



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA: INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“IDENTIFICACIÓN DE DIATOMEAS EPILÍTICAS ASOCIADAS AL ÍNDICE TROFICO DE CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO YANAYACU, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO SEPTIEMBRE 2019 - FEBRERO 2020”

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de

Ingeniero en Medio Ambiente

Autores:

Lascano Reyes Lenin Omar

Muñoz Cepeda Alberto Jamil

Director:

M.Sc. Clavijo Cevallos Patricio

Latacunga – Ecuador

FEBRERO 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Nosotros **LENIN LASCANO, JAMIL MUÑOZ** declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“IDENTIFICACIÓN DE DIATOMEAS EPILÍTICAS ASOCIADAS AL ÍNDICE TROFICO DE CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO YANAYACU, PROVINCIA DE COTOPAXI, SEPTIEMBRE 2019 - FEBRERO 2020”**, siendo el **M.Sc. PATRICIO CLAVIJO CEVALLOS** tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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



.....
LENIN OMAR LASCANO REYES

C.I. 050251180-1



.....
MUÑOZ CEPEDA ALBERTO JAMIL

C.I. 120545001-6



.....
MSc. PATRICIO CLAVIJO CEVALLOS
C.I.: 0501444582
TUTOR DE TESIS

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 **Lascano Reyes Lenin Omar**, identificado con C.C. N° **050251180-1**, de estado civil **CASADO** y con domicilio en Salcedo, Parroquia San Miguel y **Muñoz Cepeda Albero Jamil**, identificado con C.C. N° **120545001-6**, de estado civil **SOLTERO** y con domicilio en Latacunga, Parroquia Ignacio Flores a quienes en lo sucesivo se los denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector 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 De Medio Ambiente**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **Proyecto de Investigación** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. -

Fecha de inicio de carrera: **15 de Abril del 2015**

Fecha de finalización: **Febrero 2020**

Aprobación CD: **15 de Noviembre del 2019**

Tutor. – M.Sc. Manuel Patricio Clavijo Cevallos

Tema: **“IDENTIFICACIÓN DE DIATOMEAS EPILÍTICAS ASOCIADAS AL ÍNDICE TROFICO DE CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO YANAYACU, PROVINCIA DE COTOPAXI, SEPTIEMBRE 2019 - FEBRERO 2020”**,

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/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 **LA/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:

- 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.
- f) 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/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 **LA/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 **LA/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 18 días del mes de febrero del 2020.



Lascano Reyes Lenin Omar
EL CEDENTE



Muñoz Cepeda Alberto Jamil
EL CEDENTE

.....

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez
EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“IDENTIFICACIÓN DE DIATOMEAS EPILÍTICAS ASOCIADAS AL ÍNDICE TROFICO DE CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO YANAYACU, PROVINCIA DE COTOPAXI, SEPTIEMBRE 2019 – FEBRERO 2020” de Lenin Omar Lascano Reyes y Muñoz Cepeda Alberto Jamil, de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 18 Febrero del 2020.



.....

MSc. PATRICIO CLAVIJO CEVALLOS

C.I.: 0501444582

DIRECTOR DE TESIS

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban 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 de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente; por cuanto, los postulantes:

- Lenin Omar Lascano Reyes
- Alberto Jamil Muñoz Cepeda

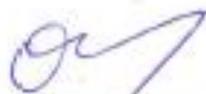
Con el título de Proyecto de Investigación: **"IDENTIFICACIÓN DE DIATOMEAS EPILÍTICAS ASOCIADAS AL ÍNDICE TRÓFICO DE CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO YANAYACU, PROVINCIA DE COTOPAXI, SEPTIEMBRE 2019 – FEBRERO 2020"**

Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

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

Latacunga, 18 Febrero del 2020

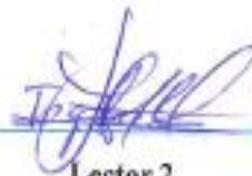
Para constancia firman:



Lector 1 (Presidente)

Nombre: Mg. Cristian Lozano.

CC: 060360931-4



Lector 2

Nombre: Mg. Oscar Daza.

CC: 040068979-0



Lector 3

Nombre: Dr. Moreno Polivio.

CC: 050104764-1

AGRADECIMIENTO

Agradecemos primero a Dios por darnos la oportunidad de existir en este mundo y de cumplir el único propósito que es vivir, y caminar para llegar a los sueños, a nuestros padres por su apoyo brindado para la culminación de este proyecto investigativo y de mi carrera profesional.

Gracias a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a todos nuestros docentes por la orientación brindada con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos y afianzando nuestra formación.

En especial a nuestro Director MSc. Patricio Clavijo que cada día a estado apoyando y orientando para la elaboración del trabajo investigativo.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “Identificación de diatomeas epilíticas asociadas al índice trófico de calidad del agua del río Yanayacu, provincia de Cotopaxi, septiembre 2019 - febrero 2020”.

Autores: Lenin Omar Lascano Reyes

Alberto Jamil Muñoz Cepeda

RESUMEN

En la presente investigación se logró identificar diatomeas epilíticas asociadas al índice trófico de calidad del agua del río Yanayacu, provincia de Cotopaxi, donde se identificaron un total de 59 especies de diatomeas epilíticas. Se realizó un muestreo en cada uno de los puntos, reconociendo así las de mayor influencia; en el punto uno o también conocido como punto limpio ubicado en el barrio San José, se encontró la presencia de 7 microalgas: *Gomphonema sp*, *Gomphonema lagenula*, *Mayamaea permitis*, *Nitzschia acidoclinata*, *Navicula cryptotenella*, *Planothidium lanceolatum* y *Planothidium frequentissimum*, en el punto dos o punto medio ubicado en el barrio San Martín se localizó 8 microalgas: *Gomphonema parvulum*, *Gomphonema pumilum var. rigidum*, *Mayamaea permitis*, *Navicula cryptotenella*, *Navicula lanceolata*, *Navicula gregaria*, *Nitzschia inconspicua*, *Nitzschia amphibia*, y en el punto tres ubicado en la Casa de la Cultura, con mayor abundancia están: *Navicula nota*, *Navicula gregaria*, *Navicula lanceolata*, *Navicula cryptotenella*, *Nitzschia palea*, *Nitzschia inconspicua* y *Pinnularia sp*. Para calcular el índice de calidad de agua en el mes de noviembre, se utilizó 9 parámetros físico-químicos y microbiológicos, los cuáles se valoraron a través del programa IQADData, donde en el punto 1 obtuvo una calificación de 42.74 categorizada en el rango de malo, mientras que para el punto 2 la calificación fue de 13.76 muy malo y en el tercer punto con valores de 18.78 dentro del rango de muy malo, posteriormente se comparó el Índice Trófico de Calidad del Agua teórico y de tablas; para el punto 1 el ITCA teórico obtuvo un valor de 1.61 que comparado con el ITCA de las tablas se encuentra en el rango de 1,5 a 2,5 mostrando un nivel de contaminación moderada β -mesotrófico; en el punto 2 el ITCA teórico tiene un valor de 2.78 y comparado con el ITCA de tabla está dentro del rango 2.5- 3.5 con un nivel de contaminación fuertes α -mesotrófico y en el punto 3 se consiguió un ITCA teórico de 3.20 que comparado con el ITCA de la tabla resulto con nivel de contaminación fuerte α -mesotrófico pues se identificó dentro del rango de 2,5 a 3,5.

Palabras clave: Bioindicadores, Cuerpos lóticos, Diatomeas epilíticas, Eutrofización, índice de calidad de agua (ICA), índice trófico de calidad de agua (ITCA).

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

THEME: "Identification of epilithic diatoms associated with the trophic index of the water quality of the Yanayacu River, Cotopaxi Province, September 2019 - February 2020".

Authors: Lenin Omar Lascano Reyes

Alberto Jamil Muñoz Cepeda

ABSTRACT

In the present investigation it was possible to identify epilithic diatoms associated with the trophic index of the water quality of the Yanayacu river, Cotopaxi province, where a total of 59 species of epilithic diatoms were identified. Sampling was carried out on each of the points, thus recognizing those with the greatest influence; at point one or also known as the clean point located in the San José neighborhood, the presence of 7 microalgae was found: *Gomphonema sp.*, *Gomphonema lagenula*, *Mayamaea permitis*, *Nitzschia acidoclinata*, *Navicula cryptotenella*, *Planothidium lanceolatum* and *Planothidium frequentissimum*, at the point two or midpoint located in the "San Martín" neighborhood was located 8 microalgae: *Gomphonema parvulum*, *Gomphonema pumilum var. rigidum*, *Mayamaea permitis*, *Navicula cryptotenella*, *Navicula lanceolata*, *Navicula gregaria*, *Nitzschia inconspicua*, *Nitzschia amphibia*, and at point three located in the Culture House, more abundantly are: *Navicula nota*, *Navicula gregaria*, *Navicula lanceolata*, *Navicula cryptotenella*, *Navicula cryptotenel* *Nitzschia palea*, *Nitzschia inconspicua* and *Pinnularia sp.* To calculate the water quality index in the month of November, 9 physical-chemical and microbiological parameters were used, which were assessed through the IQADData program, where in point 1 it obtained a rating of 42.74 categorized in the range of bad, while for point 2 the rating was 13.76 in the range of extremely bad and in the third point with values of 18.78 within the range of extremely bad. The theoretical Trophic Water Quality Index and tables were subsequently compared; for point 1, the theoretical ITCA obtained a value of 1.61 which compared to the ITCA of the tables is in the range of 1.5 to 2.5, showing a moderate level of β -mesotrophic contamination; at point 2 the theoretical ITCA has a value of 2.78 and compared to the ITCA table it is within the range 2.5-3.5 with a strong level of α -mesotrophic contamination and at point 3 a theoretical ITCA of 3.20 was achieved compared to the ITCA in the table resulted in a strong level of α -mesotrophic contamination as it was identified within the range of 2.5 to 3.5.

Keywords: Bioindicators, lotic bodies, epilithic diatoms, eutrophication, water quality index (ICA), trophic water quality index (ITCA).

