	2.24	1.16
	P 3	1.36	5.38	3.37

Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

Figura 12

Resultados promedio de Nitratos, para tres sitios de muestreo del Río Aláquez



Nota. La figura muestra las cifras de nitratos de los meses de noviembre y diciembre del punto alto, medio y bajo del río Aláquez Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés.

Como se evidencia en la tabla durante el segundo mes hay rangos de aumento considerables en el punto limpio con 2.51 mg/L en el punto medio con 2.24 mg/L y en el punto 3 con 5.38 mg/L principalmente se debe al aumento de lluvias que han generado un fenómeno de lavado de suelos incorporando al río la urea contenida en las excretas del ganado, y de otras actividades agropecuarias aledañas al río las cuales contienen urea y está a su vez se transforma en nitratos. Sin embargo, los rangos mencionados anteriormente se encuentran dentro de los límites permisibles de la normativa ecuatoriana TULSMA con un rango de máximo permisible a los 13 mg/L.

Tabla 17

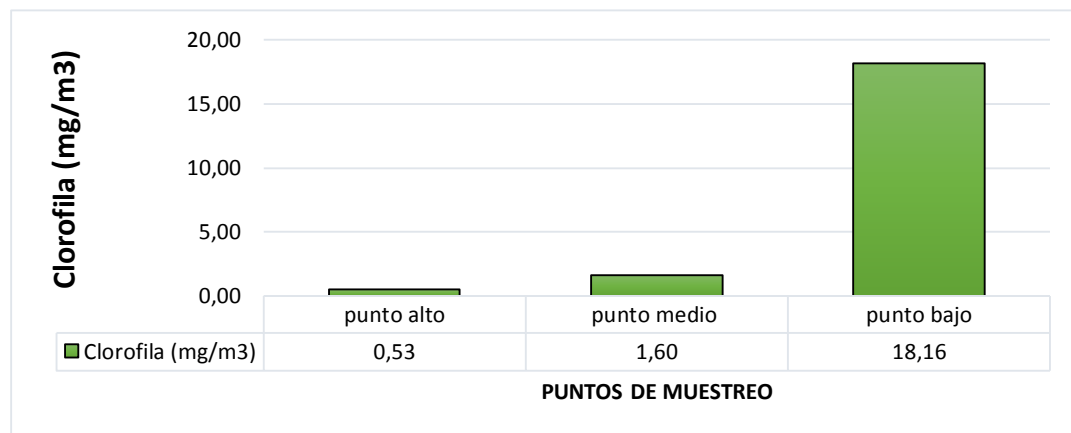
Valores de Clorofila en 3 sitios de muestreo del río Aláquez. Dos meses

		<i>Clorofila (mg/L)</i>		
		Diciembre	Enero	Media
Puntos	P 1	0.801	0	0.53
	P 2	0	3	1.60
	P 3	0.801	36	18.16

Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

Figura 13

Resultados promedio de Clorofila, para tres sitios de muestreo del Río Aláquez



Nota. La figura muestra las cifras de clorofila de los meses de noviembre y diciembre del punto alto, medio y bajo del río Aláquez Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés.

La clorofila es un resultado adicional, que sirve para ver la distribución de diatomeas en cada uno de los puntos, se observa como la clorofila se relaciona directamente con las especies más abundantes en los 3 puntos, en donde existe mayor eutrofización, es decir en el punto alto menor grado de eutrofización y en el punto bajo mayor grado de eutrofización, ya que es el más contaminado.

Como se observa en la tabla 18, para el punto alto se obtuvo un valor promedio de 0,53 mg/L, mientras que para el punto medio se despliega un promedio de 1,60 mg/L y para el punto bajo muestra un valor promedio de 18,16 mg/L, estos resultados se evidencian claramente en el Gráfico 13 muestran una variable de Índice de estado trófico (ITS) respecto a los caudales registrados, observándose las concentraciones de clorofila, aumentando ligeramente en forma lineal del punto alto al punto medio, sin embargo para el punto bajo la carga contaminante se produce de manera constante e invariable con respecto al caudal del río Aláquez. Por lo tanto, el impacto en el nivel de eutrofización es alto en base al exceso de nutrientes inorgánicos procedentes de actividades antrópicas.

13.1.2 ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA

El Índice de Calidad de Agua - ICA - adopta para condiciones óptimas un valor máximo determinado de 100, que va disminuyendo con el aumento de la contaminación de agua en estudio.

Tabla 18

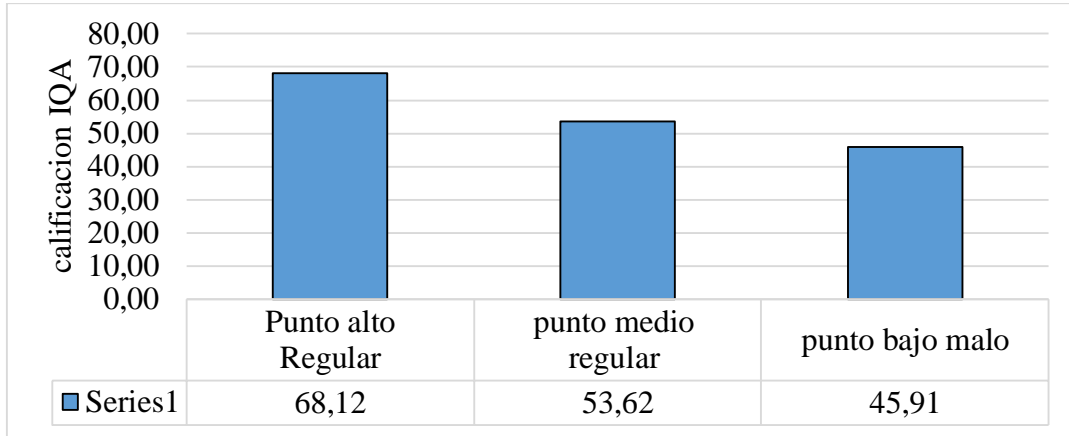
Resultados obtenidos según el IQA-DATA en los puntos de muestreo ubicados en el río

Puntos	Valor de IQA	Calificación
P1 Noviembre	75.99	BUENO
P2 Noviembre	67.09	REGULAR
P3 Noviembre	55.41	REGULAR
P1 Diciembre	60.24	REGULAR
P2 Diciembre	40.15	MALO
P3 Diciembre	36.40	MALO

Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés.

Figura 14

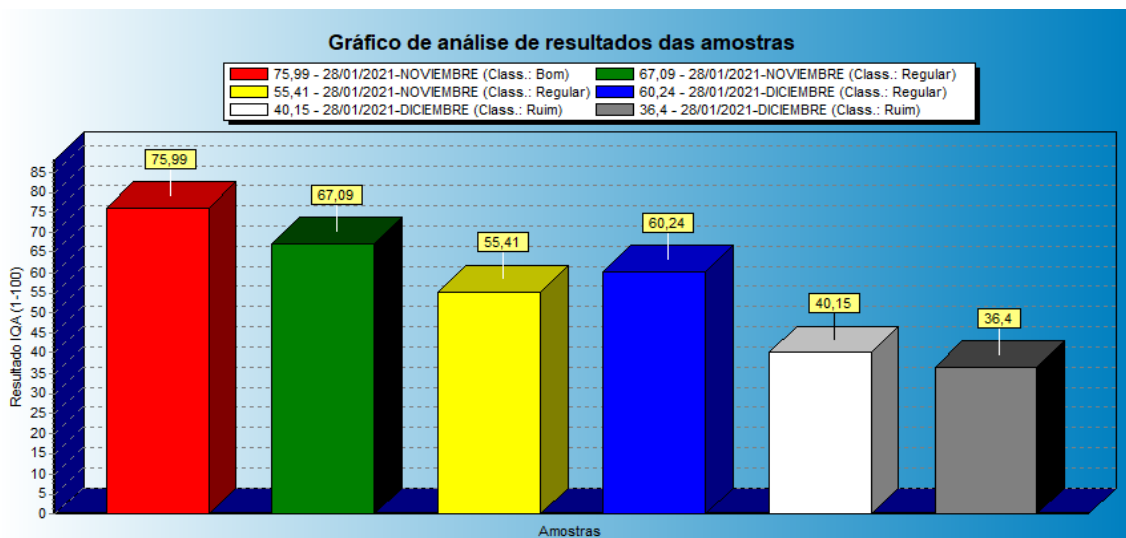
Resultados promedio de ICA, para tres sitios de muestreo del río Aláquez



Nota. La figura muestra las cifras de calificación IQA de los meses de noviembre y diciembre del punto alto, medio y bajo del río Aláquez Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés.

Figura 15

Análisis de resultado de las muestras de agua, durante los meses de noviembre, diciembre del 2020



Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés.

Los resultados obtenidos mediante la evaluación de los parámetros correspondientes a la calidad del agua (ICA), para los nueve parámetros físicos, químicos y microbiológicos durante los

meses de noviembre y diciembre. Se llevaron a cabo en el laboratorio de la carrera de Ingeniería en medio Ambiente de la Universidad Técnica de Cotopaxi, laboratorio del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) y ALS Global Laboratorio Ambiental del Ecuador, evidenciándose en el gráfico 13. El resultado promedio del mes de noviembre y diciembre para el punto alto es de 68,12 con una calificación de ICA Regular, es decir que este valor alto necesita un método de purificación leve para el consumo humano, el punto medio en el sector de Aláquez posee un valor de 53,62 obteniendo una calificación de ICA Regular considerado como un recurso de dudoso consumo humano previsto que tiene índices de contaminación, Dentro de la ciudad de Latacunga se presenta el punto bajo obtuvo un resultado de 45,91 con una calificación de ICA Malo, debido a la reducción del caudal del río y a su vez la contaminación por medio de las descargas de aguas residuales y la aglomeración de desperdicios, provocando que el agua no sea apta para consumo humano.

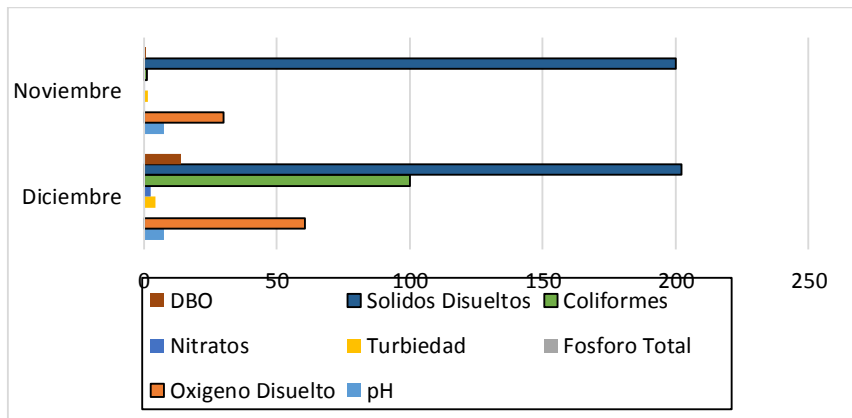
- **Variables que representan mayor impacto en la calificación del índice de calidad del agua (IQA)**

Los valores de las variables que representan mayor impacto en la calificación del índice de calidad del agua, fueron tomados de la diferencia de resultado que hubo entre el resultado y el resultado máximo del (ICA), permitiendo obtener el porcentaje de representación de cada parámetro.

- **Punto uno (punto alto)**

Figura 16

Variables con mayor impacto obtenidas durante los muestreos de noviembre y diciembre del 2020- 2021 en el río “Aláquez”, punto alto.



Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

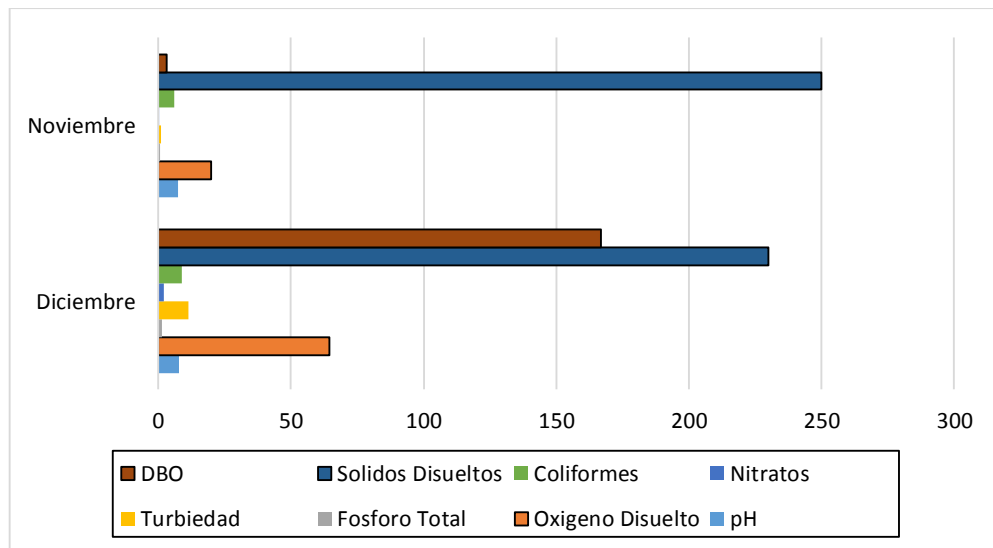
Los parámetros que poseen un alto margen para la determinación de la calidad del agua ICA, en el punto alto del mes de noviembre y diciembre es el Sólido disuelto con un valor de 200 mg/L aportando para determinar el ICA.

En el mes de diciembre, existe una variación de coliformes fecales con un valor de 100 NMP /100 mL, debido al aumento de precipitación e incremento de materia orgánica presente en el cauce del río, de igual manera se presentó una variación de Oxígeno disuelto con un valor de 60,55 mg/L, aportando para determinar el ICA como se muestra en el gráfico 15.

- **Punto dos (punto medio)**

Figura 17

Variables con mayor impacto obtenidas durante los muestreos de noviembre y diciembre del 2020- 2021 en el río “Aláquez”, punto medio.



Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

Las variables que poseen mayor representación para la determinación del índice de calidad del agua en el punto medio en el mes de noviembre son: Sólidos disueltos que tiene un valor de 250 mg/L aportando para determinar el ICA, a su vez el oxígeno disuelto que tiene un valor de 20,03 aporte para determinar el ICA como se muestra en el gráfico 16.

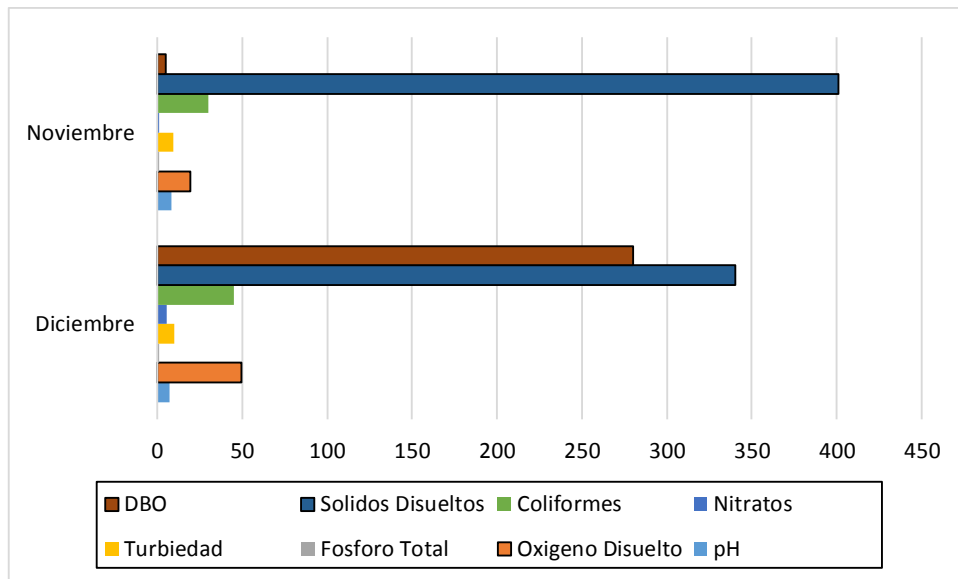
En el mes de diciembre, Sólidos disueltos que tiene un valor de 230 mg/L aportando para determinar el ICA, a su vez la Demanda Bioquímica tiene un valor de 166,74 mg/L que aporte para determinar el ICA.

Además, posee una variable representativa de turbiedad, tiene un tiene un valor de 64,59 representando un aporte para determinar el ICA.

- **Punto tres (punto bajo)**

Figura 18

Variables con mayor impacto obtenidas durante los muestreos de noviembre y diciembre del 2020- 2021 en el río “Aláquez”, punto bajo.



Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

En el mes de noviembre existe una variable representativa, Sólidos disueltos que tiene un valor de 401 mg/L aportando para determinar el ICA, a su vez existe una variación de Coliformes Fecales que tiene un valor de 30 NMP /100 mL que aporte para determinar el ICA.

En el mes de diciembre existe una variable representativa, Sólidos disueltos que tiene un valor de 340 mg/L aportando para determinar el ICA, a su vez la Demanda Bioquímica de tiene un valor de 280,14 mg/L que aporte para determinar el ICA, como se muestra en el gráfico 17.

13.2 INDICADORES BIÓTICOS

Se identificaron un total de 58 especies de diatomeas epilíticas en los tres puntos de muestreo durante los meses de noviembre, diciembre 2020 y enero 2021

Tabla 19

Especies de diatomeas epilíticas encontradas en el punto uno

#	Nombre	Noviembre	Diciembre	Enero	Especies abundantes
1	<i>Achnantheidium affine</i>	2	5	22	29
2	<i>Achnantheidium macrocephalum</i>	2	26	59	87
3	<i>Bacillaria paxillifer</i>	0	0	42	42
4	<i>Brachysira aponina</i>	0	15	50	65
5	<i>Cocconeis euglypta</i>	0	0	40	40
6	<i>Craticula accomoda</i>	0	7	62	69
7	<i>Cymatopleura elliptica</i>	0	4	79	83
8	<i>Cymbella excisiformis</i>	2	0	0	2
9	<i>Cymbella tumida</i>	1	0	0	1
10	<i>Fragilaria arcus</i>	1	10	40	51
11	<i>Fragilaria nanana</i>	0	0	11	11
12	<i>Fragilaria voucheriae</i>	1	12	59	72
13	<i>Frustulia rhomboides</i>	0	15	23	38
14	<i>Frustulia vulgaris</i>	0	22	20	42
15	<i>Gomphonema parvulum</i>	3	28	98	129
16	<i>Navicula lanceolata</i>	7	16	36	59
17	<i>Navicula rhynchocephala</i>	0	0	5	5
18	<i>Navicula streckeriae</i>	0	3	39	42
19	<i>Navicula tripunctata</i>	5	0	10	15
20	<i>Nitzschia dissipata</i>	0	0	13	13
21	<i>Nitzschia vitrea</i>	1	18	2	21
22	<i>Pinnularia subbrevistriatta</i>	0	1	69	70
23	<i>Pinnularia borealis</i>	0	0	1	1
24	<i>Reimeria uniseriata</i>	2	12	33	47
25	<i>Thalassiosira pseudonana</i>	6	0	1	7
TOTAL					1041

Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

En el punto uno se identificaron 25 especies de diatomeas de las cuales 7 son abundantes: *Achnantheidium macrocephalum*; *Brachysira aponina*; *Craticula accomoda*; *Cymatopleura elliptica*; *Fragilaria voucheriae*; *Gomphonema parvulum*; *Pinnulari subbrevistriatta*.