INDICE

1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	4
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
5. OBJETIVOS:.....	5
5.1. General.....	5
5.2. Específicos.....	5
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	7
7.1. AGUA.....	7
7.2. FUENTES DE CONTAMINACIÓN.....	8
7.2.1. Fuentes naturales.....	8
7.2.2. Fuentes antropogénica.....	8
7.2.3. Origen Urbano.....	8
7.2.4. Origen Agrícola	8
7.3. PARÁMETROS DE CALIDAD.....	8
7.4. EUTROFIZACIÓN.....	12
7.5. INDICE TRÓFICO DE CALIDAD DEL AGUA (ITQA).....	12
7.6. ÍNDICE DE LA CALIDAD DEL AGUA (ICA).....	13
7.7. DIATOMEAS	13
7.8. VENTAJAS DE LAS DIATOMEAS COMO BIOINDICADORES.....	14
7.9. ESTUDIO PREVIOS	16
7.10. MARCO LEGAL.....	18
7.10.1. Código Orgánico del Ambiente (COA).....	18
7.10.2. Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA)	19
8. PREGUNTAS CIENTÍFICA:	19
9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO NO EXPERIMENTAL	20
9.1. Área de trabajo.....	20
9.2. DISEÑO DEL MUESTREO	21
9.2.1. Toma de muestras de las diatomeas en la fase de campo.....	21
9.2.2. Procesamiento de muestras de diatomeas en la fase de laboratorio.....	21
9.2.3. Utilización del índice trófico de calidad del agua (ITCA).....	23
9.2.4. Toma de muestras de agua en la fase de campo	24
9.2.5. Determinación del Índice de Calidad de Agua (ICA)	24

10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:	25
10.1.	INDICADORES ABIÓTICOS	25
10.1.1.	Análisis <i>In Situ</i>	25
10.2.	ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA	31
10.3.	INDICADORES BIÓTICOS	33
10.4.	ÍNDICE TRÓFICO DE CALIDAD DEL AGUA	36
11.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS):	38
12.	PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO:	39
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
13.1.	Conclusiones	41
13.2.	Recomendaciones	42
14.	Bibliografía	43
15.	ANEXOS	1

Índice de Tablas

Tabla 1.	Beneficiarios del proyecto.	4
Tabla 2.	Objetivos y Actividades	6
Tabla 3.	Ubicación de los puntos de monitoreo en la microcuenca del río “Yanayacu” .	20
Tabla 4.	Relación entre el Índice Trófico de calidad de Agua (ITQA) y la calidad del agua.	24
Tabla 5.	Rangos para determinar el Índice de calidad del agua.	25
Tabla 6.	Valores de pH en 3 sitios de muestreo del Río Yanayacu.	25
Tabla 7.	Valores de Temperatura en 3 sitios de muestreo del Río Yanayacu.	27
Tabla 8.	Valores de Conductividad en 3 sitios de muestreo del Río Yanayacu.	28
Tabla 9.	Valores de Clorofila en 3 sitios de muestreo del Río Yanayacu. Tres meses.	29
Tabla 10.	Valores de la muestra de agua del punto 1.	29
Tabla 11.	Valores de la muestra de agua del punto 2.	30
Tabla 12.	Valores de la muestra de agua del punto 3.	31
Tabla 13.	Resultados obtenidos según el IQA-DATA en los puntos de muestreo ubicados en el río Yanayacu.	32
Tabla 14.	Especies de diatomeas epilíticas encontradas en el punto uno.	33
Tabla 15.	Especies de diatomeas epilíticas encontradas en el punto dos.	34
Tabla 16.	Especies de diatomeas epilíticas encontradas en el punto tres.	35
Tabla 17.	Determinación del índice trófico de calidad de agua para el punto uno.	36

Tabla 18. Determinación del índice trófico de calidad de agua para el punto dos.	36
Tabla 19. Determinación del índice trófico de calidad de agua para el punto tres.	37
Tabla 20. Presupuesto.	39

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Ubicación de los puntos de muestreo en la microcuenca del río Yanayacu	20
Ilustración 2. Resultados promedio de pH, para tres sitios de muestreo del Río Yanayacu.	26
Ilustración 3. Resultados promedio de Temperatura, para tres sitios de muestreo del Río Yanayacu.	27
Ilustración 4. Resultados promedio de Conductividad, para tres sitios de muestreo del Río Yanayacu.	28
Ilustración 5. Resultados promedio de Clorofila, para tres sitios de muestreo del Río Yanayacu.	29
Ilustración 6. Resultados de las muestras ICA, para tres sitios de muestreo del Río Yanayacu.	32
Ilustración 7. ITCA.	37

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Identificación de diatomeas epilíticas asociadas al índice trófico de calidad del agua del río Yanayacu, provincia de Cotopaxi, septiembre 2019 – febrero 2020”

Fecha de inicio:

Septiembre 2019

Fecha de finalización:

Febrero 2020

Lugar de ejecución:

Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga.

Facultad que auspicia:

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia:

Ingeniería en Medio Ambiente

Proyecto de investigación vinculado:

Calidad del Agua de las Cuencas Hidrográficas del Cotopaxi.

Equipo de Trabajo:

Tutor: MSc. Clavijo Cevallos Patricio

Coordinadores: Lascano Reyes Lenin Omar; Muñoz Cepeda Alberto Jamil

Lector 1: Mg. Lozano Cristian

Lector 2: Mg. Daza Oscar

Lector 3: Dr. Moreno Polivio

Área de Conocimiento:

UNESCO: Servicios

Sub área: Protección del medio ambiente

Línea de investigación:

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

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Sub línea 4: Impactos Ambientales

Línea de vinculación:

Servicios: Protección del ambiente y desastres naturales

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Los ríos del Ecuador en su gran parte constituyen un componente muy importante de los cuerpos hídricos, siendo la fuente primordial para la formación de lagos y océanos de esta forma es el recurso más importante de los seres vivos existentes en el planeta.

El hombre en su afán de progresar ha crecido demográficamente. El asentamiento poblacional y el avance industrial han buscado aprovechar las diferentes fuentes de agua para la subsistencia humana. La población no concientiza por el cuidado de ríos, lagos ya que es utilizada en diferentes procesos que causan la contaminación del agua, las mismas que son descargadas al cauce natural del río sin ningún tratamiento previo aportando a la contaminación del recurso hídrico.

El Río Yanayacu se encuentra ubicado en la provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, la calidad del agua del río es mala, siendo un foco de contaminación ya que en el cauce de este río se observa diferentes descargas de la industria en especial del faenamiento siendo causantes de alteraciones a las propiedades naturales del agua y los asentamientos humanos a lo largo del cauce ocasionan descargas de aguas residuales, esto se debe al descuido de las autoridades por no ejercer un control y por el desorden en el crecimiento de la ciudad, que ven al río como un medio fácil de evacuación de todas las aguas servidas, tanto del sector poblacional como industrial.

La determinación del estado ecológico de las masas de agua superficial se realiza usando una serie de organismos indicadores de la calidad. Entre los indicadores biológicos aparecen los macro-invertebrados bentónicos, los macrófitos, el fitoplancton, las macro-algas, micro-invertebrados, micro-algas y las angiospermas. La investigación tiene como finalidad plasmar mediante el estudio de diatomeas epilíticas y su índice trófico la calidad de agua del río Yanayacu, ya que estos pequeños organismos pueden ser un indicador del estado de los cuerpos de agua dulce.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1. Beneficiarios del proyecto.

Beneficiarios Directos			Beneficiarios Indirectos		
Población de Latacunga.			Provincia de Cotopaxi:		
Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
82301	88188	170489	198695	210580	409205

Fuente: (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2010).

Elaborado: Lascano Lenin & Muñoz Jamil.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La disponibilidad de agua dulce en todo el mundo es crítica y cada día es más compleja, debido a factores contaminantes de dicho recurso hídrico y la influencia económica que representa para quien la posee. Se incurre que la ascendente demanda de agua para la agricultura, la industria y el consumo doméstico han creado competencias que se reflejarán debido al crecimiento demográfico y a la falta de planificación, educación y conciencia para el manejo y uso adecuado de este tan valioso recurso.

Las condiciones actuales del río Yanayacu están alteradas como consecuencia de los altos niveles de intervención que se producen en la zona, tanto por el crecimiento poblacional, (urbanas y agrícolas) como por la demanda de recursos hídricos. La calidad es lamentable, debido a que los elementos residuales (desagües) no presenta ni tienen un tratamiento alguno que llegan directamente al cuerpo de agua.

El río antes mencionado contribuye sinérgicamente a la contaminación de la sub-cuenca del Cutuchi al arrastrar los residuos orgánicos e inorgánicos desde una población alta hacia aguas bajas. Todo esto altera la calidad del agua del río Yanayacu, así como la salud de la población, esto se debe a los agentes patógenos que son transportados por estas aguas.

En otros lugares por estudios realizados sobre el uso de diatomeas ha demostrado que son útiles, confiables y económicos; estos organismos están adaptados para vivir en determinadas condiciones. La información generada permitirá proponer un índice de calidad de agua para el Río Yanayacu que posibilite emprender programas de monitoreo del agua.

5. OBJETIVOS:

5.1. General

- Identificar las especies de diatomeas epilíticas asociadas al índice trófico de calidad del agua del río Yanayacu.

5.2. Específicos

- Establecer los puntos de muestreo para la identificación de las especies de diatomeas epilíticas del río Yanayacu.
- Determinar el índice trófico del agua del río Yanayacu mediante la metodología del ITCA.
- Comparar el índice trófico de calidad del agua y el ICA con la presencia de diatomeas epilíticas.