Tabla 20

Especies de diatomeas epilíticas encontradas en el punto dos

#	Nombre	Noviembre	Diciembre	Enero	Especies abundantes
1	<i>Achnanthydium pyrenaicum</i>	2	19	2	23
2	<i>Cocconeis euglypta</i>	0	23	94	117
3	<i>Cocconeis pediculus</i>	0	10	190	200
4	<i>Fragilaria arcus</i>	0	0	23	23
5	<i>Fragilaria capucina</i>	0	0	5	5
6	<i>Frustulia rhomboides</i>	0	18	11	29
7	<i>Frustulia vulgaris</i>	20	50	105	175
8	<i>Gomphonema parvulum</i>	3	71	26	100
9	<i>Melosira varians</i> Ag	1	0	2	3
10	<i>Meridion circulare</i>	0	10	5	15
11	<i>Navicula caterva</i>	10	69	103	182
12	<i>Navicula cryptocephala</i>	0	0	15	15
13	<i>Navicula gregaria</i>	2	10	44	56
14	<i>Navicula kotschyi</i>	0	47	9	58
15	<i>Navicula lanceolata</i>	10	10	80	100
16	<i>Navicula riediana</i>	5	8	0	13
17	<i>Navicula vulpina</i>	0	0	6	6
18	<i>Nitzschia</i> <i>fi</i> <i>lifformis</i>	0	4	10	14
19	<i>Nitzschia linearis</i>	2	2	3	7
20	<i>Nitzschia soratensis</i>	13	66	69	91
21	<i>Nitzschia vítrea</i>	0	5	19	24
22	<i>Planothidium frequentissimum</i>	11	1	50	62
23	<i>Pinnularia borealis</i>	2	13	30	45
24	<i>Thalassiosira pseudonana</i>	1	103	19	123
TOTAL					1486

Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

En el punto dos se identificaron 24 especies de diatomeas de las cuales 11 son abundantes: *Cocconeis euglypta*; *Cocconeis pediculus*; *Frustulia vulgaris*; *Gomphonema parvulum*; *Navicula caterva*; *Navicula gregaria*; *Navicula kotschyi*; *Navicula lanceolata*; *Nitzschia soratensis*; *Planothidium frequentissimum*; *Thalassiosira pseudonana*

Tabla 21*Especies de diatomeas epilíticas encontradas en el punto tres*

#	Nombre	Noviembre	Diciembre	Enero	Especies abundantes
1	<i>Achnantes conspicua</i>	5	13	9	27
2	<i>Achnanthidium minutissimum</i>	4	9	19	32
3	<i>Aulacoseira ambigua</i>	1	5	18	24
4	<i>Bacillaria paxillifera</i>	4	5	16	25
5	<i>Brachysira vitrea</i>	0	11	19	30
6	<i>Cocconeis euglypta</i>	1	10	15	26
7	<i>Encyonopsis cesatii</i>	8	33	11	52
8	<i>Fragilaria arcus</i>	0	10	18	28
9	<i>Fragilaria capucina</i>	0	17	18	35
10	<i>Fragilaria nanana</i>	8	10	9	27
11	<i>Fragilaria vauchariae</i>	5	10	13	28
12	<i>Fragilaria voucheriae</i>	2	18	6	26
13	<i>Frustulia rhomboides</i>	3	29	50	82
14	<i>Frustulia vulgaris</i>	7	6	12	25
15	<i>Gomphonema lagenula</i> var.	15	8	8	31
16	<i>Gomphonema lagenula</i>	1	5	19	25
17	<i>Gomphonema pumilum</i>	1	13	13	27
18	<i>Melosira varians</i> Ag	15	4	8	27
19	<i>Navicula caterva</i>	0	30	16	46
20	<i>Navicula contenta</i>	19	30	70	119
21	<i>Navicula cryptocephala.</i>	1	70	20	91
22	<i>Navicula cryptotenella.</i>	3	7	19	29
23	<i>Navicula ingenua</i>	0	87	26	113
24	<i>Navícula streckeræ</i>	4	7	16	27
25	<i>Navicula tripunctata</i>	8	10	29	47
26	<i>Nitzschia inconspicua.</i> Grunow	0	8	16	24
27	<i>Nitzschia sigmoidea</i>	0	13	12	25
28	<i>Peronia fibula</i>	17	33	50	100
29	<i>Pleurotaenium ehrenbergii</i>	0	16	13	29
30	<i>Rhabdonema arcuatum</i>	0	12	14	26

31	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	0	13	15	28
32	<i>Staurosirella pinnata</i>	10	70	90	170
33	<i>Synedra goulardii</i>	3	5	19	27
34	<i>Synedra sp</i>	0	18	10	28
35	<i>Thalassiosira pseudonana</i>	5	10	14	29
TOTAL		1535			

Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

En el punto tres se identificaron 35 especies de diatomeas de las cuales 13 son abundantes: *Achnantheidium minutissimum*; *Brachysira vitrea*; *Encyonopsis cesatii*; *Fragilaria capucina*; *Frustulia rhomboides*; *Gomphonema lagenula var.*; *Navicula caterva*; *Navicula contenta*; *Navicula cryptocephala.*; *Navicula ingenua*; *Navicula tripunctata*; *Peronia fibula*; *Staurosirella pinnata*

13.2.1 ÍNDICE TRÓFICO DE CALIDAD DEL AGUA

Para la determinación del índice trófico de calidad del agua se asignaron valores tróficos a las especies abundantes que se encontraron en cada punto de muestreo, obteniendo los siguientes resultados:

$$ITCA = (vt * \%h) / h$$

Tabla 22

Determinación del índice trófico de calidad de agua para el punto uno

Nombre	Especies abundantes	Valor trófico	Abundancia relativa
<i>Achnantheidium macrocephalum</i>	87	5	8.36
<i>Brachysira aponina</i>	65	5	6.24
<i>Craticula accomoda</i>	69	1	6.63
<i>Cymatopleura elliptica</i>	83	3	7.97
<i>Fragilaria voucheriae</i>	72	1	6.92
<i>Gomphonema parvulum</i>	129	5	12.39
<i>Pinnularia subbrevistriatta</i>	70	4	6.72
ITCA	1,43	Oligotrófico (Polución despreciable)	

Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

Tabla 23

Determinación del índice trófico de calidad de agua para el punto dos

Nombre	Especies abundantes	Valor trófico	Abundancia relativa
<i>Cocconeis euglypta</i>	117	4	4.28
<i>Cocconeis pediculus</i>	200	4	7.31
<i>Frustulia vulgaris</i>	175	4	6.40
<i>Gomphonema parvulum</i>	100	5	3.65
<i>Navicula caterva</i>	182	3	6.65
<i>Navicula gregaria</i>	56	3.4	2.05
<i>Navicula kotschyi</i>	58	3	2.12
<i>Navicula lanceolata</i>	100	3.8	3.65
<i>Nitzschia soratensis</i>	91	3	3.33
<i>Planothidium frequentissimum</i>	62	3.4	2.27
<i>Thalassiosira pseudonana</i>	123	2	4.50
	1,83		
ITCA			β -mesotrófico (contaminación moderada)

Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

Tabla 24

Determinación del índice trófico de calidad de agua para el punto tres

Nombre	Especies abundantes	Valor trófico	Abundancia relativa
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	29	5	1.06
<i>Brachysira vitrea</i>	30	5	1.10
<i>Encyonopsis cesatii</i>	52	5	1.90
<i>Fragilaria capucina</i>	30	4.5	6.21
<i>Frustulia rhomboides</i>	82	5	3
<i>Gomphonema lagenula</i>	29	2	1.06
<i>Navicula caterva</i>	46	3	1.68
<i>Navicula contenta</i>	119	3.5	4.35
<i>Navicula ingenua</i>	113	4	4.13
<i>Navicula cryptocephala</i>	91	3.5	3.33
<i>Navicula tripunctata</i>	47	4.5	1.72

<i>Peronia fibula</i>	100	3	3.65
<i>Staurosirella pinnata</i>	170	4.5	6.21
<i>ITCA</i>	2,53	α -mesotrófico (Polución fuerte)	

Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

De las especies abundantes encontradas se consideró como bioindicadores a las presentes exclusivamente en cada punto de muestreo como se muestra en la tabla:

Tabla 25

Especies de diatomeas bioindicadores en cada punto de muestreo

Especies Punto uno	Especies Punto dos	Especies Punto tres
<i>Achnantheidium macrocephalum</i>	<i>Cocconeis euglypta</i>	<i>Achnantheidium minutissimum</i>
<i>Brachysira aponina</i>	<i>Cocconeis pediculus</i>	<i>Brachysira vitrea</i>
<i>Craticula accomoda</i>	<i>Frustulia vulgaris</i>	<i>Encyonopsis cesatii</i>
<i>Cymatopleura elliptica</i>	<i>Gomphonema parvulum</i>	<i>Fragilaria capucina</i>
<i>Fragilaria voucheriae</i>	<i>Navicula caterva</i>	<i>Frustulia rhomboides</i>
<i>Gomphonema parvulum</i>	<i>Navicula gregaria</i>	<i>Gomphonema lagenula</i>
<i>Pinnularia subbrevistriata</i>	<i>Navicula kotschy</i>	<i>Navicula caterva</i>
	<i>Navicula lanceolata</i>	<i>Navicula contenta</i>
	<i>Nitzschia soratensis</i>	<i>Navicula ingenua</i>
	<i>Planothidium frequentissimum</i>	<i>Navicula cryptocephala</i>
	<i>Thalassiosira pseudonana</i>	<i>Navicula tripunctata</i>
		<i>Peronia peronia</i>
		<i>Staurosirella pinnata</i>

Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

Tabla 26

Relación entre el Índice Trófico de calidad de Agua (ITQA) y la calidad del agua.

ITQA	Niveles de contaminación
1,0-1,5	Oligotrófico (contaminación despreciable)
1,5 -2,5	β -mesotrófico (contaminación moderada)
2,5 - 3,5	α -mesotrófico (contaminación fuerte)
3,5 - 4,0	Eutrófico (contaminación excesiva)

Nota: Lobo et al (2014)

14. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el trabajo de investigación para el índice de calidad de agua (ICA) se relacionan con los niveles de contaminación con el índice trófico de calidad (ITCA) de las especies de diatomeas epilíticas encontradas en los 3 puntos de muestreo del río, para el ICA en el punto alto se obtuvo un resultado de 68.12 indicando una calificación regular, para el punto medio una calificación de 53.62 indicando una calificación regular y para el punto bajo una calificación de 45.91, indicando una calificación mala ,luego lo comparamos con el (ITCA) mediante las respectivas tablas para el punto alto con un valor de 1.43 con una calificación oligotrófica es decir una polución despreciable ,para el punto medio con una calificación de 1.83 decir β -mesotrófico(contaminación moderada) y para el punto bajo con un valor de 2.53 con una calificación α -mesotrófico (contaminación fuerte) ,es decir que el punto medio y bajo se asocian a los dos índices de calidad ICA e ITCA ya que a medida que siguen aumentando los diferentes parámetros físicos químicos y microbiológicos aumenta la cantidad de individuos de diatomeas epilíticas en estos puntos.

En el punto 3 las calificaciones para el ICA fueron de calificación malo de igual manera para el ITCA fueron de calificación α -mesotrófico (contaminación fuerte), esto se debe principalmente a los vertidos directos de los alcantarillados del sector más los químicos inorgánicos de florícolas y de cultivos de tubérculos (papas, brócoli, zanahoria), la gran presencia de basura en

el que se ha convertido el río llevándolo a que lo consideren como un botadero y por último la gran presencia de animales de todo tipo expuesto a lo largo del cauce provocando que toda la urea y heces provenientes de estos animales vayan de forma directa al río alterando factores como nitratos y fosfatos y sobre todo modificando el oxígeno en el agua provocando la creación de nuevos patógenos que afectan notablemente la salud de las personas .

Sin embargo en el punto 1 las calificaciones para el ICA fueron de calificación regular y para el ITCA calificación oligotrófica con polución despreciable, por lo que no guardan relación esto se debe principalmente a que algunos parámetros físico químicos fueron alterados por la presencia de lavado de suelos que alteraron de forma negativa la calidad del río, pero no modifico el grado de eutrofización en las especies, lo que quiere decir que en su mayoría las diatomeas epilíticas encontradas en el punto uno son resistentes a cambios drásticos del agua, considerando así que las interacciones espaciales y temporales de los factores fisicoquímicos son el principal elemento a la hora de determinar la composición de las especies.

Las especies *Brachysira aponina* y *Craticula accomoda* se ha reportado como habitantes frecuentes de ríos oligotróficos a β -mesotróficos, estas se encuentran presentes exclusivamente en el punto uno, estos resultados coinciden con (Carmona et al., 2016) que desarrollo el estudio del valor indicador de las comunidades de algas bentónicas: una propuesta de evaluación y aplicación en el río magdalena, ciudad de México donde afirma que Diatoma *Brachysira* son habitantes frecuentes de ríos oligotróficos a mesotróficos teniendo como principal característica su adaptación a bajas temperatura y flujo de agua continuo.

Se considera que cuanto mayor es la diversidad y abundancia de especies existentes en el medio, las aguas son de mejor calidad; en este sentido, la diversidad de diatomeas encontrada es alta, por lo que es un indicativo de la calidad en que se encuentran las aguas del río Alaquéz en los sectores muestreados sobre todo en el punto bajo y esto se debe a la presencia de degradación de materia orgánica e inorgánica.

Análisis comparativo de los resultados físico químicos con la Normativa Ecuatoriana

Tabla 27

Comparación de los resultados Físicos – Químicos y Microbiológicos

Parámetro analizado	Unidad	RESULTADOS DE ANÁLISIS – río Aláquez								Criterios de Resultados - Comparación					
		Parque Nacional Cotopaxi		Quebrada Gallinazohuaicu		Latacunga (FAE)		A.M.097A Anexo 1	Parque Nacional Cotopaxi		Quebrada Gallinazohuaicu		Latacunga (FAE)		
		Nov	Dic	Nov	Dic	Nov	Dic	Tabla 3	Nov	Dic	Nov	Dic	Nov	Dic	
DBO 5	mg/l	0.8	13.96	3.27	166.74	4.74	280.14	20	Si Cumple	Si Cumple	Si Cumple	No Cumple	Si Cumple	No Cumple	
Fosfatos	mg/l	0.465	1.23	0.827	1.23	0.971	1.23	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Nitratos	mg/l	0.05	2.51	0.08	2.24	1.36	5.38	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Oxígeno Disuelto	mg/l	3.60	7.26	2.40	7.75	2.35	5.94	> 6	No Cumple	Si Cumple	No Cumple	Si Cumple	No Cumple	Si Cumple	
pH	Unidad pH	7.7	7.57	7.6	7.87	8.62	7.27	6 - 9	Si Cumple	Si Cumple	Si Cumple	Si Cumple	No Cumple	Si Cumple	
Solidos Totales	mg/l	200	202	250	230	401	340	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Turbidez	NTU	1.5	4.5	1.2	11.4	9.2	9.8	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Temperatura	°C	12.5	14	14.5	16	20.4	22	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Coliformes Fecales	NMP/100ml	10	23.0	60.0	23.0	78.0	23.0	1000	Si Cumple	Si Cumple	Si Cumple	Si Cumple	Si Cumple	Si Cumple	
ICA		75.94	60.20	67.08	40.15	55.41	36.40								
		Bueno	Regular	Regular		Malo									

Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

Según el Acuerdo Ministerial 097-A, Límites de descargas a un cuerpo de agua dulce, y el Anexo 1 del Libro VI de la reforma del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA): Norma de Calidad Ambiental y de descargas de efluentes al recurso agua. Los parámetros que se encuentran elevados son en el punto dos con relación a la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) y oxígeno disuelto (O.D), es debido principalmente a la cantidad de materia orgánica degradable por actividades antrópicas de florícolas, lubricadoras y sobre todo aguas residuales de los diferentes sectores aledaños al río, este parámetro también permite conocer la carga orgánica vertida por efluentes de aguas residuales o efluentes industriales dado que en los meses de diciembre existe mayor comercio en la zona, todos estos factores más las fuertes lluvias en el mes de diciembre alteran el mencionado factor. Para el punto tres para el parámetro potencial de hidrogeno no cumple los límites máximos permisibles (LMP), esto se debe principalmente a que este punto se encuentra gran cantidad de concentración de residuos inorgánicos provocando la disminución de concentración de hidrogeno, los niveles óptimos de pH en el agua es de 7 su alteración puede significar una ruptura en el balance de los químicos del agua permitiendo la movilización de los contaminantes, en el mes de noviembre se obtuvo un valor de 8.6 eso quiere

decir que probablemente las especies acuíferas presenten un crecimiento lento, afectando gravemente la vida acuática.

En el caso de los nitratos, fosfatos, sólidos totales y turbidez son importantes indicadores de la calidad del agua estos nos permiten reconocer que los resultados obtenidos en el laboratorio no son significativos por lo tanto no sobrepasan los límites máximos permisibles según el TULSMA. Gracias al estudio se pudo determinar que el río Aláquez de sus 9 parámetros solamente 3 no cumplen los límites máximos permisibles por lo cual en esos puntos encuentran en una constante contaminación el gran incremento de florícolas en el sector, la gran presencia de tala de árboles y la introducción antrópica hacen que el río se encuentre en constante cambios en cuanto a la calidad de sus aguas, por otra parte también se notó un patrón de alteración de calidad de agua de forma negativa tras el paso de los meses en algunos parámetros analizados, principalmente se notó más presencia de ganado en los sectores que recorren el río, que notablemente repercuten en la calidad del cauce.

Análisis de resultados con investigaciones anteriores

Tabla 28.