6. 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)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecer los puntos de muestreo para la identificación de las especies de diatomeas epilíticas del río Yanayacu. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificación del punto de muestreo. ▪ Toma de muestras. ▪ Revisión bibliográfica. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Georreferenciación. ▪ Muestras. 	<p>TÉCNICA: Identificar los puntos de muestreo.</p> <p>INSTRUMENTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ GPS. ▪ Multiparámetro ▪ Cámara <p>Observación de campo.</p> <p>Se realizó una georreferenciación del sitio de estudio por lo que se tomará en cuenta los distintos grados de contaminación a lo largo del río Yanayacu.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinar el índice trófico del agua del río Yanayacu mediante la metodología del ITCA. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tratamiento de las muestras en el laboratorio. ▪ Microscopia y análisis de muestra. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Listado de especies de diatomeas identificadas. ▪ Parámetros de calidad del agua. 	<p>Obtener las muestras de diatomeas limpiando las rocas superficiales de punto de muestreo.</p> <p>Limpieza y tratamiento de las muestras siguiendo la metodología del Dr. Lobo.</p> <p>Observación microscópica en el laboratorio.</p> <p>MATERIALES: Fichas de campo Cuaderno de campo</p> <p>EQUIPOS: GPS Cámara fotográfica</p> <p>REACTIVOS: Agua destilada</p> <p>Se emplea la técnica de observación microscópica en laboratorio, ya que facilita la identificación en cuanto a la fisiología de las muestras.</p> <p>MATERIALES: Gafas protectoras</p>

			Mascarillas Mandil Cinta adhesiva EQUIPOS Microscopio Centrifugadora REACTIVOS Naphrax Ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄) Ácido clorhídrico (HCl) Dicromato de potasio (K ₂ Cr ₂ O ₇)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comparar el índice trófico de calidad del agua y el ICA con la presencia de diatomeas epilíticas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Búsqueda de bibliografía para comparación de valores teóricos del ITCA. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Valor trófico de las especies de diatomeas. 	TÉCNICA: Observación Utilización de Fuentes Bibliográficas Equipo: Tabla del ITQA de Lobo <i>et al</i> (2014).

Elaborado por: Lenin Omar Lascano Reyes
Alberto Jamil Muñoz Cepeda

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. AGUA

El agua es la sustancia más importante de todos los recursos naturales, indispensable para la vida, constituye una necesidad primordial para la salud, pero debe tenerse en consideración que en forma natural casi no existe pura, pues casi siempre contiene sustancias minerales y orgánicas disueltas o en suspensión. En la actualidad el agua se ha convertido en un bien muy valioso, debido a su la escasez, es un sustento para la vida y además para que exista el desarrollo económico en un país, se debe contar con la disponibilidad de agua. (Monge, 2016).

7.2. FUENTES DE CONTAMINACIÓN

7.2.1. Fuentes naturales

En agua pueden encontrarse componentes contaminantes de origen natural dependiendo de los suelos por los que atraviese y del contacto con la atmosfera (Ej. Calcio, hierro, magnesio, sales minerales, mercurio, etc.), que se encuentran naturalmente en la corteza de la tierra, aunque algunos son perjudiciales para la salud, normalmente las fuentes de contaminación natural son muy dispersas y no provocan concentraciones altas de polución, excepto en algunos lugares muy concretos. (Garcia, 2012).

7.2.2. Fuentes antropogénica

La contaminación antropogénica se refiere a todos los efectos, procesos o materiales que son producidos por los seres humanos a comparación de otras que tienen distintas causas naturales, están generadas por las actividades de los humanos directamente. (Purs, 2017).

7.2.3. Origen Urbano

Estas se refieren al resultado del uso urbano del agua en viviendas, actividades comerciales y servicios, en si todo lo que genere aguas residuales, sobretodo estas aguas contienen restos fecales, restos de alimentos juntamente con grasas, y también con un incremento de productos químicos como lejías y detergentes. (Purs, 2017).

7.2.4. Origen Agrícola

Son causadas por los trabajos agrícolas que producen vertidos de pesticidas, fertilizantes y restos orgánicos de animales, en conclusión, todo lo que utilizan los agricultores para que su trabajo no tenga ningún imprevisto. Por consiguiente, todo esto es arrastrado por las aguas de riego las mismas que se van llevando sales de nitrógeno, azufre, fósforo etc. De esta forma se primero se contamina el suelo y luego estos contaminantes se filtran y pasan a las aguas subterráneas. (Purs, 2017).

7.3. PARÁMETROS DE CALIDAD

Los índices constituyen una herramienta muy útil y un sistema cualitativo que permite hacer comparaciones de niveles de contaminación en distintas áreas, permitiendo una rápida interpretación y reconocimiento de las tendencias en la calidad del cuerpo de agua a lo largo

del espacio y del tiempo. A su vez, se presentan como una opción viable para la interpretación de variables físicas, químicas, y biológicas de un programa de monitoreo, debido a que las diferentes variables son combinadas para generar un valor numérico que permite la evaluación, por ejemplo, de los efectos de las actividades antrópicas y de los procesos de autodepuración del cuerpo de agua. (García, 2013).

Índices abióticos

Se basan en el estudio de los componentes no vivos del medio ambiente que rodean a las especies y que le permiten vivir. Todos los factores químico-físicos del ambiente son llamados factores abióticos, entre los cuales tenemos: temperatura, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, Oxígeno disuelto, acidez (pH), conductividad, nitratos, fosfatos, sólidos, color, olor y sabor. (Seguí, 2016).

Conductividad Eléctrica (C.E):

La conductividad eléctrica es un indicador de la capacidad de una solución acuosa de transportar corriente eléctrica que depende de la temperatura del agua, mientras más alto sea el nivel de temperatura, la conductividad eléctrica será más alta, también depende de la presencia, concentración, movilidad y valencia de los iones. La conductividad aumenta con la temperatura a una tasa de aproximadamente 1,9 % / °C. (Smart, 2014).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):

La DBO mide la cantidad de oxígeno que los microorganismos especialmente bacterias, hongos y plancton, consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en la muestra, es decir, mide solamente las materias orgánicas biodegradables, no mide contaminantes específicos. Se expresa en mg / l. (Andreo, 2014).

Fósforo - Fosfatos:

Los fosfatos son las sales o los ésteres del ácido fosfórico, se caracterizan porque tienen en común un átomo de fósforo rodeado por cuatro átomos de oxígeno en forma tetraédrica. El fósforo cuando se introduce al agua fundamentalmente por erosión y por descargas de aguas residuales. Los fosfatos secundarios y terciarios se caracterizan por ser insolubles en agua, con la excepción de los de sodio, potasio y amonio. (Ecured, 2012).

Nitrógeno - Nitratos:

El nitrógeno se introduce al agua por medio de la descarga de aguas residuales domésticas e industriales, así los niveles naturales de nitratos en aguas superficiales y subterráneas son generalmente de unos pocos miligramos por litro, su importancia en la calidad de aguas está relacionada con el impacto que genera en la salud pública ya que su presencia en el agua es indeseable ya que puede ser tóxico para el ser humano. (Lenntech, 2016).

Oxígeno Disuelto (OD):

El oxígeno disuelto presente en el agua procede de la disolución del oxígeno atmosférico y de la actividad fotosintética de los organismos acuáticos. Por lo tanto, es consumido por la respiración de organismos, oxidación de inorgánicos y demanda de materias orgánicas, produciéndose un balance dinámico en la concentración de oxígeno en el agua, hay que considerar también que su solubilidad depende de la presión parcial del oxígeno en la atmósfera, el contenido de sales y la temperatura. (Henares, 2013).

Potencial de hidrogeno (pH):

El pH es un factor que indica el balance entre ácidos y bases del agua, es importante ya que identificados procesos químicos solamente pueden tener lugar a un determinado pH, está determinado por el número de iones libres de hidrógeno (H⁺) en una sustancia. El pH sirve como un indicador que compara algunos de los iones más solubles en agua, se destaca que los procesos biológicos como es la fotosíntesis y la aeración influyen en el pH del agua, por variación de la concentración de dióxido de carbono. (Lenntech, 2016).

Temperatura del agua:

La variación de la temperatura tiene incidencia sobre diferentes parámetros físico-químicos que, a su vez, pueden afectar la calidad de las aguas de riego. Los factores a tener en cuenta son derivados de los sistemas de riego, de las condiciones del cultivo y de la variación de temperatura diaria y estacional. (Freire, 2013).

Sólidos Totales (ST):

El contenido total de materia sólida contenida en el agua corresponde a los Sólidos Totales, este es el material residual que queda en un recipiente después de la evaporación de una muestra de agua que ha sido secada a una cierta temperatura bien definida, así esta medición de ST incluye los sólidos disueltos totales y los sólidos suspendidos totales. (Cyclucid, 2015).

Sólidos Disueltos Totales (SDT):

Porción de los sólidos totales que no sedimentan y se encuentran en el agua en estado iónico o molecular, estos pasan a través de un filtro de 2,0 μ m. (Cyclucid, 2015).

Turbiedad:

La turbidez es el efecto óptico que se origina al dispersarse o interferirse el paso de los rayos de luz que atraviesan una muestra. La turbiedad en el agua puede ser causada por la presencia de partículas minerales u orgánicas que el líquido puede contener en forma de suspensión y otros organismos microscópicos. (Tripod, 2014).

Coliformes Fecales:

Son bacterias en forma de varillas (coliformes) encontradas en el intestino de seres humanos y animales de sangre caliente. Pueden multiplicarse a temperaturas por encima de 44°C y fermentar la lactosa, el azúcar y por eso también se conocen como “coliformes termo tolerantes”. Cuando estas bacterias se encuentran en el agua, indica fuertemente que el agua estaba contaminada con heces fecales o aguas servidas (aguas negras). (Weissel, 2016).

Clorofila:

La clorofila pertenece a la familia de pigmentos de color verde que se encuentran en las cianobacterias y en todos aquellos organismos que contienen plastos en sus células, lo que incluye las hojas y tallos de muchos vegetales y algas eucarióticas. La clorofila es responsable del proceso de fotosíntesis ya que es una biomolécula extremadamente importante que permite a las plantas y algas absorber energía a partir de la luz solar. (Bailey, 2017).

Índices bióticos

Se basan en los organismos vivos que interactúan con otros organismos vivos, refiriéndose a la fauna y la flora de un lugar específico, así como también a sus interacciones. Los organismos con mayor adaptación a los cuerpos de agua son los invertebrados, dentro de este grupo encontramos a los macroinvertebrados, estos organismos presentan una gran sensibilidad y resistencia a cambios en el agua y al ser en su mayoría sedimentarios reflejan las condiciones locales. (Gil, 2014).

7.4. EUTROFIZACIÓN

La eutrofización es un proceso que puede ser natural o antrópico, así tenemos que ríos y lagos sufren de eutrofización cuando sus aguas se enriquecen de nutrientes, si es natural la aportación de nutrientes a través de la lluvia es un poco lenta, en cambio cuando es antrópico se vuelve más dinámico, podría parecer que a primera vista es muy bueno que las aguas estén repletas de muchos nutrientes, porque así podrían vivir de una manera más fácil los seres vivos. Pero no es tan sencillo como parece ya que el problema radica en que si hay exceso de nutrientes las plantas y otros organismos crecen en abundancia. Más tarde, cuando estos mueren proceden a podrirse y llenan el agua de malos olores y le dan un aspecto nauseabundo, disminuyendo drásticamente su calidad. (Ecology, 2015).