Análisis comparativo de la calidad del agua de los ríos de la Provincia de Cotopaxi mediante los índices de calidad del agua (ICA) e índice trófico de calidad del agua (ITCA) a través de los años 2018, 2019, 2020.

Análisis comparativo de la Calidad del Agua de los ríos de la Provincia de Cotopaxi

Periodos de muestreo				
	río Cutuchi	río Pumacunchi	río Yanayacu	río Aláquez
Puntos de muestreo	Marzo - Mayo 2018	Febrero – Abril 2019	Noviembre – Enero 2019 - 2020	Noviembre – Enero 2020 – 2021
Índice Trófico de Calidad del Agua (ITCA)				
	2,32	2,55	2,78	1,83

Punto medio	β -mesotrófico (contaminación moderada)	α -mesotrófico (contaminación fuerte)	α -mesotrófico (contaminación fuerte)	β -mesotrófico (contaminación moderada)
Índice de Calidad del Agua (ICA)				
Punto medio	51,14 Regular	11,8 Muy malo	13,76 Muy malo	53,62 Regular

Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

La presente investigación se tomó como punto de comparación la zona media localizada en la Parroquia Alaquéz Quebrada Gallinazohuaicu, este estudio se llevó a cabo en época lluviosa durante los meses de noviembre, diciembre 2020 y enero 2021, en el cual se logró identificar 24 especies de diatomeas, este resultado facilitó la determinación del índice trófico de calidad del agua (ITCA) arrojando un valor de (1,38) expresando una contaminación moderada o calificación β -mesotrófico, debido a las precipitaciones que generan un fenómeno de lavado de suelos agregando al río la urea contenida en las excretas del ganado, (actividades pecuarias y florícolas), estos efectos poseen una relación con la zona medio del río Cutuchi sector Lasso – Brigada Patria, se llevó a cabo en el mes de marzo – mayo del 2018 de igual manera con factores de precipitación, se halló un total de 27 especies de diatomeas epilíticas, en el cual se demuestra una amplia contaminación en el recurso hídrico debido a las actividades antrópicas como son los desperdicios de otros cuatro ríos en las mismas condiciones, además de los diferentes tipos de contaminantes provenientes de las industrias locales como: conservas, embutidos, papel, plásticos aglomerados, floricultoras, curtiembres y talleres de ensamblaje, previsto que el estudio cuenta con una contaminación moderada o calificación β -mesotrófico, corresponde ser una contaminación fuerte o de calificación α -mesotrófico con un índice de calidad muy malo esto se debe a que esta clase de industrias no cuentan con plantas de tratamientos, lo cual descargan sus efluentes directamente al río; a diferencia de los dos restantes como lo es el punto medio del río Pumacunchi localizado en la Parroquia Guaytacama en el periodo de lluvia en el mes de febrero y abril arrojando un total de 8 especies de diatomeas epilíticas el cual demuestra una contaminación fuerte o de calificación α -mesotrófico con un índice de calidad muy malo, mientras que en el punto medio del río Yanayacu localizado en el barrio San Martín aledañas al centro de Faenamiento de la Ciudad de Latacunga, se identificó

un total de ocho especies de diatomeas epilíticas ,estos dos ejemplares ríos presentan una contaminación fuerte con una calificación α -mesotrófico con un índice de calidad de 2,55 – 2,78 muy malo, esto se debe a las descargas de efluentes, detergentes, residuos de materia orgánica e inorgánica que son arrojados directamente al recurso hídrico, debido a su alto grado de contaminación estos recursos no se pueden usar en actividades agrícolas y ganaderas ni de consumo humano. Mientras que el (ICA) de la Quebrada Gallinazohuaicu del punto medio del río Aláquez muestra una calificación regular con un índice de 53,62, es decir que este cuerpo hídrico con un previo tratamiento se puede utilizar como actividades agrícolas, ganadera, recreativas y de consumo humano, a comparación del (ICA) del punto medio del río Cutuchi del sector Lasso cuenta con una calificación regular con un índice de 51,14, A pesar de las actividades industriales no cuenta con una alto grado de contaminación con respecto a los ríos Pumacunchi y Yanayacu, ambos cuentan con una calificación muy malo con un índice de (11,8 – 13,76) en pocas palabras se puede decir que a medida que se incrementa la contaminación los índices de calidad del agua se van a elevar. Sin embargo, se necesita un tratamiento previo en el recurso hídrico para que posterior a ello se pueda tener acceso a este recurso.

Como resultado general a la comparación de los estudios investigativos se hace mención a los índices de calidad del agua (ICA) e índices tróficos de calidad del agua (ITCA) el cual presentan similitud los presentes resultados del río Alaquéz con los demás ríos de la provincia con relación al punto medio con contaminación fuerte y moderada para ICA y para ITCA regular y malo de todos los ríos ,principalmente los cauces de la provincia de Cotopaxi son contaminados por actividades antrópicas con fuentes de comercio en el cual se sustenta la provincia y por otra parte la contaminación directa de vertidos de basura y aguas residuales que afectan notablemente la calidad de agua de los ríos ,investigaciones pasadas juegan un papel importante en la recopilación de información para observar el estado en el que se encuentra los cuerpos hídricos de la provincia de Cotopaxi , conjuntamente lleva una repercusión el estado climático en el que se realizan los estudios investigativos, influyendo las épocas de estiaje y lluvioso, por consiguiente llegan alterar las condiciones en las que se encuentra el recurso hídrico dando como resultado altas concentraciones de contaminantes por materia orgánica e inorgánica al igual que descargas de distintos contaminantes como reactivos químicos como fertilizantes, plaguicidas entre otros, generando enfermedades y pérdidas de vidas acuáticas y humanas por el alto grado de impacto de los recursos hídricos que posee la Provincia de Cotopaxi.

15. VALIDACIÓN DE PREGUNTAS CIENTÍFICAS

1. ¿Existe una relación entre las especies de diatomeas epilíticas encontradas y la calidad de agua del río Aláquez?

A través de la identificación de diatomeas epilíticas se puede observar que son microorganismos sensibles a la presencia de contaminantes, por lo que los tamaños de sus poblaciones son inversamente proporcionales a los niveles de contaminación. En nuestra investigación se pudo determinar que si existe una gran relación entre las diatomeas encontradas y la calidad de agua del río Aláquez, encontrando especies en el primer punto (alto) parque nacional Cotopaxi como : *Brachysira aponina* *Achnantheidium macrocephalum* y *Gomphonema parvulumu* , un total de 25 especies ,que presentan un grado alto de sensibilidad y se encuentran en ambientes regulares y buenos , de igual forma en el punto 2 (medio) quebrada de Gallinazohuaicu se encuentre especies como: *Cocconeis euglypta*, *Cocconeis pediculus*, *Frustulia vulgaris* un total de 24 especies y de igual manera se encuentran en ambientes regulares , finalmente en el punto 3 (Ciudad de Latacunga) se encontraron especies como: *Navicula contenta* , *Navicula ingenua* , *Peronia fibula* y *Staurosirella pinnata* un total de 35 especies y con gran porcentaje de especies abundantes con grandes colonias y poblaciones , lo que lleva a relacionarlo con los índices calculados ICA e ITCA , obteniendo los siguientes valores para ICA en el punto alto de 68,12 con calificación de Regular, para el punto medio se obtuvo 53,62 con una calificación de Regular, finalmente en el punto bajo se obtuvo 45,91 con una calificación de Malo y en relación con el ITCA en el punto alto los niveles de contaminación 1.43 Oligotrófico (contaminación despreciable) en el sector del Parque Nacional Cotopaxi, en el punto medio los niveles de contaminación es de 1,83 β -mesotrófico (contaminación moderada) en el sector Parroquia Aláquez Quebrada Gallinazohuaicu, finalmente en el punto bajo tiene niveles de contaminación de 2,53 = α mesotrófico (contaminación fuerte) ubicado en la ciudad de Latacunga, dando como resultado la mala calidad de agua del río Aláquez, comprobando de esta manera que las especies de Diatomeas epilíticas son indicadores de calidad del agua y guardan gran relación con la calidad de agua del río Aláquez , sin embargo hay que tener en cuenta varios factores que pueden modificar los resultados como épocas de estiaje o lluvias que pueden provocar fenómenos de lavados de suelos cambiando así la calidad de agua del río Aláquez. Es decir, si, existe una relación porque se utilizaron dos métodos el uno mediante la identificación de diatomeas epilíticas y el otro basado en parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para determinar el grado de contaminación del río Aláquez, y que al evaluar la

calidad de agua en los 3 puntos de estudio presentan niveles de contaminación, que va desde contaminación despreciable hasta excesiva o fuerte.

2. ¿El índice trófico de calidad de agua varía de acuerdo a las especies de diatomeas epilíticas halladas en cada uno de los puntos de muestreo del río Aláquez?

El gradiente de eutrofización se presenta debido al grado de abundancia de diatomeas epilíticas en cada punto de muestreo de la microcuenca del río Aláquez, efectuando un monitoreo durante tres meses consecutivos, el cual dio como resultado que la demanda biológica de oxígeno, coliformes fecales, fosfatos, sólidos disueltos, sólidos totales y turbidez mostraron una correlación significativa en relación con el gradiente de eutrofización del río Aláquez.

En el estudio presentado se puede evidenciar que las especies de diatomeas que varían según el nivel trófico en el que se encuentran. Ya que se obtuvo diatomeas que se presentaron solo en el punto alto con nivel trófico 1.43= Oligotrófico (contaminación despreciable) se identificaron 24 especies de diatomeas de las cuales 7 son abundantes como son, *Achnanthydium macrocephalum*; *Brachysira aponina*; *Craticula accomoda*; *Cymatopleura elliptica*; *Fragilaria voucheriae*; *Gomphonema parvulum*; *Pinnularia subbrevistriata*.

Posteriormente, se obtuvo diatomeas que se presentaron solo en el punto medio con nivel trófico 1,83= β -mesotrófico (contaminación moderada), como son 24 especies de diatomeas de las cuales 11 son abundantes: *Cocconeis euglypta*; *Cocconeis pediculus*; *Frustulia vulgaris*; *Gomphonema parvulum*; *Navicula caterva*; *Navicula gregaria*; *Navicula kotschy*; *Navicula lanceolata*; *Nitzschia soratensis*; *Planothidium frequentissimum*; *Thalassiosira pseudonana*.

Finalmente se obtuvo diatomeas que se presentaron solo el punto bajo considerado con nivel trófico 2,53= α mesotrófico (contaminación fuerte), se identificaron 35 especies de diatomeas de las cuales 13 son abundantes: *Achnanthydium minutissimum*; *Brachysira vitrea*; *Encyonopsis cesatii*; *Fragilaria capucina*; *Frustulia rhomboides*; *Gomphonema lagenula* var.; *Navicula caterva*; *Navicula contenta*; *Navicula cryptocephala*.; *Navicula ingenua*; *Navicula tripunctata*; *Peronia Fibula*; *Staurosirella pinnata*.

16. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS):

15.1 Impactos técnicos:

La presente investigación se realizó en la provincia de Cotopaxi, cantón de Latacunga en la Universidad Técnica de Cotopaxi en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y

Recursos Naturales (CAREN) de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, la misma que cuenta con la mayoría de equipos y reactivos necesarios para el desarrollo de esta investigación, en la fase de laboratorio al momento de la limpieza e identificación de especies de diatomeas epilíticas se utilizó todos los equipos correspondientes, sin embargo acortando el tiempo de ejecución los datos de análisis de parámetros físico químicos y microbiológicos se realizó en un laboratorio privado para resultados precisos y confiables. Se aplicó la metodología del Dr. Lobo sin ningún inconveniente y de manera óptima gracias al asesoramiento de los docentes y laboratoristas de la Facultad y Carrera.

15.2 Impactos sociales:

A base del presente estudio se mide el nivel de contaminación que existe en el río Aláquez, específicamente en el punto bajo que se encuentra en la ciudad de Latacunga, logrando demostrar el estado actual en que se encuentra el recurso hídrico, la mayoría de poblaciones y empresas aledañas al cauce hídrico dependen de él, se debe considerar varias alternativas para disminuir la contaminación del mismo, una de ellas es la concientización de los habitantes a cuidar el recurso hídrico lo que permitirá mejorar la calidad de vida, en el ámbito alimenticio, agrícola y ganadero, al igual que el manejo integral de la microcuenca, disminuyendo así la propagación y creación de nuevos patógenos que causan múltiples enfermedades.

15.3 Impactos ambientales:

Esta técnica ayuda a identificar y contabilizar la cantidad de diatomeas epilíticas existentes en los puntos alto, medio y bajo mediante microscopía, para posteriormente sacar la abundancia relativa de cada especie y asignar un valor trófico para calcular el Índice Trófico de Calidad de Agua del río Aláquez, permitiendo de esta manera categorizar si el tipo de agua se encuentra en un estado apto para su utilización y así informar a los beneficiarios la calidad del recurso hídrico.

A su vez se plantea nuevos métodos e implementación de campañas de monitoreo, promover medidas, estrategias y actividades que ayuden a la conservación de los recursos naturales y la disminución de la contaminación para la mediación de la calidad de agua llegando a la conclusión que las diatomeas epilíticas sirven como organismos bioindicadores del estado en que se encuentra el agua del río Aláquez.

15.4 Impacto económico:

La técnica y metodología aplicada sobre la identificación de diatomeas epilíticas puede determinar la calidad del agua sin la necesidad de incurrir en gastos eminentes como con otros métodos de alto costo, esta técnica permite observar a los microorganismos mediante metodologías de laboratorio precisas y con resultados confiables siendo accesible para agricultores y ganaderos los cuales pueden acceder a un análisis biológico del agua a un precio moderado y con resultados totalmente fiables.

17. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

17.1 CONCLUSIONES

- El río Aláquez fue georreferenciado mediante el sistema de información geográfica, obteniendo como resultado la ubicación exacta con sus respectivas coordenadas y altitud, el punto 1 (alto) está ubicado en el Parque Nacional Cotopaxi a una altura de 3037 msnm en las coordenadas: $x=777275.5$; $y=87395.80$ UTM , el punto 2 (medio) en la Parroquia Aláquez Quebrada Gallinazohuaicu a una altura de 2989 msnm en las coordenadas: $x=771719.16$; $y=9907909.88$ UTM y finalmente el punto 3 se sitúa en la ciudad de Latacunga conexo a la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea a una altura de 2779 msnm en las coordenadas: $x=764366.21$; $y=9898489.74$ UTM, permitiendo de esta manera la identificación exacta de los puntos para la toma de muestras.
- Se obtuvo un total de 58 especies de diatomeas epilíticas de las cuales algunas especies contaban con abundantes individuos en la microcuenca del río Aláquez, en el punto 1 (alto) en el Parque Nacional Cotopaxi se identificaron 25 especies de las cuales 7 son abundantes: *Achnanthydium macrocephalum*; *Brachysira aponina*; *Craticula accomoda*; *Cymatopleura elliptica*; *Fragilaria voucheriae*; *Gomphonema parvulum*; *Pinnularia subbrevistriatta*. En el punto 2 (medio) Quebrada Gallinazohuaicu se identificaron 24 especies de diatomeas de las cuales 11 son abundantes: *Cocconeis euglypta*; *Cocconeis pediculus*; *Frustulia vulgaris*; *Gomphonema parvulum*; *Navicula caterva*; *Navicula gregaria*; *Navicula kotschy*; *Navicula lanceolata*; *Nitzschia soratensis*; *Planothidium frequentissimum*; *Thalassiosira pseudonana*. En el punto 3 (bajo) Ciudad de Latacunga se identificaron 35 especies de diatomeas de las cuales 13 son abundantes: *Achnanthydium minutissimum*; *Brachysira vitrea*; *Encyonopsis cesatii*; *Fragilaria capucina*; *Frustulia rhomboides*;

Gomphonema lagenula var.; *Navicula caterva*; *Navicula contenta*; *Navicula cryptocephala*.; *Navicula ingenua*; *Navicula tripunctata*; *Peronia fibula*; *Staurosirella pinnata*. Los resultados de la investigación muestran que el agua del río Aláquez se encuentra con un nivel de eutrofización acorde a los resultados obtenidos en el Índice Trófico de calidad presentando relación a la sensibilidad de diatomeas epilíticas.

- Para los parámetros físicos-químicos, se tomaron muestras de los meses de noviembre y diciembre del 2020, de los cuales se consideró 9 parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para determinar el índice de calidad de agua(ICA), los resultados obtenidos se procesaron en el programa IQADData2010 , el mismo que indica los niveles de contaminación de agua calificándolos de la siguiente manera: para el punto 1 o alto tiene una calificación de Regular con un promedio de 68.12 considerándose que en el agua existe la presencia de varios seres acuáticos ,en los punto 2 o medio con una calificación de 53.62 y para el punto 3 o bajo presentan una calificación Mala con un promedio de 45.91, este último presentando un índice de contaminación y disminución de vida acuática , esto se debe a que en la zona se observó actividad de empresas como florícolas y lubricadoras aledañas al río , también la presencia de ganado vacuno, porcino y sobre todo las descargas puntuales de aguas residuales de las diferentes parroquias.
- El ITCA teórico, obtenido de las especies abundantes de diatomeas epilíticas, identificadas en laboratorio, se comparó con el ITCA encontrado en la tabla propuesta por el Dr. Eduardo Lobo en el primer punto el ITCA teórico tuvo un valor de 1,43 que comparado con el ITCA de tablas se encuentra en el rango de 1,0 a 1,5 mostrando un nivel de contaminación Oligotrófico (contaminación despreciable), en tanto que en el punto 2 el ITCA tiene un valor de 1.83 y comparándose con el ITCA se encuentra dentro del rango 1,5- 2,5 entendiéndose que en este sitio el nivel de contaminación es β -mesotrófico (contaminación moderada) ; finalmente para el punto 3 se obtuvo un ITCA de 2,53 que al compararlo con el ITCA resulto con el nivel de contaminación α -mesotrófico (contaminación fuerte), pues se encuentra en un rango de 2,5 a 3,5, cabe destacar que el nivel de eutrofización (clorofila) realizado al río Aláquez en los 3 puntos de muestreo guardan gran relación con el Índice trófico de Calidad ITCA.
- De acuerdo a los resultados que se obtuvieron con el índice de calidad de agua (ICA), guardan un grado de relación con los niveles de contaminación obtenidos con el índice

trófico de calidad de agua (ITCA) de las especies de diatomeas epilíticas únicamente en los puntos medios y bajos con valores regulares y malos, esto se debe principalmente a que el río es contaminado por los vertidos urbanos e industriales, que llevan detergentes, desechos orgánicos e inorgánicos, vertidos ganaderos y agrícolas, que aportan fertilizantes, entre otros residuos ricos en fosfatos y nitratos convirtiéndose en un grave problema de contaminación para el recurso hídrico. Por otra parte para el punto alto no se relacionan los índices obteniendo datos para el ICA con 68.12 que da una calificación de regular y para el ITCA con un valor de 1.43 mostrando un nivel de contaminación Oligotrófico (contaminación despreciable), principalmente se atribuye a varios factores uno de ellos son las épocas de lluvia en el mes de diciembre el cual provocó un fenómeno de lavado de suelos incorporando al río la urea contenida en las excretas del ganado, y de otras actividades agropecuarias aledañas al río, modificando así la calidad de agua del cauce. Los métodos biológicos son el complemento del método de análisis físicos, químicos y microbiológicos para una correcta evaluación del índice de calidad de agua.