La proliferación de algas que aparece con la primera etapa de la eutrofización es causante de provocar un enturbiamiento del agua, ocasionando que la luz natural no llegue hasta el fondo, por lo cual comienzan a ocurrir cambios en el ecosistema, como es la falta de oxígeno, en si la vegetación muere al no poder realizar la fotosíntesis, provocando que otros microorganismos, como son las bacterias aumenten, alimentándose de la materia muerta, agotando el oxígeno que necesitaban moluscos y peces por lo que en el ecosistema ocurre la generación de microorganismos patógenos y algas tóxicas que podrían causar enfermedades. (Borràs, 2011).

7.5. INDICE TRÓFICO DE CALIDAD DEL AGUA (ITQA)

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

A partir de los resultados obtenidos, teniendo como criterio operacional o gradiente ambiental la eutrofización, se determina 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 (ITQA), adaptando a la fórmula de Pantle e Buck (1995).

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

En donde:

vt= valor trófico de especies

h= abundancia relativa de especies

7.6. ÍNDICE DE LA CALIDAD DEL AGUA (ICA)

El Índice de calidad de agua propuesto por Brown, es una versión modificada del “WQI” que fue desarrollada por La Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU. (NSF), que en un esfuerzo por idear un sistema para comparar ríos en varios lugares del país, creó y diseñó un índice estándar llamado WQI (Water Quality Index) que en español se conoce como: Índice de calidad del agua (ICA). (Brown, 2012).

En general el ICA indica porcentajes de calidad que varían entre cero y cien, teniendo en cuenta que cero es un agua de mala calidad, mientras que un valor que se acerque a cien representa un agua en excelentes condiciones. A su vez, de acuerdo a la calidad que reflejan estas categorías suelen estar asociadas a un grupo de colores. Los colores rojos o naranjos reflejan cuerpos de agua de pésima calidad y los colores celestes o azules representan sistemas acuáticos de muy buena calidad. (Semarnat, Dirección General de Estadística e Información Ambiental, 2008).

$$ICA_a = \sum_{i=1}^9 (sub_i * w_i)$$

Donde:

Wi: Pesos relativos asignados a cada parámetro (Subi), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.

Subi: Subíndice del parámetro i.

7.7. DIATOMEAS

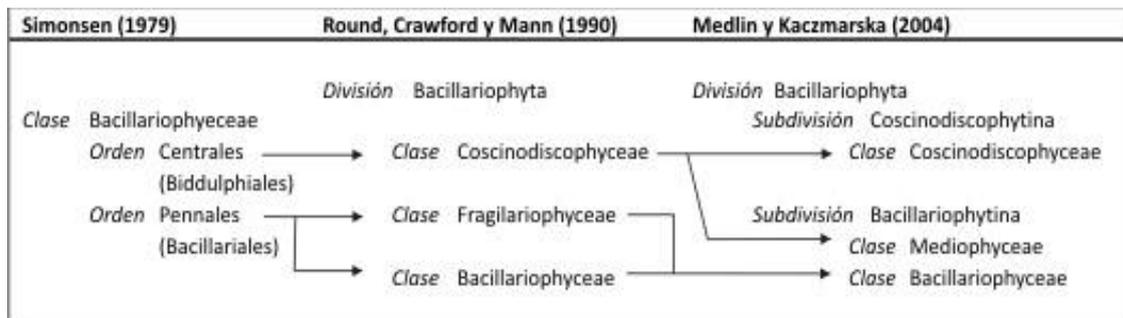
Las diatomeas se caracterizan por ser algas con una pared celular muy distintiva, son algas unicelulares microscópicas, formadas por dióxido de silicio hidratado, se distribuyen ampliamente por todo el mundo y cumplen un papel fundamental en la cadena trófica como productor primario en hábitats acuáticos. Su pared celular se le llama frústula y suele estar compuesta por dos mitades que reciben el nombre de válvulas, las mismas que tienen la capacidad de obtener nutrientes y también permite intercambiar sustancias de desecho con el medio ambiente. (Verger, 2017).

La importancia de las diatomeas radica en que constituyen la base de las cadenas tróficas acuáticas en agua dulce y en hábitats marinos. Contribuyen en la fijación del carbono atmosférico, además se considera que la actividad fotosintética de las diatomeas es capaz de aportar entre un 20 y un 40% de oxígeno a la Tierra. Por otra parte, se suele usar a las

diatomeas como bioindicadores de la calidad del medio en el que se encuentran ya que son adaptables a vivir en ciertas condiciones, y por medio de esto podemos saber cuándo existe alguna variación en el medio. (Verger, 2017).

Clasificación

Han existido diversos modelos de clasificación de las diatomeas (Hustedt, 1930, Round et al., 1990, Simonsen, 1979), los cuales dividen a estos organismos en dos o tres grupos principales, siguiendo un criterio fundamentalmente morfológico, basado en la simetría de la ornamentación de la valva y la presencia o ausencia de rafe (fisura central). Solo uno de estos modelos de clasificación ha tomado en cuenta datos genéticos del ARN ribosomal de algunas especies (Medlin & Kaczmarska, 2004). Esto ha llevado a que la mayoría de los grupos taxonómicos dentro de las diatomeas sean más o menos artificiales, y a pesar del esfuerzo de Medlin & Kaczmarska (2004), todavía dista mucho de existir una taxonomía filética en este grupo de organismos.



Cuadro comparativo de tres sistemas de clasificación de diatomeas: Simonsen (1979), Round, Crawford y Mann (1990) y Medlin y Kaczmarska (2004). Tomado de Caballero y Maidana (en prensa).

7.8. VENTAJAS DE LAS DIATOMEAS COMO BIOINDICADORES

Ubicuidad:

Las diatomeas suelen estar presentes en cada uno de los sistemas acuáticos que podemos encontrar, desarrollándose significativamente en una gran variedad de formas vitales (coloniales, perifíticas, planctónicas, etc), por lo que son aptas para ser usadas como bioindicadores virtualmente en todo ecosistema en el que el agua forme parte del biotopo. (Blanco, 2010).

Cosmopolitanismo:

Se ha hallado que la distribución de la División Bacillariophyta (las diatomeas) en todas partes del mundo desde las regiones más desérticas hasta los polos más lejanos, tanto en todos los ríos como en todos los mares, en aguas termales, hipersalinas y salobres, con distintas variaciones en las condiciones ambientales. (Blanco, 2010).

Bajo grado de endemismo:

En todo el planeta se han encontrado significativamente una gran mayoría de especies que aparecen con abundancia, por esta razón la aplicación de varios índices diatomológicos se los considera universales, lo que nos permite tener distintos estudios comparativos entre regiones diferentes, que en otras situaciones son inviables. (Blanco, 2010).

Precisión estadística:

Los índices diatomológicos más usuales que podemos encontrar son los que se basan en la identificación de un mínimo de 400 individuos por muestra. Por lo que podemos destacar que el error cometido sea inferior al 10% en la composición de la comunidad de diatomeas, esto es aplicable para todos los casos, lo que nos da una mayor precisión y fiabilidad desde el punto de vista estadístico de estos métodos. (Blanco, 2010).

Facilidad de muestreo:

Las diatomeas presentan una gran ventaja a la hora de realizar el muestreo ya que puede muestrearse en cualquier tramo fluvial, junto a una gran variedad de sustratos, sin que esto afecte de alguna manera a la naturaleza de la comunidad de (diatomeas) ya sean naturales o artificiales, simplemente con un esfuerzo en tiempo y material mínimos. (Blanco, 2010).

Facilidad de tratamiento, procesado y almacenaje:

En este proceso el tratamiento necesario para lograr la obtención de preparaciones microscópicas es relativamente sencillo y barato. Además, pueden almacenarse indefinidamente sin alterarse, ocupan poco espacio y no hay necesidad de tratamientos conservativos. (Blanco, 2010).

Identificación de diatomeas epilíticas

La identificación de diatomeas consiste en eliminar todas las células y preparar las epilíticas utilizando un reactivo específico para el montaje con un elevado índice de refracción; para su conteo se utiliza un microscopio óptico de altas prestaciones, hasta que se obtiene un tamaño

de muestra apropiado. A continuación, se interpretan estos datos con la ayuda de uno o más índices o mediante otros métodos de evaluación. (NormaEN14407, 2005).

Recientes debates sobre los principios de la taxonomía de las diatomeas han conducido a la coexistencia de sistemas paralelos de nomenclatura, por lo que cuando se utilicen diatomeas para evaluar la calidad del agua, es importante asegurarse de que se ha eliminado cualquier posible confusión en lo que respecta al nombre correcto aplicable a la diatónica considerada. (NormaEN14407, 2005).

La identificación de diatomeas epilíticas aporta un importante repositorio, ofreciendo puntos de consulta y referencia espacio-temporal fundamentales acerca de la presencia de estos organismos en determinadas zonas del país, información que puede ser utilizada posteriormente como base en estudios ecológicos, evolutivos, de conservación ambiental o bien, en estudios de impacto ambiental. (Morales, 2013).

7.9. ESTUDIO PREVIOS

(Bajaña, 2013). En su estudio estableció la calidad del agua del río Babahoyo y sus afluentes dentro de la zona urbana, mediante la aplicación del índice de saprobio, determinando la composición y densidad del fitoplancton, presencia de organismos indicadores, además determinó las variables físico-químicas como la DBO5, OD, pH, temperatura, salinidad y nutrientes, para lo cual realizó monitoreos durante el último trimestre del año 2011. Los valores que obtuvo de DBO5, OD, NH₄, sobrepasaron los límites permisibles descritos en el TULSMA y en otras normas internacionales establecidas, durante el mes de diciembre, e indicó que los resultados mostraron presencia de contaminación orgánica débil en las estaciones correspondientes, dando a conocer que las diatomeas son bioindicadores muy útiles para identificar el grado de contaminación en los Ríos.

Según el estudio realizado por (Castro, 2015) Las diatomeas epilíticas son usadas extensamente para el monitoreo de la contaminación en los ríos, debido a que son sensibles a los cambios en la química del agua; su investigación la realizó en el río Teoné en la provincia de Esmeraldas, Ecuador, desde el tramo alto hasta el tramo bajo, lo cual le permitió relacionar las actividades antrópicas con la posible contaminación del río, de esta manera utilizó las diatomeas como bioindicadores de la calidad del agua, haciendo previo muestreo durante el mes de agosto 2015, en 7 estaciones del Teoné, extrayendo muestras en el biofilme de las piedras del lecho fluvial.

(Córdova, 2016) estableció un índice biótico de la calidad de aguas basado en poblaciones de diatomeas epilíticas para determinar la calidad del agua de los ríos Andinos del Ecuador, centrándose en el río Ambi, ubicado al norte del país en la provincia de Imbabura, ya que este río cuenta con distintos niveles de eutrofización; dedujo entonces que las diatomeas serán los microorganismos bioindicadores debido a que son abundantes en los sistemas acuáticos y excelentes sensores naturales de calidad ambiental; además, al encontrarse adheridos a un sustrato fijo, tales como piedras o vegetales, suponen un punto fijo de monitoreo durante todas las estaciones del año, dedujo así que esta técnica requiere de la clasificación e identificación de la composición de las poblaciones de diatomeas y su relación con otros factores bióticos y abióticos de calidad de aguas ya establecidos y universalmente utilizados.

(Uvillus, 2017) estudió la composición de la flora de diatomeas epilíticas y su relación con procesos de eutrofización en la cuenca del río “la Compañía”; el cual pertenece a la Provincia de Pichincha, ubicado al sur-orientado de Quito, Ecuador, durante tres meses consecutivos (marzo, abril y mayo del 2017), monitoreando tres estaciones de colecta (punto limpio, punto medio y punto sucio), en los cuales midió parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, de ahí que en lo posterior logró identificar 34 especies de diatomeas epilíticas para medir la calidad del agua; los datos de dichas especies los analizó mediante el análisis de conglomerados (AC), basado en el método de Ward y un análisis de correspondencia canónica (CCA); Análisis multivalentes rápidos que agrupan y juntan parámetros de estudio, para concluir efectivamente sin necesidad de un análisis estadístico largo.

(Méndez, 2017) realizó un monitoreo de agua de la microcuenca del río cebadas en los meses de junio, julio y agosto de 2017, en dos distintos puntos (P1 y P2); midió a su vez parámetros físicos, químicos y microbiológicos, y realizó la identificación cualitativa y cuantitativa de las especies de diatomeas epilíticas, encontrando un total de 35 especies; en P1 4 especies abundantes, mientras que en P2 encontró 6 especies abundantes. Realizó también en análisis multivariado Clúster método Ward y el análisis de correspondencia canónica, los cuales le permitieron agrupar especies y juntarlas con los parámetros de estudio.

(P. Castillejo, et al, 2018), en su artículo de Biodiversidad titulado “*Respuesta de las comunidades de diatomeas epilíticas al medio ambiente en gradientes a lo largo de un río andino ecuatoriano*”, realiza junto a C. R. Biologies, el primer intento en el Ecuador para determinar la composición de las diatomeas epilíticas, mediante la medición de variables físicas, químicas y microbiológicas en cinco sitios de muestreo a lo largo de Río Pita, desde

agosto hasta diciembre de 2016. En los resultados que obtuvieron indican una clara gradiente de eutrofización; así para P1 (agua buena) en los tramos superiores y a P5 (agua mala) ubicado en los tramos inferiores; posteriormente en sus análisis de diatomeas, indican una gran diversidad para las zonas tropicales en términos de riqueza de especies, que varía desde $S = 34$ en cabeceras a $S = 42$ aguas abajo. Concluyen finalmente que los valores tróficos de las especies de diatomeas disponibles en la literatura científica no son directamente aplicables a sus sitios en el río Pita. Por lo tanto, es necesario establecer una diatomea trófica índice para la región andina de Ecuador.

(Serrano P. , 2018) evaluó la biodiversidad y riqueza de diatomeas epilíticas como bioindicadores que estiman niveles de contaminación en la microcuenca del río Chibunga, afluente del río Chambo que cruza de norte a sur en el cantón Riobamba, utilizando así mismo parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, los cuales fueron monitoreados en los meses de junio, julio y agosto de 2017 en dos tramos del río, identificando un total de 62 especies entre el punto 1 y 2, posteriormente asigno valores tróficos a las especies de diatomeas epilíticas, las mismas que le permitieron estimar el ITCA, con una calificación en el punto P1: β -mesotrófico y en el punto P2: α -mesotrófico.

(Arevalo, 2018) realizó la determinación de especies de diatomeas epilíticas como bioindicadoras de eutrofización en la microcuenca del río “Guano”, perteneciente a la Provincia de Chimborazo, 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 de acuerdo a la abundancia de diatomeas epilíticas en cada punto de muestreo.

7.10. MARCO LEGAL

7.10.1. Código Orgánico del Ambiente (COA)

Que, el artículo 276, número 4, de la Constitución de la República del Ecuador, establece que uno de los objetivos del régimen de desarrollo será recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural. (Ministerio Del Ambiente, 2017).

Que, el artículo 411 de la Constitución de la República del Ecuador dispone que el Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas

hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. (Ministerio Del Ambiente, 2017).

7.10.2. Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA)

Que, el artículo 27.- Objetivo.- Los estudios ambientales sirven para garantizar una adecuada y fundamentada predicción, identificación, e interpretación de los impactos ambientales de los proyectos, obras o actividades existentes y por desarrollarse en el país, así como la idoneidad técnica de las medidas de control para la gestión de sus impactos ambientales y sus riesgos; el estudio ambiental debe ser realizado de manera técnica, y en función del alcance y la profundidad del proyecto, obra o actividad, acorde a los requerimientos previstos en la normativa ambiental aplicable.

Que, el artículo 28.- De la evaluación de impactos ambientales. - La evaluación de impactos ambientales es un procedimiento que permite predecir, identificar, describir, y evaluar los potenciales impactos ambientales que un proyecto, obra o actividad pueda ocasionar al ambiente; y con este análisis determinar las medidas más efectivas para prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos ambientales negativos, enmarcado en lo establecido en la normativa ambiental aplicable.

8. PREGUNTAS CIENTÍFICA:

¿La presencia de diatomeas epilíticas en el río Yanayacu determina la calidad del agua?

Al identificarse las especies de diatomeas se comprende que existen especies que se encuentran con mayor abundancia relativa como la *Navicula lanceolata* una especie que se encuentra en cuerpos hídricos contaminados y al realizarse la valoración con el índice trófico de calidad del agua se determina el nivel de contaminación del río Yanayacu.

¿El nivel de contaminación en los puntos alto, medio y bajo del río Yanayacu determina la población existente de diatomeas epilíticas?

De acuerdo al nivel de contaminación en los tres puntos de estudio se identificó especies que se agrupan con mayor abundancia relativa y mayor valor trófico, demostrando que están adaptadas para vivir en determinadas condiciones o niveles de contaminación.

9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO NO EXPERIMENTAL

9.1. Área de trabajo

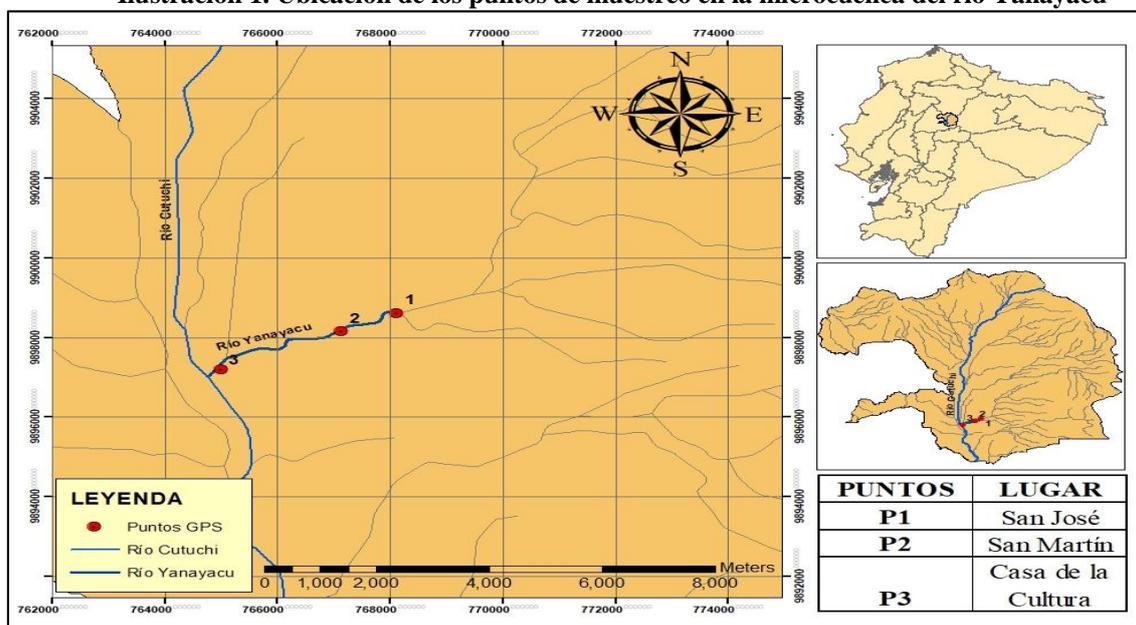
El área estudiada se encuentra ubicada en la Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, se ubicó tres puntos estratégicos en el río Yanayacu son: bajo, medio y alto. El primero se denominó punto uno o punto de origen ubicado en la Parroquia Juan Montalvo (San Sebastián) donde se encontraron las vertientes naturales, que proporciona agua a la comunidad de Latacunga. El segundo punto se ubica en el Barrio San Martín cerca del centro de faenamiento Latacunga y finalmente el tercer sitio se ubica en la ciudad de Latacunga en la Parroquia La Matriz junto a la Casa de la Cultura, los puntos nombrados anteriormente presentaron: seguridad, accesibilidad.