17.2 RECOMENDACIONES

- En la realización del proyecto investigativo es preciso establecer una pre visualización del área de estudio del cuerpo hídrico para su posterior recolección de muestras, además de realizar muestreos en el laboratorio se debe de contar con un cronograma eficaz para obtener buenos resultados. Para ello es necesario el uso de equipo de protección personal y la aplicación de las normas de bioseguridad.
- Revisar los reactivos necesarios e instrumentos que se encuentren correctamente calibrados para su respectivo uso en campo y laboratorio, para que los resultados sean óptimos y veraces.
- Para la identificación de las especies de diatomeas epilíticas es necesario prevenir errores en la recolección de especies y contar con un buen traslado de las muestras al laboratorio manteniéndolas con una temperatura adecuada, a su vez es necesario contar con un material bibliográfico que facilite la máxima descripción morfológica de las especies, además que contenga rangos de longitud, ancho y estructura.
- Al efectuar los cálculos del índice trófico de calidad de agua ITCA y el índice de calidad de agua ICA es necesario contar con un correcto análisis para que los resultados obtenidos

sean favorables para la investigación, previsto que la instalación de este programa está en portugués y lee cuidadosamente los parámetros y realiza las gráficas para emitir una conclusión.

- Analizar las muestras en un tiempo máximo de 24 horas previa a la refrigeración de la misma, se debe considerar que el recipiente que contiene la muestra debe estar sellado y debidamente etiquetado con fecha y hora de manera que no sufra ninguna alteración al momento de la obtención de los resultados. (Norma INEN. 2169:2013).
- Al momento de realizar la identificación de diatomeas epilíticas se recomienda utilizar un microscopio óptico Leica DM750 ya que ayudará en el reconocimiento de las especies valorando medidas de longitud, ancho y estructura, ya que existen varias especies con gran similitud apreciando las estructuras de las especies epilíticas.
- Al momento de realizar el proyecto investigativo se llevó acabo en época lluviosa, por ende, es indispensable realizar un estudio en época seca para validar y comparar los resultados obtenidos en esta investigación.
- Se sugiere continuar con la respectiva investigación prevista que los bioindicadores permitirán tener una visión más amplia sobre el nivel de degradación del recurso hídrico, de esta manera se podría ampliar la base de datos de las diatomeas epilíticas presentes en los ríos de la Provincia como del país.

18. BIBLIOGRAFÍA

- Allen, A. (2011). *Evolución e importancia metabólica del ciclo de la urea en diatomeas fotosintéticas*. Obtenido de Evolución e importancia metabólica del ciclo de la urea en diatomeas fotosintéticas: <https://www.nature.com/articles/nature10074>
- Álvarez. (2011). *Guía de las diatomeas de la cuenca del Duero*. Obtenido de <https://www.chduero.es/documents/20126/427605/guiadiatomeas.pdf/bbc153ef-4fbb-8090-6bfc-7064888b764a?t=1563195534793>
- Alvarez, S. (2018). *Qué son los microorganismos*. Obtenido de Qué son los microorganismos: <http://conogasi.org/articulos/que-son-los-microorganismos/>
- Andrade, G. (2019). *Diatomeas*. Obtenido de Diatomeas: [https://www.sabermas.umich.mx/archivo/la-ciencia-en-pocas-palabras/339-numero-39/614-diatomeas.html#:~:text=Importancia%20de%20las%20diatomeas&text=Se%20les%20considera%20como%20organismos,metales%20pesados%2C%20etc.\)](https://www.sabermas.umich.mx/archivo/la-ciencia-en-pocas-palabras/339-numero-39/614-diatomeas.html#:~:text=Importancia%20de%20las%20diatomeas&text=Se%20les%20considera%20como%20organismos,metales%20pesados%2C%20etc.))
- Andrew, F. (1999). *Transformación de genes informadores no seleccionables en diatomeas marinas*. *Mar. Biotechnol.* Obtenido de Transformación de genes informadores no seleccionables en diatomeas marinas. *Mar. Biotechnol.*: <https://www.nature.com/articles/nature10074>
- Blanco, S. (2010). GUÍA DE LAS DIATOMEAS DE LA CUENCA DEL DUERO. *Confederación Hidrográfica del Duero*, 15 -17.
- Boltovskoy. (1989). *Indicadores biológicos en la oceanografía*. Obtenido de Indicadores biológicos en la oceanografía: <https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/Bioindic.htm>

- Bradbury, J. (2004). *Nanotecnólogos de la naturaleza: desvelando los secretos de las diatomeas*. Recuperado el 21 de julio de 2020, de Nanotecnólogos de la naturaleza: desvelando los secretos de las diatomeas: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC521728/>
- Brown. (2012). ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA GENERAL “ICA”. *Servicio Nacional de Estudios Territoriales*, 14.
- Cambra, J. (2002). *Las diatomeas, nuevos bioindicadores de la calidad mediambiental del agua en los ríos de Cataluña*. Obtenido de Las diatomeas, nuevos bioindicadores de la calidad mediambiental del agua en los ríos de Cataluña: <https://noticias.universia.es/ciencia-ntt/noticia/2002/11/06/630228/diatomeas-nuevos-bioindicadores-calidad-mediambiental-agua-ríos-cataluna.html>
- Cicerone, D. (2007). *Contaminación y medio ambiente*. Buenos Aires, Argentina: Eudeba. Recuperado el 21 de Julio de 2020, de <https://elibro.net/es/ereader/utcotopaxi/101411?page=72>.
- Cirelli, F. (2012). *El agua un recurso esencial*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>
- COA. (2017). *Código Orgánico del Ambiente de la República del Ecuador*. Obtenido de Código Orgánico del Ambiente de la República del Ecuador: <https://www.ambiente.gob.ec/codigo-organico-del-ambiente-coa/>
- Código Orgánico del Ambiente. (2017). *Ley de Conservación de la Biodiversidad*. Lexis Finder. Obtenido de https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf

- Código Orgánico del Ambiente. (2017). *Ley de monitoreo y seguimiento*. Obtenido de https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Derechos del Buen vivir*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Sitios/LIBRO%20buen%20vivir/files/assets/downloads/page0026.pdf>
- Contreras. (2008). *Semarnat, Dirección General de Estadística e Información Ambiental*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ctyf/v1n5/v1n5a08.pdf>
- Dr.Lobo,E.(2015). *CALIBRACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA) PARA LA CUENCA*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/707/70746634011.pdf>
- ECUADOR, C. D. (2008). Republica del Ecuador CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR. Quito .
- Geoinstitutos. (2015). (s.f.). *La cobertura vegetal en la cuenca del canal de Panama*. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2722/1/Trabajo%20de%20grado-%20Especializaci%C3%B3n%20RH.pdf>
- Girbau, G. (2002). *Contaminacion de Agua*. Recuperado el 21 de Julio de 2020, de Medio Ambiente: <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/965/course/section/1090/Contaminacion%2520del%2520agua.pdf>
- Gómez. (2018). *Calidad de Agua*. Obtenido de Calidad de Agua: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6145/2/Calidad%20de%20Agua%20Unidad%201%2C2%2C3.pdf>

Grisolía, S. (2015). *Diatomeas*. Obtenido de Diatomeas: <https://www.cimera.es/algas-diatomeas-bioindicadores-acuaticos-contaminacion/>

Guerrero Legarreta, M. (2010). *El agua*. México, Mexico: FCE - Fondo de Cultura Económica. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/utcotopaxi/72081?page=16>.

Guerrero, M. (2015). *plan de desarrollo territorial Parroquia Aláquez*. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0560017190001_PDyOT%20de%20la%20P_31-10-2015_21-52-17.pdf

IDEAM. (2017). *ÍNDICE DE ALTERACIÓN POTENCIAL DE LA CALIDAD DE AGUA (IACAL)*. Obtenido de *ÍNDICE DE ALTERACIÓN POTENCIAL DE LA CALIDAD DE AGUA (IACAL)*: <http://www.ideam.gov.co/web/agua/iacal>

INEN. (2013). *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION*. Obtenido de INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION: <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NTE-INEN-2176-AGUA.-CALIDAD-DEL-AGUA.-MUESTREO.-T%C3%89CNICAS-DE-MUESTREO.pdf>

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). *TÉCNICAS DE MUESTREO*. Obtenido de <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NTE-INEN-2176-AGUA.-CALIDAD-DEL-AGUA.-MUESTREO.-T%C3%89CNICAS-DE-MUESTREO.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2010). *(Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2010)*. Obtenido de (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2010): <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>

Intermón, O. (2018). *Cuáles son las principales causas de la contaminación del agua*. Obtenido de *Cuáles son las principales causas de la contaminación del agua*:

<https://blog.oxfamintermon.org/cuales-son-las-principales-causas-de-la-contaminacion-del-agua/>

Kingston. (2003). *Araphid and monoraphid diatoms*. In: *Freshwater Algae of North America*.

Obtenido de Araphid and monoraphid diatoms. In: *Freshwater Algae of North America*:
<https://www.elsevier.com/books/freshwater-algae-of-north-america/wehr/978-0-12-741550-5>

Medlin. (1997). *DIATOMEAS: DIVISIÓN BACILLARIOPHYTA*. Obtenido de DIATOMEAS:

DIVISIÓN BACILLARIOPHYTA:
http://www.geofisica.unam.mx/iframes/laboratorios/institucionales/paleolimnologia/sitio_web/diatomeas.html

Mesias, O. (2010). *investigación calitativa*.

Moreno, A. R. (2011). *ESTIMACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA* . Obtenido de
file:///C:/Users/INTEL%2010TH%20GEN/Downloads/T033_42358683_T.pdf

Norma Constitucional de la República del Ecuador. (2020). *Acuerdo Ministerial*. Ministerio de Educación. Obtenido de <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/07/MINEDUC-MINEDUC-2020-00038-A.pdf>

Nuez, D. D. (2018). *Que son las Diatomeas*. Obtenido de Que son las Diatomeas:
<https://www.vix.com/es/btg/curiosidades/5830/que-son-las-diatomeas>

OIT. (2019). *Guía para la evaluación de impacto*. Obtenido de Guía para la evaluación de impacto:
<https://guia.oitcinterfor.org/como-evaluar/como-se-construyen-indicadores>

Ramírez. (2012). *ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN PARA CARACTERIZACIÓN DE AGUAS*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ctyf/v1n5/v1n5a08.pdf>

ReCOA. (2019). *REGLAMENTO DEL CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR* . Obtenido de REGLAMENTO DEL CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR :
 file:///C:/Users/DAYANNA/Downloads/REGLAMENTO%20AL%20CODIGO%20ORGANICO%20DEL%20AMBIENTE.pdf

Reinoso. (2019). *Peligrosas aguas del río Aláquez. Quito, Cotopaxi, Ecuador*. Obtenido de
http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0560017190001_PDyOT%20de%20la%20P_31-10-2015_21-52-17.pdf

Reglamento al Código Orgánico del Ambiente. (2019). *Ley de Conservación In situ*. Obtenido de
https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2019-09/Documento_RCOA%20RO%20507.pdf

Reglamento al Código Orgánico del Ambiente. (2019). *Ley de Manejo de Información Ambiental*.
 Obtenido de https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2019-09/Documento_RCOA%20RO%20507.pdf

Reglamento al Código Orgánico del Ambiente. (2019). *Ley de Monitoreo y Control*. Obtenido de
https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2019-09/Documento_RCOA%20RO%20507.pdf

Reglamento al Código Orgánico del Ambiente. (2019). *Ley Protección y Conservación*. Obtenido de
https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2019-09/Documento_RCOA%20RO%20507.pdf

- Round, F. E. (1990). *The Diatoms: Biology & Morphology of the Genera*. Cambridge, Reino Unido: Press. Recuperado el 21 de julio de 2020, de <https://books.google.com.ec/books?id=xhLJvNa3hw0C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Sarza, L. (2020). *Calidad de Agua*. Recuperado el 21 de Julio de 2020, de IQUA: <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-contaminacion-agua>
- SENAGUA. (2018). *Contaminacion de agua en Ecuador* . Obtenido de <https://www.agua.gob.ec/category/programas-y-servicios/>
- Torrez. (2012). *Dasarrollo y Aplicación de un Índice de Calidad de Agua para Ríos en Puerto Rico. Puerto Rico*. Obtenido de <http://publicaciones.unisangil.edu.co/index.php/revista-matices-tecnologicos/article/view/428/383>
- Tremarin, P. (7 de noviembre de 2014). *Una diatomea de agua dulce común de Brasil*. Obtenido de Una diatomea de agua dulce común de Brasil: <https://es.qwe.wiki/wiki/Coscinodiscophyceae>
- Uscanga, I. d. (10 de junio de 2019). *MÁS QUE BELLEZAS MICROSCÓPICAS (Diatomeas)*. Obtenido de MÁS QUE BELLEZAS MICROSCÓPICAS (Diatomeas): <https://www.uv.mx/cienciauv/blog/bellezasmicroscopicasdiatomeas/>
- Vazquez, E. (Agosto de 2017). *Fondo para el medio ambiente* . Recuperado el 21 de Julio de 2020, de <https://agua.org.mx/contaminacion-del-agua-causas-consecuencias-soluciones/>
- Viña. (1998). *Determinación del índice ICOMO*. Obtenido de <file:///C:/Users/INTEL%2010TH%20GEN/Downloads/CAPITULO%203.%20Determinaci%C3%B3n%20C3%ADndice%20ICOMO.pdf>

19. ANEXOS

ANEXO A: *Fotografías de muestreo del punto 1 durante los meses de noviembre, diciembre 2020 y enero 2021*



Fotografía 1 : selección de rocas para el cepillado



Fotografía 2: cepillado de rocas con agua destilada



Fotografía 3: recolección de muestras para análisis de parámetros físicos, químicos.



Fotografía 4: colocación de reactivo (H_2SO_4) para análisis de parámetros físicos, químicos.



Fotografía 5 : recolección de muestras para análisis de clorofila



Fotografía 6: muestras colocadas en el cooler para trasladarse a los laboratorios.

ANEXO B: *Fotografías de muestreo del punto 2 durante los meses de noviembre, diciembre 2020 y enero 2021*



Fotografía 7: selección de rocas para la limpieza de diatomeas



Fotografía 8: limpieza de rocas para extraer diatomeas con agua destilada



Fotografía 9: recolección de muestras para análisis de parámetros físicos , químicos y microbiológicos



Fotografía 10 : recolección de muestras para análisis de clorofila



Fotografía 11: recolección de muestras 300ml para identificación de diatomeas



Fotografía 12: muestras colocadas en el cooler para trasladarse a los laboratorios.

ANEXO C: Fotografías de muestreo del punto 3 durante los meses de noviembre, diciembre 2020 y enero 2021



Fotografía 13: selección de rocas para la limpieza de diatomeas



Fotografía 14: limpieza de rocas para extraer diatomeas con agua destilada



Fotografía 15: recolección de muestras para análisis de parámetros físicos , químicos y microbiológicos



Fotografía 16 : recolección de muestras para análisis de clorofila



Fotografía 17: colocación de reactivo (H_2SO_4) para análisis de parámetros físicos, químicos.



Fotografía 18: muestras colocadas en el cooler para trasladarse a los laboratorios.

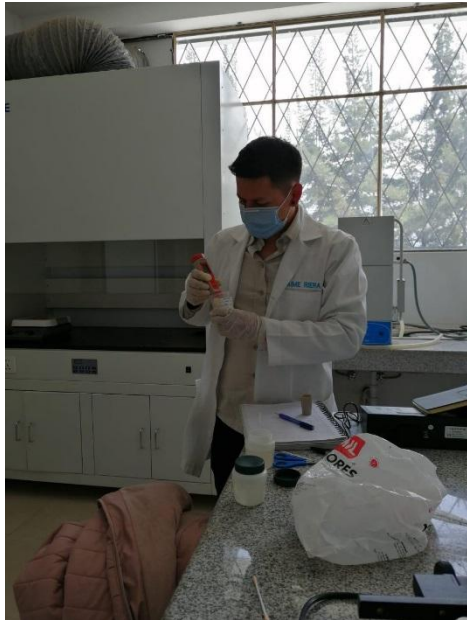
ANEXO D. *Fotografías de los análisis físico- químico y microbiológico del río Aláquez” durante los meses noviembre, diciembre 2020 y enero 2021*



Fotografía 19: conteo de colonias para análisis de coliformes fecales.



Fotografía 20: utilización de Multiparámetro con las muestras de agua del río Aláquez



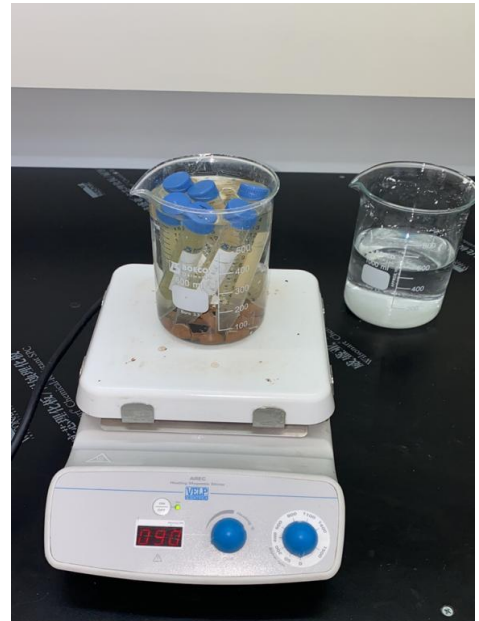
Fotografía 21: utilización de pH metro con las muestras de agua del río Alaquéz



Fotografía 22: muestras de diatomeas epilíticas del río Alaquéz



Fotografía 23: preparación de muestras en tubos falcón



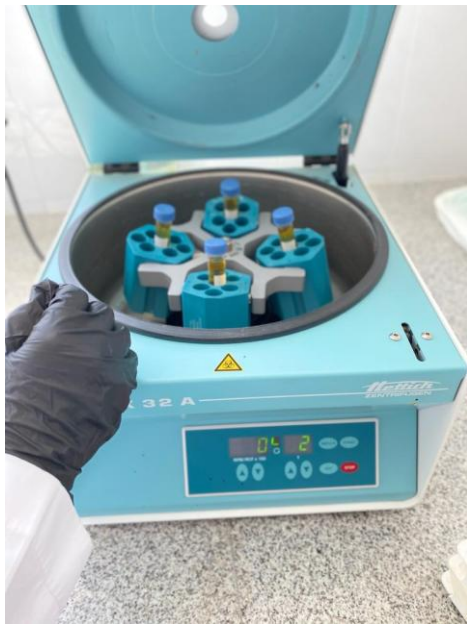
Fotografía 24: muestras de diatomeas a 90 °C durante 60 min



Fotografía 25: colocación de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) en cada tubo de ensayo



Fotografía 26: limpieza para identificar diatomeas epilíticas



Fotografía 27: centrifugación a 3.000 rpm durante 2 min a las muestras




Fotografía 28: identificación de diatomeas epilíticas con la ayuda del microscopio.