Tabla 3. Ubicación de los puntos de monitoreo en la microcuenca del río “Yanayacu”

Código	Río	Ubicación	Puntos	Coordenadas
P1	Yanayacu	Barrio San José	Origen	768116.5; 9898604.4
P2	Yanayacu	Barrio San Martín	Medio	767136.8; 9898147.9
P3	Yanayacu	Casa de la Cultura	Bajo	764999.2; 9896598.1

Elaborado por: Lenin Omar Lascano Reyes
Alberto Jamil Muñoz Cepeda

Ilustración 1. Ubicación de los puntos de muestreo en la microcuenca del río Yanayacu



Elaborado por: Lenin Omar Lascano Reyes
Alberto Jamil Muñoz Cepeda

9.2. DISEÑO DEL MUESTREO

De acuerdo a la Norma ISO 5667-6 se realizó un muestreo simple cada mes, durante los meses de Noviembre, Diciembre del 2019 y Enero del 2020 en la época Seca/estiaje, 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 la muestras se recogieron de forma manual de la superficie del río Yanayacu en los tres puntos identificados.

9.2.1. Toma de muestras de las diatomeas en la fase de campo

En los diferentes puntos de muestreo determinados anteriormente se recolectaron muestras de diatomeas en los meses de noviembre, diciembre y enero en tres puntos específicos a lo largo del río Yanayacu que se muestra en la tabla 3, 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 en cada uno de los puntos de muestreo, subsiguientemente se procedió a cepillar la superficie superior de las piedras, enjugando con agua destilada recolectando aproximadamente 300 ml de muestra en una botella de plástico, y por último se etiqueto y colocó la muestra en un cooler para su conservación y transporte al laboratorio. (Lobo, *et al.*, 2016).

9.2.2. 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, colocó en tubos de falcon 6,25 ml de muestra y 3,75 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4), obteniendo un total de 10ml en el tubo de ensayo.

En un vaso de precipitación se colocó pedazos de cerámica para evitar el alto burbujeo al hervir, se añadió agua hasta que se cubrió la muestra en su totalidad.

Se llevó la muestra a una campana extractora de gases donde se puso a hervir en una estufa durante 60 minutos.

Se colocó 0,8gr de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) en cada tubo de ensayo cuando la muestra se enfrió, se llevó nuevamente al vaso de precipitación con los tubos de ensayo y se calentó en la estufa durante 60 minutos a $90^\circ C$.

Se dejó reposar por 24 horas para poder seguir con el procedimiento.

A continuación del reposo de 24 horas, se centrifugó 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. Se repitió este proceso hasta que el agua destilada quedo de color transparente en cada uno de los tubos.

Una vez retirado el sobrenadante se colocó a la muestra 2ml 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, dejar enfriar.

Una vez fría la muestra se centrifugó a 3.000 rpm durante 2 min y se retiró el sobrenadante, luego se añadió 10ml de agua destilada a modo de enjuague, se centrifugó 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 dejos a la muestra con 2ml de agua destilada.

Para la preparación de placas, se tomó dos gotas de las muestras, se ubicó en los portaobjetos en la plancha de calentamiento a $50^\circ C$, 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 situó nuevamente en la plancha de calentamiento a $200^\circ C$ hasta su ebullición, después se retiró de la plancha de calentamiento y se procedió a presionar suavemente para un fijado homogéneo, finalmente se etiqueto la placa del punto de muestra para ser debidamente identificada.

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, libro del Dr. Lobo.

Observación de especies en el microscopio óptico Identificación Taxonómica

Se colocó la lámina en el microscopio incrementando gotas de aceite al cubreobjetos para observar las diferentes estructuras de las diatomeas.

Se realizó una lista de taxones de ocurrencia de las muestras encontradas en el sitio de estudio teniendo un registro de las valvas.

Se registró la información en la hoja de laboratorio

Procedimiento

Se usó un microscopio óptico, equipado de una platina mecánica y de un objetivo de inmersión que permitió la obtención de un aumento elevado (por ejemplo, 100); para la medición se usó un micrómetro ocular que venía incorporado al microscopio. (NormaEN14407, 2005).

Se realizó un barrido vertical lento en la porta objetos milimetrado, 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 en Ecuador de (Uvillus, 2017, Paz, 2017, Arevalo, 2018, Serrano, 2018 y Méndez, 2018) encontrados en el repositorio de la Universidad Internacional SEK.

Una vez identificadas se realizó otro barrido vertical lento en el portaobjetos milimetrado, en el que se recontó y se sumó las diatomeas epilíticas hasta alcanzar un máximo de 600 unidades para calcular los índices de contaminación.

9.2.3. 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 estableció valores indicativos de 1, 2,4 y 5 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

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)

Fuente: Lobo et al (2016).

9.2.4. Toma de muestras de agua en la fase de campo

En cada punto identificado a lo largo del río Yanayacu, se recolectó cuatro botellas de 500 mililitros llena de agua, cada botella obtenida de los diferentes puntos conservó a una temperatura de 4°C en un cooler para conservación de la muestra para transportar al laboratorio para su análisis en un máximo de 12 horas, (INEN 2176:2013).

9.2.5. Determinación del Índice de Calidad de Agua (ICA)

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

- Coliformes Fecales (en NMP/100 mL)
- pH (en unidades de pH)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO5 en mg/ L)
- Nitratos (NO₃ en mg/L)
- Fosfatos (PO₄ en mg/L)
- Turbidez (en NTU)
- Sólidos disueltos totales (en mg/ L)
- Oxígeno disuelto (OD en % saturación)
- Temperatura

Los resultados obtenidos de los los nueve parámetros físicos, químicos y microbiológicos se introdujeron IQADData 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 nueve puntos acumulados durante los tres meses de muestreo (noviembre, diciembre y enero) y posteriormente se calificó de acuerdo a la tabla 5, misma que evidencia rangos adecuados de ICA.

Tabla 5. Rangos para determinar el Índice de calidad del agua.

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

Fuente: (Posselt & Costa, 2010)

10. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:

10.1. INDICADORES ABIÓTICOS

10.1.1. Análisis *In Situ*

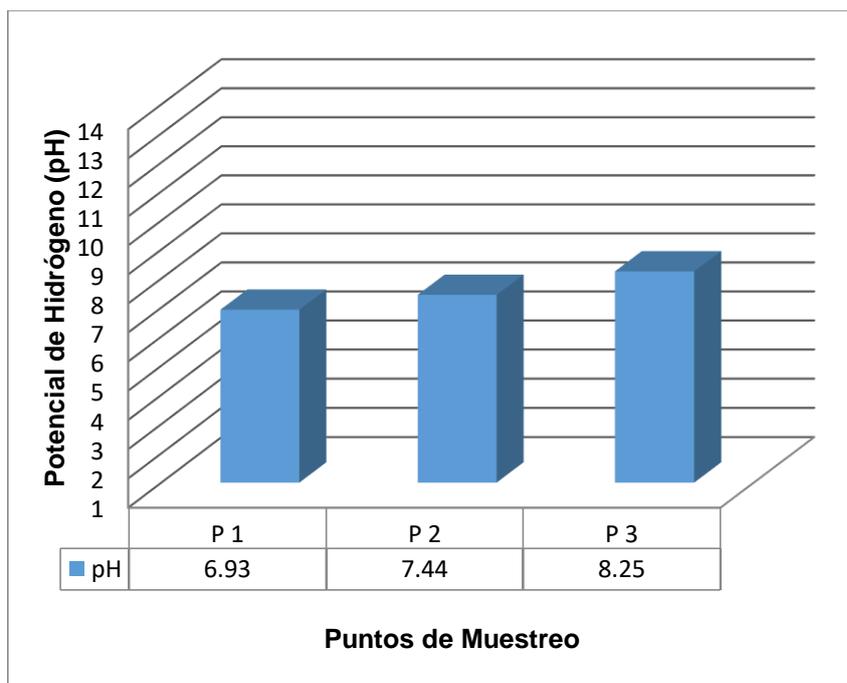
Se realizó el análisis del pH, temperatura y conductividad de los datos obtenidos con el multipárametros HACH en los meses de noviembre, diciembre y enero.

Tabla 6. Valores de pH en 3 sitios de muestreo del Río Yanayacu.

		pH			
		Noviembre	Diciembre	Enero	Media
Puntos	P 1	6,98	6,94	6,87	6,93
	P 2	7,45	7,37	7,51	7,44
	P 3	8,40	8,14	8,21	8,25

Elaborado por: Lenin Omar Lascano Reyes
Alberto Jamil Muñoz Cepeda

Ilustración 2. Resultados promedio de pH, para tres sitios de muestreo del Río Yanayacu.



Elaborado por: Lenin Omar Lascano Reyes
Alberto Jamil Muñoz Cepeda

En la tabla 6, se puede observar los valores de pH registrados de 3 puntos de muestreo del cuerpo hídrico Yanayacu, durante los meses de Noviembre, Diciembre y Enero; posteriormente una media calculada indica resultados de potencial de hidrógeno de 6,93; 7,44 y 8,25.

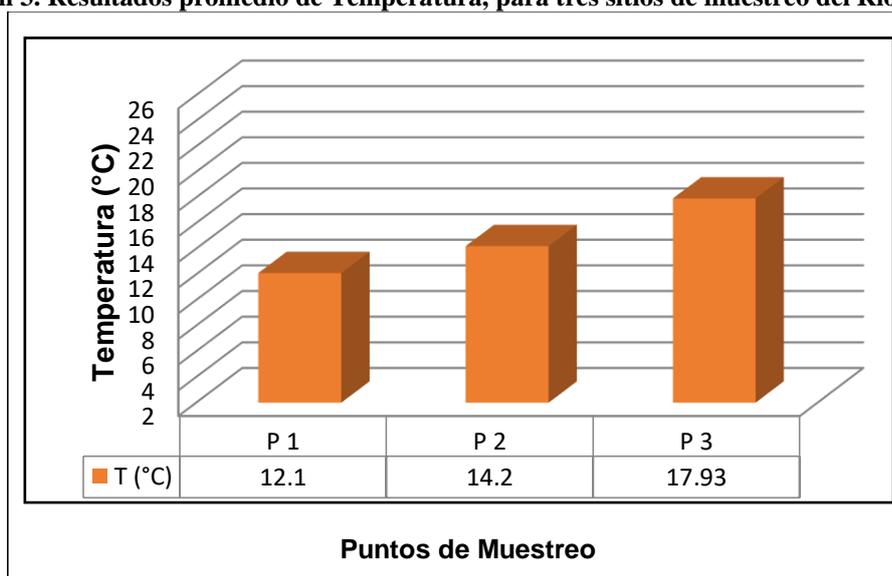
Cuando el pH es neutro y el agua no tiene características ácidas ni alcalinas, su valor es de 7.0. En las aguas naturales y residuales el valor del pH está en el rango de 6.0 a 8.0 unidades de pH, y estos valores son los más adecuados para la actividad biológica de los ecosistemas; así mismo en el libro VI Anexo 1, de la Norma Ambiental del Recurso Agua “TULSMA”, el límite máximo permisible de pH para cuerpos de agua dulce es de 6 a 9 , el cual se cumple en la presente investigación. En el monitoreo el promedio de los 3 muestreos realizados del potencial de hidrogeno (pH) en los principales afluentes de la cuenca del río Yanayacu, el valor más bajo es de 6,87 y se registró en el barrio San José, siendo ligeramente ácido, en tanto que para los dos siguientes puntos se presentó alcalinidad.

Tabla 7. Valores de Temperatura en 3 sitios de muestreo del Río Yanayacu.

		T(°C)			
		Noviembre	Diciembre	Enero	Media
Puntos	P 1	12,1	12,4	11,8	12.1
	P 2	14,3	13,7	14,6	14.2
	P 3	19,1	18,5	16,2	17.93

Elaborado por: Lenin Omar Lascano Reyes
Alberto Jamil Muñoz Cepeda

Ilustración 3. Resultados promedio de Temperatura, para tres sitios de muestreo del Río Yanayacu.



Elaborado por: Lenin Omar Lascano Reyes
Alberto Jamil Muñoz Cepeda

La temperatura del agua es un parámetro necesario porque influye de forma directa en los factores que determinan la calidad del agua. En los puntos de muestreo la temperatura ha fluctuado entre 11 °C a 19°C, como se muestra en la tabla número 7.

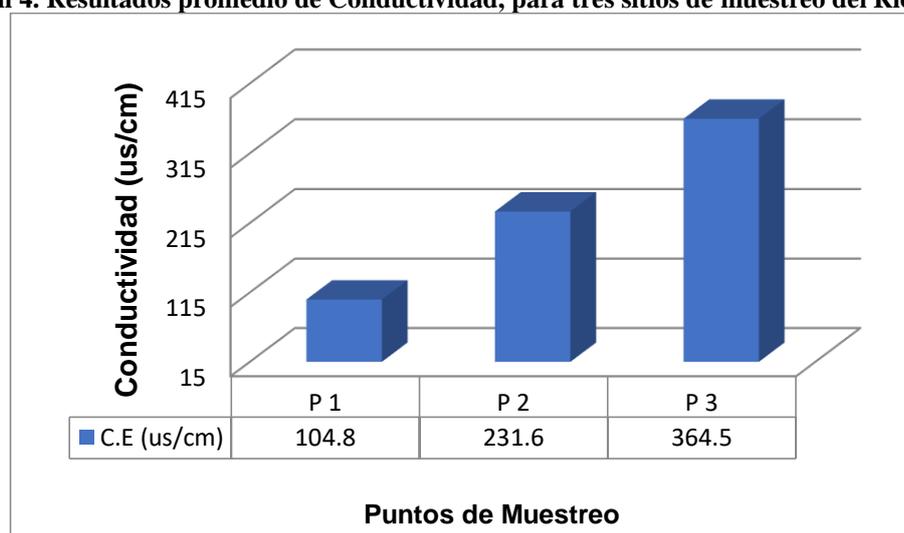
De acuerdo a los resultados promedio de temperatura del agua representados en el gráfico número 3, para el ecosistema lotico de estudio, los valores de T (°C) fueron: 12,1; 14,2 y 17,93 y en ninguno de los muestreos ésta supera el límite máximo permisible (LMP) de 34 °C. Es importante indicar que la temperatura del agua superficial está influenciada por la hora en que se realiza la lectura en el campo, sin embargo, las lecturas tomadas en las horas más cálidas del día no superan el límite máximo permisible.

Tabla 8. Valores de Conductividad en 3 sitios de muestreo del Río Yanayacu.

		Conductividad (us/cm)			
		Noviembre	Diciembre	Enero	Media
Puntos	P 1	102,0	103,3	109,1	104.8
	P 2	161,3	212,5	321,0	231.6
	P 3	189,2	428,0	476,4	364.5

Elaborado por: Lenin Omar Lascano Reyes
Alberto Jamil Muñoz Cepeda

Ilustración 4. Resultados promedio de Conductividad, para tres sitios de muestreo del Río Yanayacu.



Elaborado por: Lenin Omar Lascano Reyes
Alberto Jamil Muñoz Cepeda

Como se verifica en la tabla número 8 la conductividad ha variado conforme el sitio de muestreo, encontrándose en rangos de 109,0 us/cm a 109,1 us/cm para el punto 1, 161,3 us/cm a 321,6 us/cm para el punto 2, y el punto 3 se ubica en el rango de 189,2 us/cm. a 476,4 us/cm.

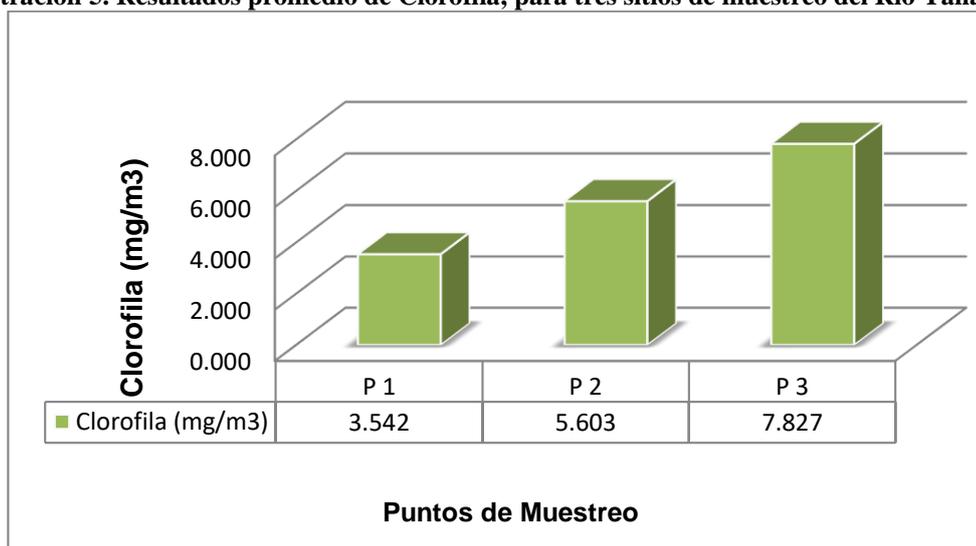
De forma gráfica (Gráfico.4) se presenta una comparación de la conductividad eléctrica de cada punto de muestreo, de acuerdo a los resultados, los valores de la conductividad eléctrica en los tres muestreos realizados en los 3 puntos, se encuentra que los valores están dentro del límite máximo permisible, pues sus promedios son: 104,8 us/cm o 0,1048 millimhos/cm; 231,6 us/cm o 0,2316 millimhos/cm y 364,5 us/cm o 0,3645 millimhos/cm, que de acuerdo al TULSMA las aguas superficiales destinadas a ser para riego agrícola no deben tener una conductividad superior a 3,0 millimhos/cm.

Tabla 9. Valores de Clorofila en 3 sitios de muestreo del Río Yanayacu. Tres meses.

		Cl a (mg/m3)			
		Noviembre	Diciembre	Enero	Media
Puntos	P 1	1,523	5,857	3,247	3.542
	P 2	2,097	6,863	7,850	5.603
	P 3	1,709	13,927	7,845	7.827

Elaborado por: Lenin Omar Lascano Reyes
Alberto Jamil Muñoz Cepeda

Ilustración 5. Resultados promedio de Clorofila, para tres sitios de muestreo del Río Yanayacu.



Elaborado por: Lenin Omar Lascano Reyes
Alberto Jamil Muñoz Cepeda

Los resultados del gráfico 5 muestran que en el punto 1 se obtuvo un valor promedio de 3,560 mg/L durante los tres meses de muestro, mientras que en el punto 2 se el valor fue de 5,579 mg/L y finalmente para el punto 3 el valor medio es de 7,871 mg/L, mostrando así una gradiente ascendente a medida que el río se contamina.

Tabla 10. Valores de la muestra de agua del punto 1.

Punto 1: Origen Río Yanayacu			
Ubicación	San José		
Parámetros	Unidades	Valor	TULSMA
Temperatura	°C	12.1	34
Nitratos	mg/L	2.04	>30
Sólidos Totales disueltos	mg/L	452.0	1600
Turbidez	NTU	0.22	-

Demanda Bioquímica de Oxígeno(DBO5)	mg/L	1.07	100
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	0	200
Oxígeno Disuelto	mg/L	2.40	3
Fosfatos	mg/L	1.90	10
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	6.8	2000
Conductividad Eléctrica	Millimhos/cm	0.103	> 3.0
pH	-	6.98	6-9

Elaborado por: Lenin Omar Lascano Reyes
Alberto Jamil Muñoz Cepeda

Con relación a la tabla 9 del Acuerdo Ministerial 097 Límites de descargas a un cuerpo de agua dulce. Anexo 1 del Libro VI de la reforma Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de descargas de efluentes al recurso agua se comprende que el punto 1 o punto de origen del Río Yanayacu se encuentra dentro de los límites permisibles.

Tabla 11. Valores de la muestra de agua del punto 2.
Punto 2: Camal Río Yanayacu

Ubicación		San Martín	
Parámetros	Unidades	Valor	TULSMA
Temperatura	°C	14.3	34
Nitratos	mg/L	1.28	>30
Sólidos Totales disueltos	mg/L	670.0	1600
Turbidez	NTU	10.80	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno(DBO5)	mg/L	36.36	100
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	46	200
Oxígeno Disuelto	mg/L	3.66	3
Fosfatos	mg/L	2.757	10
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	2,400,000	2000
Conductividad Eléctrica	Millimhos/cm	0.1613	> 3.0
pH	-	7.45	6-9

Elaborado por: Lenin Omar Lascano Reyes
Alberto Jamil Muñoz Cepeda

Acorde a la tabla 9 del Acuerdo Ministerial 097 Límites de descargas a un cuerpo de agua dulce. Anexo 1 del Libro VI de la reforma al Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de calidad ambiental y de descargas de efluentes al recurso agua, se identificó que el valor del OD en el segundo punto de estudio es de 3.66 con relación

al límite máximo permisible que es de 3 y el valor de los coliformes fecales es de 2400000 demostrando que esta fuera de rango del límite permisible.