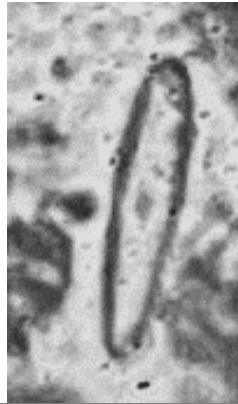
ANEXO E. Tabla 28. Datos obtenidos de los parámetros físico-químicos y microbiológicos para la determinación del IQA del río “Aláquez”

variables	T(°C)	pH	Oxi. Disuelto(mg/L)	DBO5 (mg/L)	nitratos (mg/L)	Fosfatos (mg/L)	Coliformes NMP/100ml	Solidos disueltos totales (mg/L)	Turbidez (NTU)
P1 N	12.5	7.70	30.04	0.80	0.05	0.47	0	200	1.50
P2 N	14.5	7.60	20.03	3.27	0.08	0.83	600	250	1.20
P3 N	20.4	8.62	19.6	4.74	1.36	0.97	3000	401	9.20
P1 D	14	7.57	60.55	13.96	2.51	0.47	100	202	4.50
P2 D	16	7.87	64.59	166.74	2.24	1.23	900	230	11.40
P3 D	22	7.27	49.50	280.14	5.38	1.23	4500	340	9.80

Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

ANEXO F. Tabla 29 Diatomeas encontradas en el primer punto del río Alaquéz durante los meses de noviembre, diciembre 2020 y enero 2021

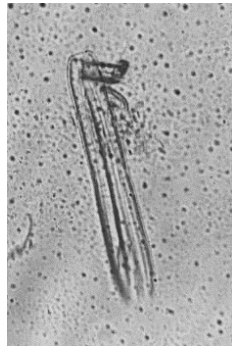
#	Nombre	Características
1	<i>Achnantheidium affine</i>	<p>Hábitat Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.</p> <p>Morfología - Fisiología Cuentan con unas válvulas son lineales-lanceoladas con extremos ligeramente estirados, a menudo ligeramente asimétricos con respecto al plano transapical medio. La válvula del rafe es cóncava y la válvula sin rafe es convexa.</p> <p>Se localiza en aguas medianamente contaminadas β-mesosapróbica. Longitud: 25µm; Anchura: 5 µm.</p>
		
2	<i>Achnantheidium macrocephalum</i>	<p>Hábitat Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.</p> <p>Morfología - Fisiología Cuenta con unas válvulas que son rómbicas-elípticas a rómbicas-lanceoladas, la válvula sin rafe es</p>



convexa, Válvulas lineal-lanceoladas, con extremos de subrostrato o subcapitado, las estrías se irradian a lo largo de ambas válvulas, se localiza en aguas medianamente contaminadas β -mesosapróbica.

Longitud: 6 μ m; Anchura: 2,5 μ m; Estrías: 26-28 / 10 μ m.

3 *Bacillaria paxillifera*



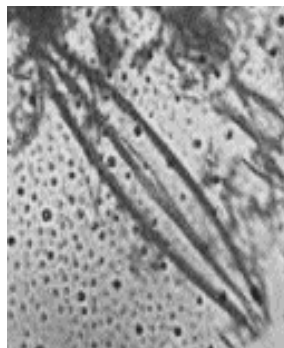
Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, es de contaminación leve.

Morfología - Fisiología

Esta especie cuenta con unas válvulas estrechas, lineales quillas centrales distintivas y unas estrías gruesas, se localiza en aguas medianamente contaminadas β -mesosapróbica y tiene una longitud 68-102 μ m; ancho 5,5-6,5 μ m; Estrías en 10 μ m.

4 *Brachysira aponina*



Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de aspecto Salobre es decir que aplica a las aguas que tienen una determinada salinidad, por lo general menor que la del mar, su ecología es Halófila es decir ricos en sales minerales, es de contaminación leve.

Morfología - Fisiología

Cuenta con unas válvulas lineales-lanceoladas.

Ápices estrechamente redondeados, subrostrados o subcapitados, su estructura cuenta con un área central una elipse estrecha.

Además, cuenta con una longitud: 35 μ m; Anchura: 6 μ m; Estrías: 35/ 10 μ m.

5 *Craticula accomoda*

Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce. Su



6 *Cymatopleura elliptica*

ecología es hipereutrófica, debido a sus altas concentraciones de nutrientes y a su elevada productividad biológica

Morfología - Fisiología

Cuenta con unas válvulas elípticas de más de 8 μm de ancho. Los ápices son ampliamente rostrados. Estrías alternas largas y cortas rodean un área central casi lineal.

se localiza en aguas medianamente contaminadas **β -mesosapróbica**

Además, cuenta con una longitud: 17 μm ; Anchura: 6 μm .

Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de aspecto Salobre es decir que aplica a las aguas que tienen una determinada salinidad, es de contaminación leve.

Morfología - Fisiología

Cuenta con unas válvulas elípticas de 54-72 μm de largo con ápices cortos y apiculados. Número de peroné 8-9 en 10 μm .

Se localiza en aguas medianamente contaminadas **β -mesosapróbica**.

Longitud: 65 μm ; Anchura: 90 μm .



7 *Cymbella excisiformis*

Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, es de contaminación leve.

Morfología - Fisiología

Cuenta con unas válvulas dorsiventral. Válvulas de 6,1 a 7,1 μm de ancho. Área central indistinta. Estigma presente. Areolas distintas. Además, cuenta con una longitud: 44 μm ; Anchura: 9 μm ; Estrías: 30/10 μm ; Punctae: 24-30/10 μm .



8 *Cymbella túmida*

Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, es de contaminación leve, su ecología es Oligosapróbica, es decir que los



Organismos que viven en el agua con poca cantidad de materia y de sales minerales y gran proporción de oxígeno en disolución

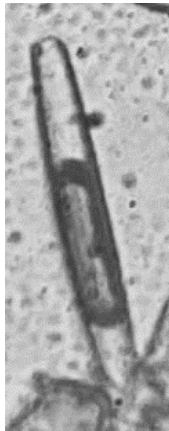
Morfología - Fisiología

Cuenta con unas válvulas grandes y tienen más de 25 μm de ancho. Tanto las estrías como las areolas miden menos de 12 en 10 μm . Los extremos proximales del rafe se expanden.

Además, cuenta con una longitud: 45 μm ; Anchura: 12 μm ; Estrías: 8/10 μm .

9

Fragilaria voucheriae



Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, Crece formando colonias.

Morfología - Fisiología

Las válvulas son lineales y estrechas, de 4-5 μm de ancho y 14-31 μm de largo. Válvulas con extremos rostrados a subcapitados. El margen central se expande unilateralmente. Cara de la válvula plana, o ligeramente ondulada debido a costillas elevadas Se localiza en aguas medianamente contaminadas **β -mesosapróbica**

Además, cuenta con una longitud: 15 μm ; Anchura: 3 μm .

10

Frustulia rhomboides



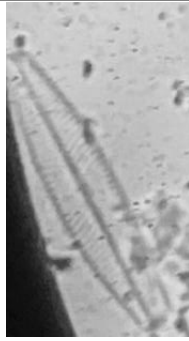
Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, es de contaminación baja con una mínima abundancia, en puntos medios y altos de contaminación cuenta con alto índice de abundancia.

Morfología - Fisiología

Cuentan con unas válvulas lanceoladas, costillas longitudinales romas en los ápices, Nódulo central contraído, su ecología es Oligosapróbica, es decir que los Organismos que viven en el agua

		con poca cantidad de materia y de sales minerales y gran proporción de oxígeno en disolución Tiene una longitud: 55µm; Anchura: 15µm. Válvulas lanceoladas.
11	<i>Navícula lanceolata</i>	<p>Hábitat Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.</p> <p>Morfología - Fisiología Cuenta con válvulas que son lanceoladas, con extremos redondeados El rafe es filiforme, con las porciones centrales de las ramas y las terminaciones del rafe central ligeramente desviadas hacia el lado primario de la válvula, Se localiza en aguas medianamente contaminadas β-mesosapróbica.</p> <p><i>Longitud: 35 µm; Anchura: 12 µm; Estrías: 13/ 10 µm; Punctae: 32/ 10 µm.</i></p>
12	<i>Navícula rhynchocephala</i>	<p>Hábitat Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.</p> <p>Morfología - Fisiología Cuenta con válvulas que son lanceoladas con ápices redondeados alargados y prolongados. El área axial es estrecha, recta, ensanchándose para formar un área central irregularmente redondeada a elíptica, se localiza en aguas medianamente contaminadas β-mesosapróbica, tiene una longitud: 50 µm; Anchura: 10µm; Estrías: 7-12/ 10 µm.</p>
13	<i>Navícula streckeræ</i>	<p>Hábitat Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.</p> <p>Morfología - Fisiología Cuenta con válvulas lanceoladas con ápices prolongados, tiene un área central grande circular, los extremos proximales del rafe son expandidos.</p>



Las estrías están más ampliamente y de forma irregular espaciadas en el centro de la válvula. Las areolas son muy gruesas y el número 20-22 en 10 μm , además cuenta con una longitud: 40 μm ; Anchura: 7 μm ; Estrías: 16/ 10 μm .

14

Navicula tripunctata**Hábitat**

Su sinónimo es *Navicula gracilis*, es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, y es de contaminación leve. Se ha localizado en zonas altas, medias y bajas.

Morfología - Fisiología

Cuenta con válvulas lineal-lanceoladas con extremos en forma de cuña. Área central simétrica, transversalmente rectangular o elíptica. Estrías casi paralelas.

Se localiza en aguas medianamente contaminadas **β -mesosapróbica**.

Además, cuenta con una longitud: 35 μm ; Anchura: 3 μm ; Estrías: 24/ 10 μm .

15

Nitzschia dissipata**Hábitat**

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, y es de contaminación leve.

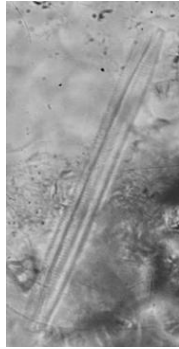
Morfología - Fisiología

Cuenta con válvulas lineales a lanceoladas, con extremos rostrados de leve a fuertemente alargados, los espacios intermedios del peroné son rectangulares a cuadrados. Se localiza en aguas medianamente contaminadas **β -mesosapróbica**.

Además, cuenta con una longitud: 70 μm ; Anchura: 4 μm ; Estrías: 5-9/ 10 μm ; Fíbulas: 20-25/ μm 10 m.

16

*Nitzschia vitrea***Hábitat**



17 *Pinnularia subbrevistriatta*

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, y es de contaminación leve.

Morfología - Fisiología

Cuenta con válvulas que son lineales con ápices cortos, anchos y subcapitados. Los peronés son distintos y el número 9-12 en 10 μm . Falta un nódulo central. Número de estrías 23-25 en 10 μm . Además, cuenta con una longitud: 85 μm ; Anchura: 6 μm .

Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, y es de contaminación leve.

Morfología - Fisiología

Cuenta con válvulas que son lineales con un centro expandido y ápices subcapitados, ampliamente redondeados. El rafe es lateral y la fisura exterior del rafe es recta. Se localiza en aguas medianamente contaminadas **β -mesosapróbica**.

Además, cuenta con una longitud: 46 μm ; Anchura: 5 μm .



18 *Pinnularia borealis*



Hábitat

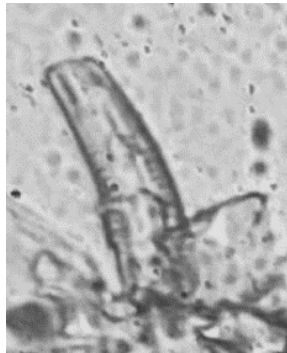
Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, y es de contaminación leve.

Morfología - Fisiología

Cuenta con unas válvulas que son lineales a lineal-elípticas, con márgenes paralelos a moderadamente convexos. Los ápices son ampliamente redondeados y no prolongados.

Se localiza en aguas medianamente contaminadas es decir **β -mesosapróbica**.

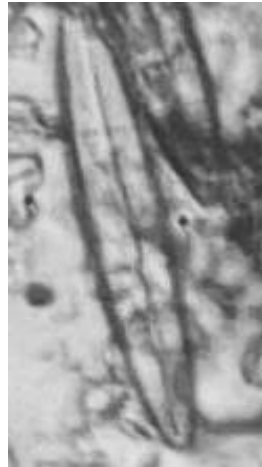
		Además, cuenta con una longitud: 42 μm ; Anchura: 10 μm ; Estrías: 5-6/10 μm .
19	<i>Reimeria uniseriata</i>	<p>Hábitat Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, y es de contaminación alta, su ecología es Alcalífila, es decir que su tendencia es a vivir en ambientes alcalinos.</p> <p>Morfología - Fisiología Cuenta con unas válvulas que son lanceoladas lineales con extremos subcapitados. Se expande el lado ventral de la válvula central. Hay un estigma en el nódulo central. Las estrías se componen de una fila de areolas (uniseriadas). Además, su estructura cuenta con una longitud: 15 μm; Anchura: 4 μm; Estrías: 7-14 / 10 μm.</p>



Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

ANEXO G. Tabla 30 *Diatomeas encontradas en el segundo punto del río Alaquéz durante los meses de noviembre, diciembre 2020 y enero 2021*

#	Nombre	Características
1	<i>Achnanthisdium pyrenaicum</i>	<p>Hábitat Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.</p> <p>Morfología - Fisiología Cuenta con unas válvulas que son lineales-lanceoladas con extremos ligeramente estirados, a menudo ligeramente asimétricos con respecto al plano transapical medio. La válvula del rafe es cóncava y la válvula sin rafe es convexa.</p>



Se localiza en aguas medianamente contaminadas es decir β -mesosapróbica.

Cuenta con una longitud: 35 μm ;
Anchura: 3 μm ; Estrías: 24/ 10 μm .

2 *Cocconeis euglypta*



Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, es de contaminación leve.

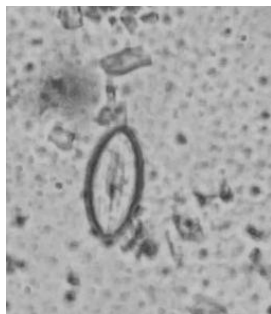
Morfología - Fisiología

Cuenta con una válvula del rafe posee un área hialina submarginal, con protuberancias apicalmente alargadas. La válvula sin rafe tiene areolas grandes y gruesas (menos de 12 en 10 μm).

Se localiza en aguas medianamente contaminadas β -mesosapróbica.

Además, cuenta con una longitud: 12 μm ; Anchura: 23 μm

3 *Cocconeis pediculus*



Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, es de contaminación leve.

Morfología - Fisiología

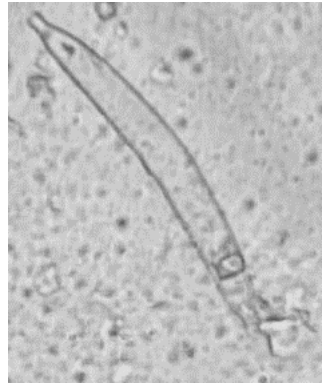
Cuenta con unas válvulas que son arqueadas forman frústulas en forma de silla de montar. Las estrías en la válvula del rafe terminan antes de llegar al margen de la válvula.

Se localiza en aguas medianamente contaminadas β -mesosapróbica.

Cuenta con una longitud de: 12 μm ;
Anchura: 37 μm ; Estrías: 16 / 10 μm -
m (valva sin rafe); Punctae: 18-23 / 10 μm .

4 *Fragilaria Arcus*

Hábitat



Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, Crece formando colonias su localización fue en las zonas medias y bajas.

Morfología - Fisiología

Cuenta con válvulas que son asimétricas al eje apical; el margen dorsal es muy arqueado y convexo, mientras que el margen ventral es cóncavo. Una hinchazón central y unilateral está presente en el margen ventral.

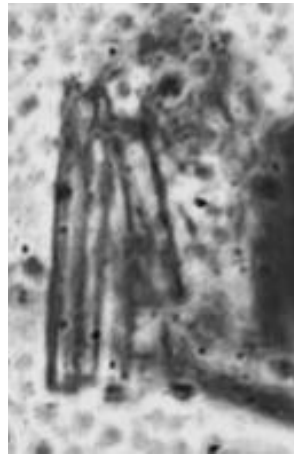
Las estrías fantasmas pueden estar presentes en la hinchazón central.

Se localiza en aguas medianamente contaminadas **β -mesosapróbica.**

Longitud: 75 μ m; Anchura: 5 μ m; Estrías: 13-16/ 10 μ m.

5

Fragilaria capucina



Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, Crece formando colonias, esta especie se localizó en las zonas medias y bajas.

Morfología - Fisiología

Cuenta con válvulas que son lineales-lanceoladas y panduriformes. La válvula central está contraída. Hacia los ápices, los márgenes están expandidos o panduriformes.

Se localiza en aguas medianamente contaminadas **β -mesosapróbica.**

Además, se cuenta con una longitud:15 μ m; Anchura: 3 μ m.

6

Frustulia vulgaris





Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, crece abundantemente en zonas altas, medias y bajas.

Morfología - Fisiología

Cuenta con válvulas que son lineales-lanceoladas-romboidales con ápices rostrados y redondeados. Las estrías están circunvaladas alrededor de los ápices

		Se localiza en aguas medianamente contaminadas β-mesosapróbica . Además, cuenta con una longitud: 50 μm ; Anchura: 10 μm ; Estrías: 13/ 10 μm .
7	Gomphonema parvulum 	Hábitat Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce. Esta especie crece abundantemente tanto en zonas altas medias y bajas. Morfología - Fisiología Cuenta con válvulas que presentan ápices capitados. El área central es asimétrica, con una estría más corta opuesta al estigma. El poste a menudo se dobla irregularmente hacia un lado. Se localiza en aguas medianamente contaminadas β-mesosapróbica . Además, cuenta con una longitud 17-27 μm ; Ancho 5-6 μm Estrías en 10 μm 14-17.
8	<i>Meridion circulare</i> 	Hábitat Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, crece formando colonias. Morfología - Fisiología Cuenta con las frústulas son claviformes lineales. En vista de válvula, el mástil de la cabeza está postrado. Un esternón estrecho se extiende a lo largo del eje apical de la válvula. Se localiza en aguas medianamente contaminadas β-mesosapróbica . Longitud: 12 μm ; Anchura: 8 μm ; Estrías: 16- 20 / 10 μm .
9	<i>Navicula gregaria</i>	Hábitat Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce. Morfología - Fisiología Esta especie cuenta con unas válvulas son lanceoladas con ápices prolongados. El área axial es



10

Navicula kotschy

estrecha y recta. La zona central es asimétrica y elíptica, tiene un rafe es recto.

Se localiza en aguas fuertemente contaminadas **α -mesotrófico** (Polución fuerte).

Además, cuenta con una longitud: 13 μ m; Anchura: 5-10 μ m; Estrías: 18-24/ 10 μ m.



11

Navicula lanceolata

Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.

Morfología - Fisiología

Esta especie cuenta con unas válvulas lineales con márgenes centrales paralelos y ápices claramente capitados. Las estrías son irradiadas y se vuelven casi paralelas en los ápices.

Se localiza en aguas medianamente contaminadas **β -mesosapróbica**.

Además, cuenta con una longitud: 15 μ m; Anchura: 5 μ m; Estrías: 17-23/ 10 μ m.



12

Navicula riediana

Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.

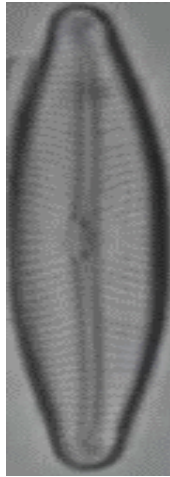
Morfología - Fisiología

Esta especie cuenta con unas válvulas que válvulas son lanceoladas, con extremos redondeados. El rafe es filiforme, con las porciones centrales de las ramas y las terminaciones del rafe central ligeramente desviadas hacia el lado primario de la válvula.

Se localiza en aguas fuertemente contaminadas **α -mesotrófico** (Polución fuerte).

Además, cuenta con una longitud : 35 μ m; Anchura: 12 μ m; Estrías: 13/ 10 μ m; Punctae: 32/ 10 m.

Hábitat



13

Navicula vulpina

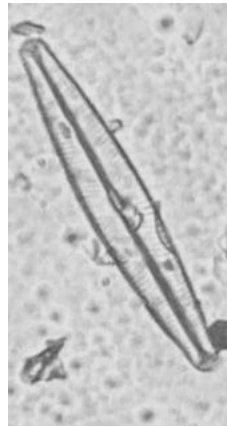
Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.

Morfología - Fisiología

Esta especie cuenta con unas válvulas que son lanceoladas, y tienen un ancho de 8-11 μm . Los ápices son estrechos y prolongados, excepto en ejemplares pequeños.

Se localiza en aguas medianamente contaminadas **β -mesosapróbica**.

Además, cuenta con una longitud: 40 μm ; Anchura: 7 μm ; Estrías: 14-17/10 μm .

**Hábitat**

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.

Morfología - Fisiología

Esta especie cuenta con unas válvulas que son lanceoladas, con ápices ampliamente redondeados, pero no prolongados. El área axial es estrecha y recta, ensanchándose para formar un área central redondeada a veces casi rectangular.

Se localiza en aguas medianamente contaminadas **β -mesosapróbica**: longitud: 85 μm ; Anchura: 17,0 μm ; Estriadas en 10 μm ; 5-6 en el centro, 6-8 en los extremos.

14

Nitzschia filiformis**Hábitat**

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.

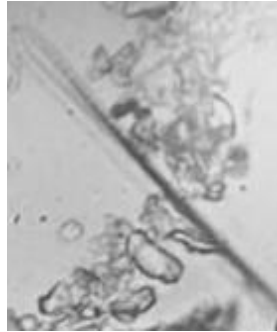
Morfología - Fisiología

Esta especie cuenta con unas válvulas que son lineales a lineal-lanceoladas, con ápices agudamente redondeados. La quilla del rafe no se coloca en el margen, sino ligeramente fuera del margen.

Se localiza en aguas medianamente contaminadas **β -mesosapróbica**.

Además, cuenta con una longitud: 75 μm ; Anchura: 4 μm .

15

Nitzschia linearis**Hábitat**

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.

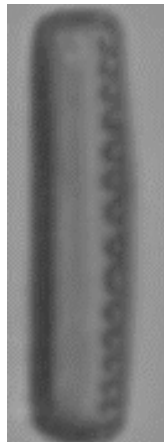
Morfología - Fisiología

Esta especie cuenta con unas válvulas que son lineales a lineal-lanceoladas con lados paralelos, excepto cerca del centro del lado que soporta la quilla, que es cóncava.

Se localiza en aguas medianamente contaminadas **β -mesosapróbica**.

Además, cuenta con una longitud: 200 μ m ; Anchura: 4 μ m ; Estrías: 28-41/ 10 μ m.

16

Nitzschia soratensis**Hábitat**

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.

Morfología - Fisiología

Esta especie cuenta con unas válvulas más grandes son lineales, mientras que las válvulas más pequeñas son elípticas, también sus ápices son redondeados.

Se localiza en aguas medianamente contaminadas **β -mesosapróbica**.

Además, cuenta con una longitud: 3-17 μ m ancho 2,0-3,3 μ m, Estrías en 10 μ m.

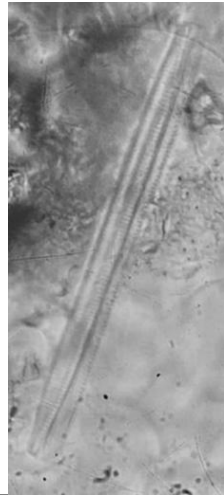
17

*Nitzschia vítrea***Hábitat**

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, y es de contaminación alta, su ecología es Alcalífila, es decir que su tendencia es a vivir en ambientes alcalinos.

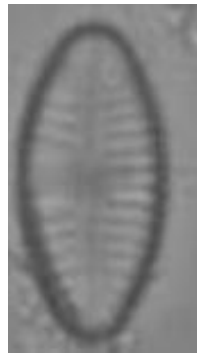
Morfología - Fisiología

Esta especie cuenta con unas válvulas que son lineales con ápices cortos, anchos y subcapitados. Los peronés son distintos y el número 9-12 en 10 μ m. Falta un nódulo



central. Número de estrías 23-25 en 10 μm , Además, cuenta con una longitud: 85 μm ; Anchura: 6 μm .

18 *Planothidium frequentissimum*



Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.

Morfología - Fisiología

Esta especie cuenta con unas válvulas que son lanceoladas a elípticas con ápices redondeados o ligeramente estirados. La válvula del rafe tiene un área axial lineal y un área central de forma variable, desde transversalmente rectangular a elíptica.

Además, cuenta con una longitud: 5-17 μm ancho 3-6 μm Estrías en 10 μm .

19 *Pinnularia borealis*



Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.

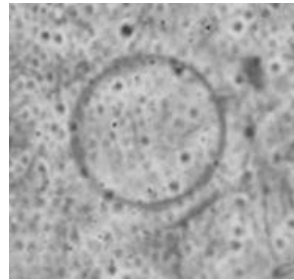
Morfología - Fisiología

Esta especie cuenta con unas válvulas que son lineales a lineal-elípticas, con márgenes paralelos a moderadamente convexos. Los ápices son ampliamente redondeados y no prolongados.

Se localiza en aguas medianamente contaminadas **β -mesosapróbica**.

Su fisiología es de carácter Neutrófila es decir que se aplica al leucocito que presenta granulaciones citoplasmáticas,

		Cuenta con una longitud:42 μm ; Anchura: 10 μm ; Estrías: 5-6/ 10 μm .
20	<i>Thalassiosira pseudonana</i>	<p>Hábitat Es una especie que tiene origen Planctónico y es de aspecto Salobre es decir que aplica a las aguas que tienen una determinada salinidad. Esta especie fue una de las más abundantes en el punto alto medio y bajo, debido a que se localiza en aguas fuertemente contaminadas.</p> <p>α-mesotrófico (Polución fuerte)</p> <p>Morfología - Fisiología Cuenta con unas válvulas que son tangencialmente onduladas, Estrías gruesas Presencia de varias fultoportulas marginales. Además, cuenta con diámetro de 2,5μm.</p>



Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

ANEXO H. Tabla 31 *Diatomeas encontradas en el tercer punto del río Alaquéz durante los meses de noviembre, diciembre 2020 y enero 2021*

#	Nombre	Características
1	<i>Achnantes conspicua</i>	<p>Hábitat Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.</p> <p>Morfología - Fisiología Esta especie cuenta con unas válvulas que son lineal-elípticas. La válvula del rafe tiene un área axial estrecha y un área central. Las estrías son casi paralelas en el centro de la válvula, Las aberturas externas e internas de las areolas son circulares o algo angulares, isodiamétricas.</p>

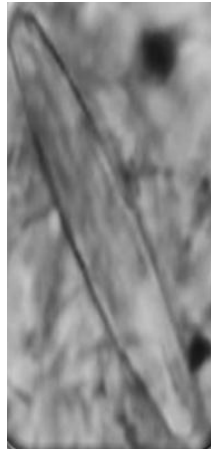


Esta especie se localiza en aguas fuertemente contaminadas.

α -mesotrófico (Polución fuerte)

Además, cuenta con una longitud de: 11 μ m - Ancho: 4 μ m Número de peroné 8-9 en 10 μ m.

2 *Achnantheidium minutissimum*



Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.

Morfología - Fisiología

Esta especie cuenta con unas válvulas que son lineales-lanceoladas-romboidales con ápices rostrados y redondeados. Las estrías están circunvaladas alrededor de los ápices Esta especie se localiza en aguas fuertemente contaminadas.

α -mesotrófico (Polución fuerte)

Además, cuenta con una longitud: 50 μ m; Anchura: 10 μ m; Estrías: 13/ 10 μ m.

3 *Aulacoseira ambigua*



Hábitat

Es una especie que tiene origen Planctónico y es de agua dulce, crece formando colonias, su ecología es Alcalífila, es decir que su tendencia es a vivir en ambientes alcalinos.

Morfología - Fisiología

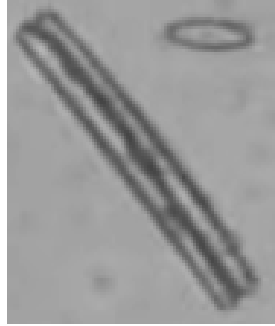
Cuenta con unas válvulas que son ligeramente convexa, cubierta de espinas muy pequeñas.

Se localiza en aguas medianamente contaminadas **β -mesosapróbica.**

Además, cuenta con una longitud de: 10 μ m; Anchura: 9 μ m.

4 *Bacillaria paxillifera*

Hábitat



Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.

Morfología - Fisiología

Esta especie cuenta con unas válvulas estrechas, lineales y quilla central distintiva, cuenta con estrías gruesas.

Se localiza en aguas medianamente contaminadas **β -mesosapróbica**.

Además, cuenta con una longitud de :68-102 μm ancho 5,5-6,5 μm

Estrías en 10 μm 19- 24.

5

Brachysira vitrea

Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, y es de contaminación alta, su ecología es Alcalífila, es decir que su tendencia es a vivir en ambientes alcalinos.

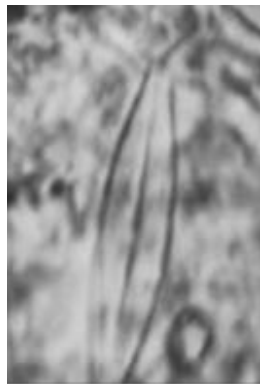
Morfología - Fisiología

Esta especie cuenta con unas válvulas con ápices capitados. El área central es asimétrica, con una estria más corta opuesta al estigma.

Además, tiene una longitud 16-40 μm

Ancho 6-9 μm Estrías en 30-35/ 10 μm .

6

Encyonopsis cesatii

Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, es de contaminación leve.

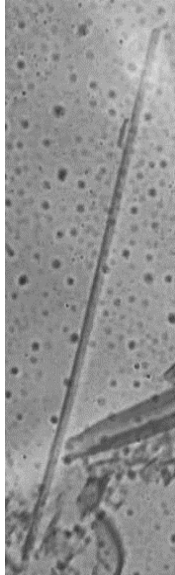
Morfología - Fisiología

Cuenta con un rafe que es débilmente lateral. Los extremos proximales del rafe se desvían hacia el lado dorsal. Los extremos terminales del rafe están enganchados hacia el lado ventral

Longitud: 18-60 μm ; Anchura: 4-8 μm ;

Estrías: 18- 23/ 10 m; Punctae: 35-40 / 10 m.

7

Fragilaria nanana**Hábitat**

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, crece formando colonias.

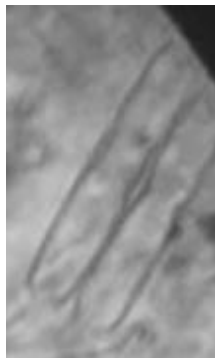
Morfología - Fisiología

Cuenta con unas válvulas que *son estrechas, con ápices captados atenuados. Las estrías son gruesas, claramente alternas y paralelas en todas partes*

Se localiza en aguas medianamente contaminadas **β-mesosapróbica**.

Además, se cuenta con una *longitud: 65 μm; Anchura: 2 μm; Estrías: 5-10/10 μm.*

8

Fragilaria vauchariae**Hábitat**

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.

Morfología - Fisiología

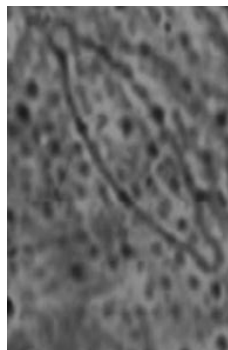
Cuenta con unas *estrias que son distintas y se componen de lineolas largas.*

Las estrías son en su mayoría paralelas, para irradiar ligeramente hacia los extremos de la válvula.

2 frustulas, en vista de faja Se localiza en aguas medianamente contaminadas **β-mesosapróbica**.

Además, cuenta con una longitud de : *10 μm - Ancho: 5 μm.*

9



Gomphonema lagenula var.**Hábitat**

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.

Morfología - Fisiología

Cuenta con un Frústulo generalmente de estructura alargada, rara vez de forma circular, usualmente con un rafe o pseudorrafe.

Frústulo provisto de rafe en, al menos, una valva, a veces muy corto y restringido a los polos.

		Esta especie se localiza en aguas fuertemente contaminadas. α-mesotrófico (Polución fuerte) Además, cuenta con una longitud de: 10 μm ; Anchura: 4-8 μm ; Estrías: 18- 23/ 10 m; Punctae: 35-40 / 10 m.
10	Gomphonema lagenula 	Hábitat Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce. Morfología - Fisiología Cuenta con unas válvulas que son asimétricas, con un margen de válvula lanceolada a elíptica ligeramente estrecha. El área axial es lineal y estrecha. En el lado opuesto del estiloides, hay unas estrías cortas. Se localiza en aguas medianamente contaminadas β-mesosapróbica . Además, cuenta con una longitud: de 17-27 μm ; Anchura 5-6 μm ; Estrías en 10 μm 14-1.
11	Gomphonema pumilum 	Hábitat Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, su ecología es Alcalífila, es decir que su tendencia es a vivir en ambientes alcalinos. Morfología - Fisiología Cuenta con unas válvulas más grandes son lineales, mientras que las válvulas más pequeñas son elípticas. Los ápices son redondeados Se localiza en aguas medianamente contaminadas β-mesosapróbica . Además, cuenta con una longitud de 3-17 μm ancho 2,0-3,3 μm , Estrías en 10 μm .
12	Melosira varians Ag	Hábitat Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce. Esta especie se considera tolerante a la mala calidad del agua, aunque también puede ocurrir en sitios más “prístinos”, es decir que tiene la



13 *Navicula caterva*

misma pureza o perfección que tenía en su origen.

Morfología - Fisiología

Cuenta con frústula en la vista de faja, centrarse en la superficie superior unas células cilíndricas, a menudo formando largas cadenas. Cara de la válvula ligeramente convexa, cubierta de espinas muy pequeñas.

Se localiza en aguas medianamente contaminadas **β-mesosapróbica**.

Además, cuenta con un longitud de: 10µm; Anchura: 9 µm.

Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, esta especie se localizó en zonas medias y bajas.

Morfología - Fisiología

Cuenta con unas estrías que se irradian en el centro de la válvula y se vuelven paralelas o ligeramente divergentes en los extremos.

Se localiza en aguas medianamente contaminadas **β-mesosapróbica**.

Además, cuenta con una longitud: 13 µm; Anchura: 4µm; ; Estrías: 18- 21/ 10 m.



14 *Navicula contenta*

Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, crece formando colonias.

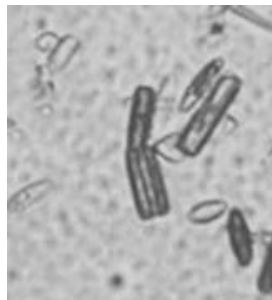
Morfología - Fisiología

Cuenta con unas células que son lineales, con márgenes ligeramente cóncavos o ligeramente convexos.

Las estrías son difíciles de resolver con microscopía ligera.

Se localiza en aguas medianamente contaminadas **β-mesosapróbica**.

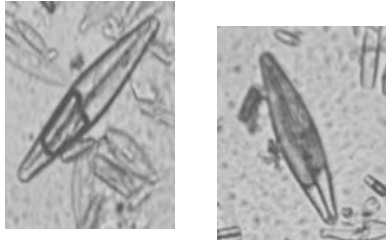
Además, cuenta con una longitud: de 6.0-12.1 µm; Anchura 2.4-2.6 µm; Estriadas en 10 µm 36-38.



15 *Navicula cryptocephala*

Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, crece



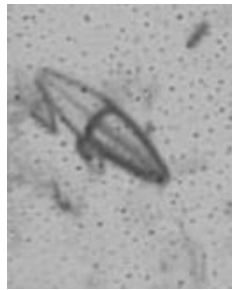
formando colonias, está especie se localizó en zonas medias y bajas.

Morfología - Fisiología

Cuenta con unas *válvulas que son lanceoladas con ápices prolongados*. *El área axial es estrecha y recta. La zona central es amplia y circular.*

Esta especie se localiza en aguas fuertemente contaminadas, α -**mesotrófico** (Polución fuerte), Además, cuenta con una longitud de: $21 \mu\text{m}$; *Anchura: $5 \mu\text{m}$.*

16 *Navicula cryptotenella*



Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, y es de contaminación alta, su ecología es Alcalífila, es decir que su tendencia es a vivir en ambientes alcalinos.

Morfología - Fisiología

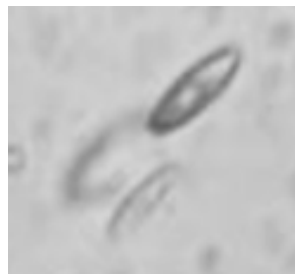
Cuenta con unas *válvulas que son lanceoladas a angostamente lanceoladas con los extremos subcapítulos.*

Estrías fuertemente radiales en el centro a ligeramente convergentes hacia los extremos.

Se localiza en aguas medianamente contaminadas β -**mesosapróbica**.

Cuenta con unas dimensiones: eje apical $22,9 \mu\text{m}$; eje transapical $5,7 \mu\text{m}$; 20 estrías en $10 \mu\text{m}$.

17 *Navicula ingenua*



Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, es de contaminación alta.

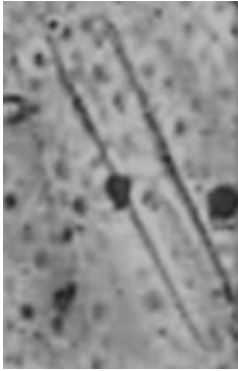
Morfología - Fisiología

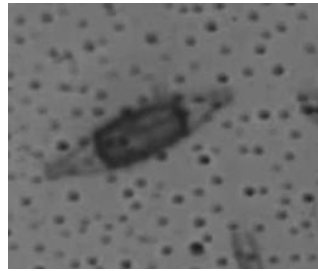
Cuenta con unas *válvulas que son elípticas-lanceoladas con ápices cuneados. El área axial es estrecha. Las estrías se irradian por todas partes.*

Las válvulas son pequeñas. Las válvulas

Esta especie se localiza en aguas fuertemente contaminadas.

		<p>α-mesotrófico (Polución fuerte)</p> <p>Además, cuenta con una longitud de: 7,2-9,2 μm; Ancho 3,0-4,0 μm; Estrías en 10 μm 20-22.</p>
18	<i>Navícula streckeræ</i>	<p>Hábitat Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.</p> <p>Morfología - Fisiología Cuenta con unas válvulas que son lanceoladas con ápices prolongados Área central grande, circular Extremos proximales externos del rafe expandidos. Se localiza en aguas medianamente contaminadas β-mesosapróbica. Además, cuenta con una longitud de: 40 μm; Anchura: 7μm; Estrías: 16/ 10 μm.</p>
19	<i>Nitzschia inconspicua. Grunow</i>	<p>Hábitat Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.</p> <p>Morfología - Fisiología Cuenta con unas válvulas que son más grandes son lineales, mientras que las válvulas más pequeñas son elípticas, los ápices son redondeados. Esta especie se localiza en aguas fuertemente contaminadas.</p> <p>α-mesotrófico (Polución fuerte) Además, cuenta con una longitud de: 3-17 μm ancho 2,0-3,3 μm, Estrías en 10 μm.</p>
20	<i>Nitzschia sigmoidea</i>	<p>Hábitat Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.</p> <p>Morfología - Fisiología Cuenta con unas válvulas que son sigmoide, tanto en vista de válvula como de faja, los peronés son continuos a través del centro de la válvula, las estrías son paralelas.</p>

21	<i>Peronia fibula</i>	<p>Esta especie se localiza en aguas medianamente contaminadas β-mesosapróbica. Además, cuenta con una longitud de: 255-375 μm; Anchura 9-14,5 μm; Estrías en 10 μm 24-26.</p>
		<p>Hábitat Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.</p> <p>Morfología - Fisiología Cuenta con unas frústulas claramente cuneadas (en forma de cuña) o suavemente lineales, formando colonias irradiadas. Estrías paralelas, uniseriadas; margen del manto a veces con pequeñas placas. Esta especie se localiza en aguas medianamente contaminadas β-mesosapróbica. Además, cuenta con una longitud de: 26,6-53,8 μm; Ancho de 3,0-6,0 μm Estrías en 10 μm 18-22.</p>
22	<i>Pleurotaenium ehrenbergii</i>	<p>Hábitat Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.</p> <p>Morfología - Fisiología Cuenta con unas <i>válvulas que son sigmoide, tanto en vista de válvula como de faja.</i> <i>sus semicélulas son casi perfectamente cilíndricas (por lo que con lados laterales paralelos) y provistas de un verticilo de gránulos en el ápice.</i> Esta especie se localiza en aguas medianamente contaminadas β-mesosapróbica, tiene una cuenta con una longitud de: 10 μm - Anchura 9-14,5 μm; Dimensiones de la celda (L x B): 450 x 23 μm.</p>
23	<i>Rhabdonema arcuatum</i>	<p>Hábitat Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.</p> <p>Morfología - Fisiología</p>



Cuenta con unas *válvulas que son lanceoladas con ápices redondeados alargados y prolongados*. El área axial es estrecha, recta, ensanchándose para formar un área central irregularmente redondeada a elíptica.

Esta especie se localiza en aguas medianamente contaminadas **β -mesosapróbica**.

Además, cuenta con una longitud de: 50 μm ; Anchura: 10 μm ; Estrías: 7-12 μm .

24 *Rhoicosphenia abbreviata*



Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce.

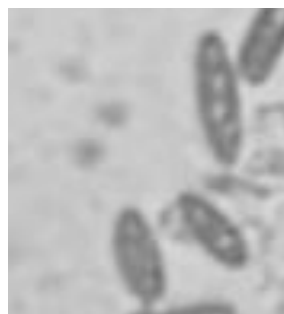
Morfología - Fisiología

Cuenta con unas frustulas son clavadas y ligeramente flexionadas en vista de faja, las estrías se irradian en el centro de la válvula y paralelas en los ápices.

Esta especie se localiza en aguas medianamente contaminadas **β -mesosapróbica**.

Además, cuenta con una longitud de: 25-84 μm ; Anchura de 6-9 μm ; Estriadas en 10 μm ; 11-13 en la válvula central, 14-16 en los extremos.

25 *Staurosirella pinnata*



Hábitat

Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, crece en colonias.

Morfología - Fisiología

Cuenta con unas válvulas que son ovoides, con extremos redondeados. Las colonias están unidas al sustrato en un extremo por un frustulo con una almohadilla de mucílago, o las colonias pueden ser planctónicas.

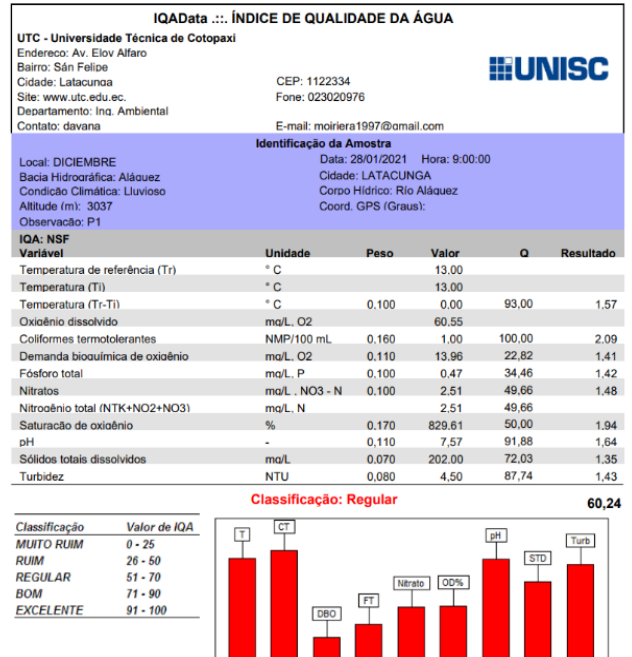
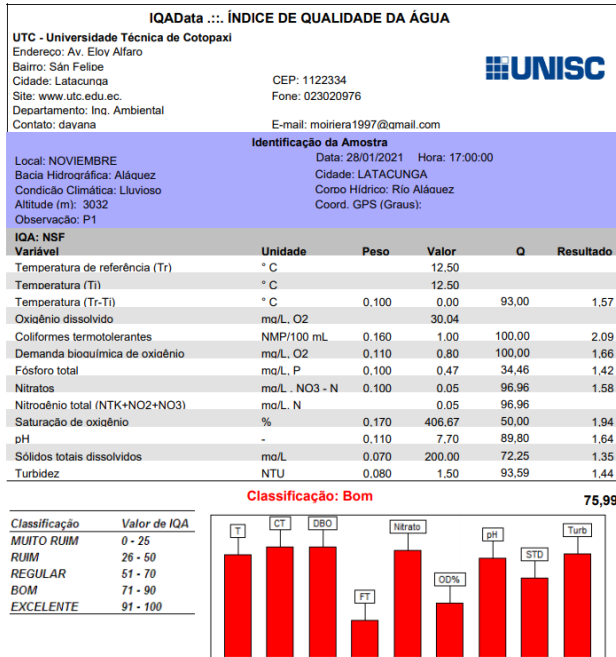
Esta especie se localiza en aguas medianamente contaminadas **β -mesosapróbica**.

Además, cuenta con una longitud de: Longitud 4-10 μm ; Anchura 3-4 μm ;

		Estrías en 10 μm ;11-14.
26	<i>Synedra goulardii</i>	<p>Hábitat Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, crece en colonias.</p> <p>Morfología - Fisiología Cuenta con unas válvulas que son lineales-lanceoladas con una válvula media claramente restringida. Las estrías están presentes en la zona central, aunque son más visibles en especímenes más grandes. Esta especie se localiza en aguas fuertemente contaminadas.</p> <p>α-mesotrófico (Polución fuerte) Además, cuenta con una longitud de: 55-103 μm; Anchura de 8.5-10.5 en el centro; 8.6-12.4 a un máximo de μm; Estriadas en 10 μm; 9-12.</p>
27	<i>Synedra sp</i>	<p>Hábitat Es una especie que tiene origen bentónico y es de agua dulce, crece en colonias.</p> <p>Morfología - Fisiología Cuenta con unas válvulas que son estrechas y lineales, no hinchadas en el medio, con ápices gradualmente cónicos y redondeados. Las estrías cortas se encuentran típicamente en uno o ambos lados de la zona central. Las estrías son paralelas en todas partes. Esta especie se localiza en aguas medianamente contaminadas β-mesosapróbica, cuenta con una longitud de: 260-480 μm; Ancho: 8-9 μm; Estrías: 9-11 μm.</p>

Elaborado por: Lomas Dayana, Riera Moisés

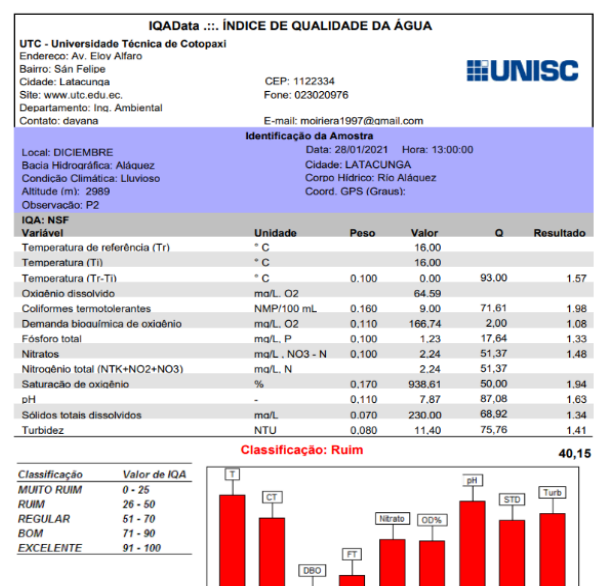
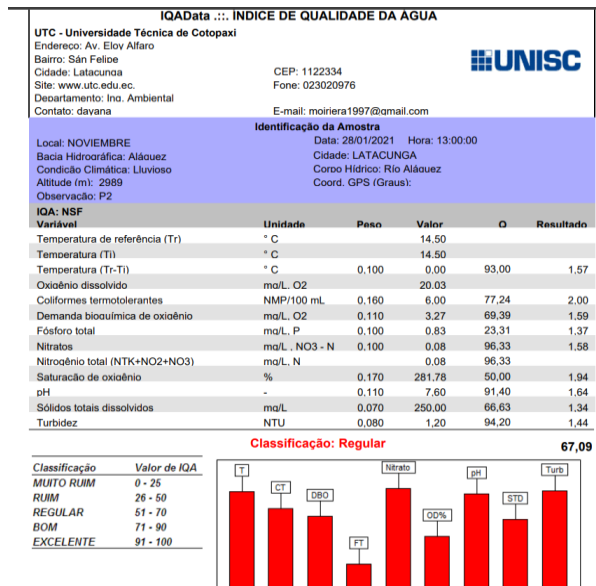
ANEXO I. *datos de IQA Data del punto uno del río Alaquéz durante los meses de noviembre, diciembre 2020*



Fotografía 29: Datos IQA P1 noviembre

Fotografía 30: Datos IQA P1 diciembre

ANEXO J. *datos de IQA Data del punto dos del río Alaquéz durante los meses de noviembre, diciembre 2020*



Fotografía 31: Datos IQA P2 Noviembre

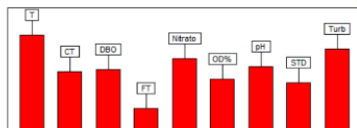
Fotografía 32: Datos IQA P2 Diciembre

ANEXO K. datos de IQA Data del punto tres del río Alaquéz durante los meses de noviembre, diciembre 2020.

IQAData ::: ÍNDICE DE CALIDAD DE LA AGUA					
UTC - Universidade Técnica de Cotopaxi Endereço: Av. Elov Alfaro Bairro: São Felipe Cidade: Latacunga Site: www.utc.edu.ec Departamento: Ing. Ambiental Contato: daviana CEP: 1122334 Fone: 023020976 E-mail: moirera1997@gmail.com					
Local: NOVIEMBRE Bacia Hidrográfica: Alaquéz Condição Climática: Lluvioso Altitude (m): 2779 Observação: P3					
Identificação da Amostra Data: 28/01/2021 Hora: 18:00:00 Cidade: LATACUNGA Corpo Hídrico: Rio Alaquéz Coord. GPS (Graus):					
IQA: NSF	Variável	Unidade	Peso	Valor	Resultado
	Temperatura de referência (Tr)	° C		20.40	
	Temperatura (Ti)	° C		20.40	
	Temperatura (Ti-Ti)	° C	0.100	0.00	93.00
	Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂		19.60	
	Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	0.160	30.00	56.79
	Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L O ₂	0.110	4.74	59.12
	Fósforo total	mg/L P	0.100	0.97	20.93
	Nitratos	mg/L NO ₃ -N	0.100	1.36	69.69
	Nitrogênio total (NTK+NO ₂ +NO ₃)	mg/L N		1.70	302.74
	Saturação de oxigênio	%		0.110	8.62
	pH	-		0.170	7.27
	Sólidos totais dissolvidos	mg/L	0.070	401.00	46.32
	Turbidez	NTU	0.080	9.20	79.36

Classificação: Regular 55,41

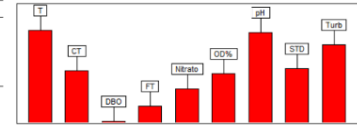
Classificação	Valor de IQA
MUITO RUIM	0 - 25
RUIM	26 - 50
REGULAR	51 - 70
BOM	71 - 90
EXCELENTE	91 - 100



IQAData ::: ÍNDICE DE CALIDAD DE LA AGUA					
UTC - Universidade Técnica de Cotopaxi Endereço: Av. Elov Alfaro Bairro: São Felipe Cidade: Latacunga Site: www.utc.edu.ec Departamento: Ing. Ambiental Contato: daviana CEP: 1122334 Fone: 023020976 E-mail: moirera1997@gmail.com					
Local: DICIEMBRE Bacia Hidrográfica: Alaquéz Condição Climática: Lluvioso Altitude (m): 2779 Observação: P3					
Identificação da Amostra Data: 28/01/2021 Hora: 1:00:00 Cidade: LATACUNGA Corpo Hídrico: Rio Alaquéz Coord. GPS (Graus):					
IQA: NSF	Variável	Unidade	Peso	Valor	Resultado
	Temperatura de referência (Tr)	° C		22.00	
	Temperatura (Ti)	° C		22.00	
	Temperatura (Ti-Ti)	° C	0.100	0.00	93.00
	Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂		49.50	
	Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	0.160	45.00	52.35
	Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L O ₂	0.110	280.14	2.00
	Fósforo total	mg/L P	0.100	1.23	17.64
	Nitratos	mg/L NO ₃ -N	0.100	5.38	34.41
	Nitrogênio total (NTK+NO ₂ +NO ₃)	mg/L N		5.38	34.41
	Saturação de oxigênio	%	0.170	780.01	50.00
	pH	-	0.110	7.27	91.16
	Sólidos totais dissolvidos	mg/L	0.070	340.00	55.07
	Turbidez	NTU	0.080	9.80	78.36

Classificação: Ruim 36,40

Classificação	Valor de IQA
MUITO RUIM	0 - 25
RUIM	26 - 50
REGULAR	51 - 70
BOM	71 - 90
EXCELENTE	91 - 100



Fotografía 33: Datos IQA P3 noviembre

Fotografía 34: Datos IQA P3 diciembre

ANEXO L. datos de laboratorios del punto uno del río Alaquéz durante los meses de noviembre, diciembre 2020 y enero 2021



INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

N° 20-396
Pág. 2 de 3

Parámetros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017, 4500-NO ₃ -A y B	mg/L	0,05 ^(*)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	PE28	Standard Methods Ed 23, 2017, 5210 B y 4500-O-C	mg/L	0,80 ^(*)
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	PE36	HACH No 8000 12/99 7 ed	mg/L	2 ^(*)
Fosfatos	PE48	Standard Methods Ed 23, 2017, 4500-P-C	mg/L	0,485 ^(*)

Los ensayos marcados con () NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE
 **Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE*

Autorizado por:
 Dra. Jeaneeth Cartagena
 Coordinadora de Laboratorio



ALS Ecuador
 De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
 Quito, Ecuador
 T: +59 3 2280 8877

PROTOCOLO: 566828/2020-1.0	RSJ-49
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 13 Página: 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	68758-1	INCERTIDUMBRE (95%)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	CRITERIO DE RESULTADOS
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	7,57	± 0,11 U pH	6,5 - 9	CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed 23, 2017, 4500-NO ₃ -E	PA - 48.00	mg/L	2,51	± 0,23 mg/L	13	CUMPLE
TURBIDEZ	Standard Methods Ed 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	4,5	± 0,8 NTU	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/L	31,4	± 2,3 mg/L	40	CUMPLE
DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/L	13,98	± 0,79 mg/L	20	CUMPLE
OXÍGENO DISUELTU	Standard Methods Ed 23, 2017, 4500-O-G	POS - 27.00	% de Saturación	69,55	-	>80	NO CUMPLE
FOSFATOS	Standard Methods Ed 23, 2017, 4500-P-B y 4500-P-C	PA - 49.00	mg/L	<1,23	± 0,15 mg/L	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 56.00	NMP/100ml	23,0	± 1,2 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA (a ^c)	Standard Methods Ed 23, 2017, 5200 H	PA - 76.00	mg/m ³	0,801	-	NO APLICA	NO APLICA
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/L	202,0	± 3,2 mg/L	NO APLICA	NO APLICA

Fotografía 35: Resultado de parámetros mes N

Fotografía 36: Resultado de parámetros mes D



ALS Ecuador
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito, Ecuador
T: +59 3 2280 8877

PROTOCOLO: 25624/2021-1.0	RU-49
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 13
	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	2677-1	INCERTIDUMBRE (K=2)
				Punto 1	
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m ³	0,267	-

Fotografía 37: Resultado de análisis P1 mes de enero

ANEXO M. datos de laboratorios del punto dos del río Alaquéz durante los meses de noviembre, diciembre 2020 y enero 2021

INAMHI
Laboratorio Nacional de Calidad de Aguas y Sedimentos

INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

N°. 20-397
Pág. 2 de 3

Parámetros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017, 4500-NO ₃ -A y B	mg/L	0,08 ^(*)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	PE28	Standard Methods Ed 23, 2017, 5210 B y 4500-O C	mg/L	3,27 ^(*)
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	PE36	HACH No 8000 12/99 7 ed	mg/L	7 ^(*)
Fosfatos	PE48	Standard Methods Ed 23, 2017 4500-P C.	mg/L	0,827 ^(*)

Los ensayos marcados con () NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE*
 ** Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE*

Autorizado por:
Dra. Jeaneeth Cartagena
Coordinador de Laboratorio



ALS Ecuador
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito, Ecuador
T: +59 3 2280 8877

PROTOCOLO: 566832/2020-1.0	RU-48
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 13
	Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	6378-2	INCERTIDUMBRE (K=2)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	CRITERIO DE RESULTADOS
				Punto 2			
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	PA - 05.00	U pH	7,87	± 0,11 U pH	6,5 - 9	CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO ₃ -E	PA - 48.00	mg/L	2,24	± 0,23 mg/L	13	CUMPLE
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	11,4	± 0,8 NTU	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5200 A y 5200 G	PA - 32.00	mg/L	410,7	± 74,6 mg/L	40	NO CUMPLE
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/L	166,74	± 16,34 mg/L	20	NO CUMPLE
OXÍGENO DISUELT	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POS - 27.00	% de Saturación	64,09	-	>60	NO CUMPLE
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/L	<1,23	± 0,15 mg/L	NO APLICA	NO APLICA
COLORIMETRIA	Standard Methods Ed. 23, 2017, 8221 B, 811 F	PA - 86.00	NMP/100ml	23,0	± 1,2 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m ³	0	-	NO APLICA	NO APLICA
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/L	230,0	± 3,2 mg/L	NO APLICA	NO APLICA

Fotografía 38: Resultado de parámetros mes N Fotografía 39: Resultado de parámetros mes D



ALS Ecuador
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito, Ecuador
T: +59 3 2280 8877

PROTOCOLO: 25625/2021-1.0	RU-49
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 13 Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	2677-2	INCERTIDUMBRE (K=2)
				Punto 2	
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m ³	3.204	-

Fotografía 40: Resultado de análisis P2 mes de enero

ANEXO N. datos de laboratorios del punto dos del río Alaquéz durante los meses de noviembre, diciembre 2020 y enero 2021



ALS Ecuador
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito, Ecuador
T: +59 3 2280 8877

RC38-06

INFORME DE RESULTADOS

N°. 20-398
Pág. 2 de 3

Parámetros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017, 4500-NO ₃ -A y B	mg/L	1,36
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	PE28	Standard Methods Ed 23, 2017, 5210 B y 4500-O C	mg/L	4,74 ^(a)
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	PE36	HACH No 8000 12/99 7 ed	mg/L	20
Fosfatos	PE48	Standard Methods Ed 23, 2017, 4500-P C.	mg/L	0,971 ^(a)

Los ensayos marcados con () NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE⁽¹⁾
^(a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE⁽¹⁾

Autorizado por:
Dra. Jeaneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio


LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUA

PROTOCOLO: 566874/2020-1.0	RU-49
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 13 Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	56758-3 Punto 3	INCERTIDUMBRE (K=2)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE ⁽¹⁾	CRITERIO DE RESULTADOS
POTENCIAL HIDROGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500- ^(a) A y 4500- ^(a) B	PA - 55.00	U pH	7,27	± 0,11 U pH	6,5 - 9	CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO ₃ -E	PA - 49.00	mg/l	5,38	± 0,47 mg/l	13	CUMPLE
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	9,8	± 0,8 NTU	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 A y 5220 D	PA - 32.00	mg/l	628,2	± 8,7 mg/l	40	NO CUMPLE
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 49.00	mg/l	286,14	± 30,77 mg/l	20	NO CUMPLE
OXÍGENO DISUELTO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-G	PO6 - 27.00	% de Saturación	48,50	-	>80	NO CUMPLE
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	1,23	± 0,15 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
COLORIMETRIA FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9201 B, E y F	PA - 69.00	NMP/100ml	23,0	± 1,2 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m ³	0,801	-	NO APLICA	NO APLICA
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	346,0	± 3,2 mg/l	NO APLICA	NO APLICA

Fotografía 41: Resultado de parámetros mes N **Fotografía 42:** Resultado de parámetros mes D



ALS Ecuador
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito, Ecuador
T: +59 3 2280 8877

PROTOCOLO: 25627/2021-1.0	RU-49
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 13 Página 2 de 2

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	2677-3 Punto 3	INCERTIDUMBRE (K=2)
CLOROFILA A(*)	Standard Methods Ed. 23, 2017, 10200 H	PA - 76.00	mg/m ³	35,511	-

Fotografía 43: Resultado de análisis P3 mes de enero

ANEXO O. HOJA DE VIDA DE LOS AUTORES



CURRICULUM VITAE

1.- DATOS PERSONALES

APELLIDOS: LOMAS PASTRANO
NOMBRES: DAYANA KATHERINE
CEDULA DE CIUDADANÍA: 1723288237
LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: QUITO 14 DE JUNIO DE 1994
DIRECCIÓN DOMICILIARIA: QUITO
NÚMEROS TELEFÓNICOS: 022318431 – 0995099421
E-MAIL: dayaniss36@hotmail.com
 dayana.lomas8237@utc.edu.ec

2.- ESTUDIOS REALIZADOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO EN EL SENESCYT
SEGUNDO	QUÍMICO BIÓLOGO	12 DE JULIO DEL 2012
TERCER	INGENIERO AMBIENTAL	MARZO 2021

3.- EXPERIENCIA LABORAL

- ❖ Asistente de Call Center MNSP - 2013.

4.- CERTIFICADOS

- ☐ Taller de Derecho Público Ambiental duración 40 horas, realizada en la ciudad de Latacunga 20 de enero, 2020.
- ☐ Asistente en las: “I Jornada de Difusión Ambiental” Realizado por la carrera de Ingeniería Ambiental realizada en la ciudad de Latacunga julio17, 2019.
- ☐ II SEMINARIO AMBIENTAL POR EL DÍA MUNDIAL DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA, Realizado en el Teatro CCE- Cotopaxi, Latacunga 07 de marzo del 2019
- ☐ Congreso Internacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales “Un nuevo reto para la conservación ambiental” Ciudad de Latacunga febrero 03 del 2017.
- ☐ Capacitación a los Sujetos de Control en Planes de Manejo Ambiental, Planes de Acción, Planes de Emergencia, Informes de Cumplimiento y Auditorías en el Cantón Latacunga, enfocado en la Educación sobre los problemas de cambio climático comprendido los siguientes: Módulo1 “Problemas Ambientales”- Módulo 2 “Cambio Climático” – Módulo 3 “Guía de Buenas Prácticas Ambientales” Cantón Latacunga noviembre 21 del 2018.



CURRICULUMVITAE

1.- DATOS PERSONALES

APELLIDOS: RIERA SÁNCHEZ
 NOMBRES: JAIME MOISÉS
 CEDULA DE CIUDADANÍA: 0504067208
 LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: LATACUNGA, 31 DE JULIO DE 1997

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: ANTONIA VELA Y BENIGNO CHIRIBOGA MATRIZ – LATACUNGA.

NÚMEROS TELEFÓNICOS: 032801157 – 0996322749
 E-MAIL: moiriera1997@gmail.com
jaime.riera7208@utc.edu.ec

2.- ESTUDIOS REALIZADOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO EN EL SENESCYT
SEGUNDO	Ciencias Generales Unificadas	21 DE JULIO DEL 2015
TERCER	INGENIERO AMBIENTAL	MARZO DEL 2021

3.- EXPERIENCIA LABORAL

- ❖ Director de Marketing y Ventas. Febrero 2019.
- ❖ Ayudante de Catedra de Ecotoxicología y Procesos. Universidad Técnica de Cotopaxi, Carrera de Ingeniería Ambiental. 2018

4.- CERTIFICADOS

- ☐ Módulo Especializado Sobre las Ciudades y el Cambio Climático, desarrollados a través de la iniciativa ONU, Asociación para el Aprendizaje sobre el Cambio Climático (UNCC: Learn), emitida 10 de junio 2019.
- ☐ Asistente en las: “I Jornada de Difusión Ambiental” Realizado por la carrera de Ingeniería Ambiental realizada en la ciudad de Latacunga julio17, 2019.
- ☐ II SEMINARIO AMBIENTAL POR EL DÍA MUNDIAL DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA, Realizado en el Teatro CCE- Cotopaxi, Latacunga 07 de marzo del 2019
- ☐ Taller de “Manejo de Instrumentación Ambiental” Realizado por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Ciudad de Latacunga abril 12 del 2018.
- ☐ Congreso Internacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales “Un nuevo reto para la conservación ambiental” Ciudad de Latacunga febrero 03 del 2017.
- ☐ Capacitación a los Sujetos de Control en Planes de Manejo Ambiental, Planes de Acción, Planes de Emergencia, Informes de Cumplimiento y Auditorías en el Cantón Latacunga, enfocado en la Educación sobre los problemas de cambio climático comprendido los siguientes: Módulo1 “Problemas Ambientales”- Módulo 2 “Cambio Climático” – Módulo 3 “Guía de Buenas Prácticas Ambientales” Cantón Latacunga, noviembre 21 del 2018.

ANEXO P. HOJA DE VIDA DEL TUTOR

CURRICULUM VITAE

1.- DATOS PERSONALES



APELLIDOS: CLAVIJO CEVALLOS
 NOMBRES: MANUEL PATRICIO
 CEDULA DE CIUDADANÍA: 0501444582
 LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: SALCEDO, 24 DE SEPTIEMBRE DE 1965
 DIRECCIÓN DOMICILIARIA: CIUDADELA LAS ACACIAS – FICOA – AMBATO.
 NÚMEROS TELEFÓNICOS: 032824577 – 0992050541
 E-MAIL: patricio_clavijo2005@yahoo.com
manuel.clavijo@utc.edu.ec

2.- ESTUDIOS REALIZADOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO EN EL SENESCYT	CÓDIGO DE REGISTRO SENESCYT
TERCER	LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN ESPECIALIDAD BIOLOGÍA Y QUÍMICA	3 DE AGOSTO DEL 1992	1010-02-142218
CUARTO	MASTER EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN MENCIÓN PLANEAMIENTO DE INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR	03 DE JUNIO DEL 2003	1020-03-399385

CUARTO	DIPLOMADO SUPERIOR EN NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN Y SU APLICACIÓN EN LA PRACTICA DOCENTE ECUATORIANA	19 DE OCTUBRE DEL 2007	1008-07- 668233
CUARTO	MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL	03 DE JUNIO 2017	1020-03- 399385

3.- EXPERIENCIA LABORAL

- ❖ Asistente Científico del Área de Plantas Terrestres – Estación Científica Charles Darwin-Galápagos. 1991.
- ❖ Asistente de cátedra de Microbiología y Zoología. Universidad Técnica de Ambato. Febrero 1992 - 1993.
- ❖ Ayudante de Laboratorio de Microbiología y Biotecnología. Universidad Técnica de Ambato. Febrero 1992 - 1993.
- ❖ Técnico de Laboratorio Pedagógico. Instituto Tecnológico “Pelileo”. Enero 1995 – 1999.
- ❖ Gerente del laboratorio de larvas de camarón “CEGAL”. Prov. De El Oro. 1999-2001.
- ❖ Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Desde Abril 2001 hasta la actualidad
- ❖ Coordinador Nacional de Ciencias Experimentales del Proyecto de Nuevo Bachillerato Ecuatoriano – Ministerio de Educación. 2010.

4.- CARGOS DESEMPEÑADOS

- ❖ Gerente de Producción y Comercialización del Grupo Camaronero CEGAL, Prov. Del Oro. Enero 1999 - 2001
- ❖ Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Desde abril 2001 – 2017.
- ❖ Docente del Colegio “HUAMBALO” – Prov. del Tungurahua. Abril 2001- 2012.
- ❖ Vicerrector del Colegio “HUAMBALO” – Prov. del Tungurahua. Agosto 2003 – 2009.
- ❖ Primer Vocal de Consejo Directivo del Colegio Nacional “HUAMBALO” 2003-2005, 2007-2009.
- ❖ Director de la Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente de la UTC desde octubre 2016.

5.- PONENCIAS

- Ponente en las XV Jornadas Nacionales de Biología Guayaquil.

- Ponente en el Seminario Científico Internacional de Medio Ambiente. 2017

6.- SEMINARIOS DICTADOS

- Expositor en el Seminario de Diseño de Tesis – Cotopaxi - 2005
- Expositor en Curso Teórico – Práctico de Educación para la Salud - Tungurahua - Huambalo febrero 2009.
- Expositor en el Tercer Foro Ambiental sobre la Influencia de Virus AH1N1 y su relación con el Medio Ambiente – U.T.C. – Latacunga junio 2009.
- Expositor en el Seminario de “Diseño de Tesis”. Colegio de Ingenieros Agrónomos de Cotopaxi. - UTC. Latacunga septiembre 2005.
- Facilitador en el Taller sobre el Nuevo Bachillerato Unificado Ecuatoriano, Universidad Nacional de Loja. Loja 2011.

7.- PROYECTOS REALIZADOS

- Bioanálisis, aislamiento e identificación de Micorrizas Arbusculares (MA) en el sistema radicular en Rosas de exportación en Blooming Rose Farm, Salcedo Cotopaxi.
- Diseño de un Proyecto Pedagógico Ambiental y su aplicación en la Escuela de Educación Básica Juan Abel Echeverría de la Parroquia San Buenaventura, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.
- Tratamiento de Aguas residuales procedentes del camal municipal de Francisco de Orellana, provincia de Orellana mediante la utilización de Humedales Artificiales.
- Diseño de una planta de tratamiento de agua para consumo humano en el Centro de Experimentación y Producción Salache (CEYPSA) de la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).
- Utilización de tres tipos de bioles a tres concentraciones en el cultivo de *Pisum sativum* en Planchaloma, Toacaso, Latacunga.
- Diseño de una Plan de Manejo de desechos de la Base Aérea FAE de la ciudad de Latacunga. 2012.
- Elaboración de biocombustibles a partir del Agave americana, con tres tipos de fermentos a dos temperaturas. 2013.
- Desarrollo de un biofiltro a partir de la cáscara de plátano en la empresa Waterfood en la provincia de Orellana. 2014
- Análisis de cultivo de patatas con lixiviados del relleno sanitario del cantón Salcedo. 2015
- Aislamiento de bacterias remediadoras en aguas residuales, cantón Pujili. 2015.
- Aislamiento de bacterias sulforremediadoras en tuberías petroleras. 2015
- Estudio biológico del Parque Nacional Llanganates, sector Provincia de Cotopaxi, 2016
- Estudio biótico en el Río Ambi, 2016
- Estudio Biótico del Relleno Sanitario en el Cantón Salcedo. Salcedo mayo 2008.
- Director y Asesor de Tesis de la U. A. CAREN. UTC, a nivel de Pregrado y Posgrado

8.- ARTÍCULOS

- UNIVERSIDAD Y SECTOR PRODUCTIVO - Revista ALMA MATER N° 3 – Universidad Técnica de Cotopaxi – Latacunga septiembre 1998.
- LA SINERGIA INSTITUCIONAL - Revista ALMA MATER N° 4 – Universidad Técnica de Cotopaxi – Latacunga junio 1999.
- Compilaciones Teóricas y Prácticas sobre: QUÍMICA GENERAL, QUÍMICA ORGÁNICA, BIOQUÍMICA, QUÍMICA ANALÍTICA, BIOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA, GENÉTICA, ÁREAS NATURALES DEL ECUADOR, BIOTECNOLOGÍA.

ANEXO P.*Aval de Traducción*

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de **INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES, LOMAS PASTRANO DAYANA KATHERINE** y **RIERA SÁNCHEZ JAIME MOISÉS**, cuyo título versa **"IDENTIFICACIÓN DE DIATOMEAS EPILÍTICAS ASOCIADAS A DIFERENTES NIVELES DE CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO ALÁQUEZ CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO 2020"**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, marzo 5 del 2021

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Patricia Marcela Chacón Porras'.

Mg. Patricia Marcela Chacón Porras
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0502211196

1803027935 Firmado
 digitalmente por
 VICTOR 1803027935
 HUGO VICTOR HUGO
 ROMERO ROMERO GARCIA
 GARCIA Fecha: 2021.03.05
 12:53:23 -05'00'

 A circular digital signature stamp with a purple border, containing the text 'CENTRO DE IDIOMAS' and 'UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI' around the perimeter.