**Tabla 12. Valores de la muestra de agua del punto 3.
Punto 3: Casa de la Cultura Río Yanayacu**

Ubicación	Casa de la Cultura		
Parámetros	Unidades	Valor	TULSMA
Temperatura	°C	19.1	34
Nitratos	mg/L	0.80	>30
Sólidos Totales disueltos	mg/L	682.0	1600
Turbidez	NTU	9.97	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	18.59	100
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	27	200
Oxígeno Disuelto	mg/L	6.18	3
Fosfatos	mg/L	2.686	10
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	16,000,000	2000
Conductividad Eléctrica	Millimhos/cm	0.1892	> 3.0
pH	-	8.40	6-9

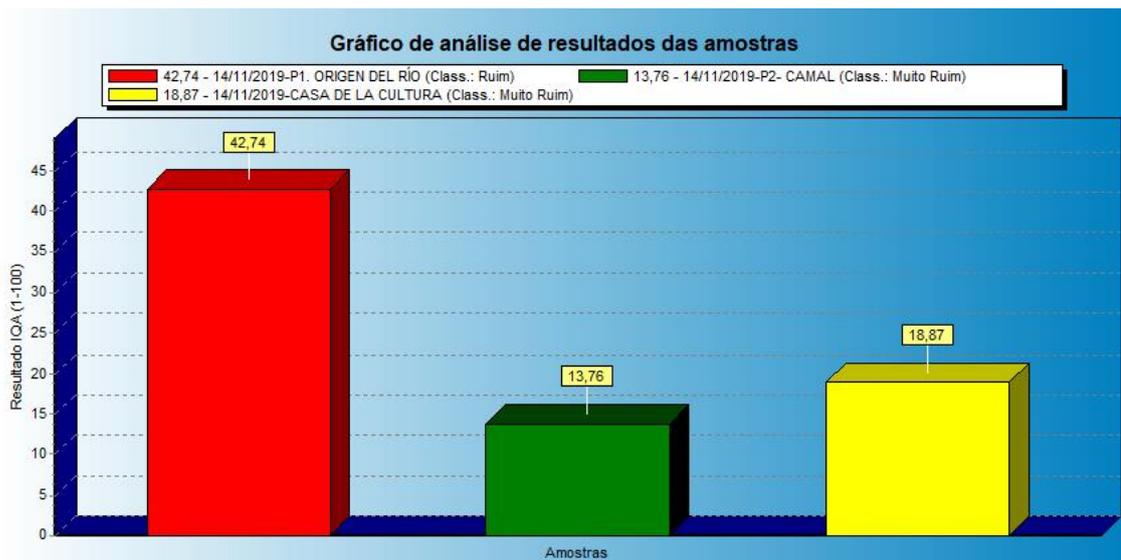
Elaborado por: Lenin Omar Lascano Reyes
Alberto Jamil Muñoz Cepeda

De acuerdo a la tabla 9 del Acuerdo Ministerial 097 Límites de descargas a un cuerpo de agua dulce. Anexo 1 del Libro VI de la reforma al Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de calidad ambiental y de descargas de efluentes al recurso agua, en el punto 3 del río Yanayacu el nivel de OD es el doble del límite máximo permisible y el valor de los coliformes fecales es de 16000000 con relación a los 1000 del criterio de calidad dando como resultado que el agua del presente punto tiene altos niveles de contaminación y no es apta para ser utilizada como agua de riego.

10.2. 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. Posteriormente al cálculo el índice de calidad de agua de tipo "General" se clasifica la calidad del agua con base a la tabla 5 con el resultado que fue obtenido por el IQAdata.

Ilustración 6. Resultados de las muestras ICA, para tres sitios de muestreo del Río Yanayacu.



Elaborado por: IQAData

Tabla 13. Resultados obtenidos según el IQA-DATA en los puntos de muestreo ubicados en el río Yanayacu.

Puntos	Valor de IQA	Calificación
P1. San José	42,74	Malo
P2. San Martín	13,76	Muy Malo
P3. Casa de la Cultura	18,87	Muy Malo

Elaborado por: Lenin Omar Lascano Reyes
Alberto Jamil Muñoz Cepeda

Con los resultados obtenidos de los nueve parámetros físicos, químicos y microbiológicos, se determinó el índice de calidad del agua (ICA), en el mes de noviembre (Anexo E). Dichos análisis de la calidad del agua se llevaron a cabo en los laboratorios de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Según el gráfico 5. Los resultados para el punto 1 tienen una calificación de ICA Malo, dado que posee un valor equivalente a 42,74, siendo el valor más alto y el cual requiere purificación menor, el punto medio en San Martín obtuvo calificación de ICA de Muy Malo con promedio de 13,76, considerándose como agua de dudosa procedencia, ya que tiene índices de contaminación, y el punto bajo en La Casa de la Cultura presentó el ICA bajo con un valor promedio de 18,87, es decir el río Yanayacu está contaminado de acuerdo a dichos valores, debido a las descarga de aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento sobre el cauce del río.

10.3. INDICADORES BIÓTICOS

Se identificaron un total de 59 especies de diatomeas epilíticas en los tres puntos de muestreo durante los meses de noviembre, diciembre y enero.

Tabla 14. Especies de diatomeas epilíticas encontradas en el punto uno.

#	Nombre	Abundancia Nov.	Abundancia Dic.	Abundancia Ene.	Especies abundantes
1	<i>Eunotia arcubus</i>	0	0	1	1
2	<i>Fragilaria pectinalis</i>	6	2	5	13
3	<i>Fragilaria vaucheriae</i>	1	0	0	1
4	<i>Frustulia vulgaris</i>	0	2	0	2
5	<i>Frustulia amphipleuroides</i>	2	4	0	6
6	<i>Frustulia crassinervia</i>	1	0	3	4
7	<i>Gomphonema sp.</i>	75	63	69	207
8	<i>Gomphonema lagenula</i>	71	84	58	213
9	<i>Gomphonema subclavatum</i> var. <i>Compactum</i>	1	0	1	2
10	<i>Mayamaea permitis</i>	51	35	47	133
11	<i>Navicula gregaria</i>	11	16	5	32
12	<i>Navicula cryptotenella</i>	29	26	36	91
13	<i>Navicula cryptocephala</i>	12	8	14	34
14	<i>Navicula lanceolata</i>	0	4	3	7
15	<i>Naviculadicta aff.</i> <i>Cosmopolitana</i>	2	0	0	2
16	<i>Nitzschia palea</i>	17	10	0	27
17	<i>Nitzschia paleacea</i>	9	14	12	35
18	<i>Nitzschia acidoclinata</i>	36	29	42	107
19	<i>Nitzschia inconspicua</i>	6	2	4	12
20	<i>Planothidium lanceolatum</i>	95	136	119	350
21	<i>Planothidium frequentissimum</i>	82	99	99	290
22	<i>Planothidium dubium</i>	12	8	9	29
23	<i>Pinnularia sp.</i>	2	1	3	6
24	<i>Sellaphora auldreekie</i>	1	0	0	1
TOTAL		1605			

Elaborado por: Lenin Omar Lascano Reyes
Alberto Jamil Muñoz Cepeda

En el punto uno se identificaron 24 especies de diatomeas de las cuales 7 son abundantes: *Gomphonema sp.*, *Gomphonema lagenula*, *Mayamaea permitis*, *Nitzschia acidoclinata*, *Navicula cryptotenella*, *Planothidium lanceolatum*, *Planothidium frequentissimum*.

Tabla 15. Especies de diatomeas epilíticas encontradas en el punto dos.

#	Nombre	Abundancia Nov.	Abundancia Dic.	Abundancia Ene.	Especies abundantes
1	<i>Craticula molestiformis</i>	3	11	7	21
2	<i>Diatoma moniliformis</i>	9	0	0	9
3	<i>Encyonema silesiacum</i>	5	0	0	5
4	<i>Fragilaria vaucheriae</i>	1	1	0	2
5	<i>Frustulia vulgaris</i>	2	0	0	2
6	<i>Gomphonema parvulum</i>	24	28	34	86
7	<i>Gomphonema pumilum</i> <i>var. rigidum</i>	80	118	34	232
8	<i>Gomphonema bourbonense</i>	3	1	0	4
9	<i>Gomphonema lagenula</i>	1	7	13	21
10	<i>Mayamaea permitis</i>	68	24	81	173
11	<i>Navicula cryptotenella</i>	25	45	57	127
12	<i>Navicula lanceolata</i>	67	44	99	210
13	<i>Navicula gregaria</i>	46	42	67	155
14	<i>Nitzschia sp.</i>	4	2	7	13
15	<i>Nitzschia acidoclinata</i>	6	9	7	22
16	<i>Nitzschia inconspicua</i>	89	130	53	272
17	<i>Nitzschia amphibia</i>	71	38	67	176
18	<i>Nitzschia palea</i>	0	1	0	1
19	<i>Nitzschia angustatula</i>	1	0	0	1
20	<i>Nitzschia fonticola</i>	0	0	1	1
21	<i>Nitzschia costei</i>	1	0	0	1
22	<i>Pinnularia sp.</i>	2	0	1	3
23	<i>Planothidium lanceolata</i>	9	9	13	31
24	<i>Planothidium frequentissimum</i>	0	0	8	8
25	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	6	12	11	29
TOTAL		1605			

Elaborado por: Lenin Omar Lascano Reyes
Alberto Jamil Muñoz Cepeda

En el punto dos se identificaron 25 especies de diatomeas de las cuales 8 son abundantes: *Gomphonema parvulum*, *Gomphonema pumilum var. rigidum*, *Mayamaea permitis*, *Navicula cryptotenella*, *Navicula lanceolata*, *Navicula gregaria*, *Nitzschia inconspicua*, *Nitzschia amphibia*.

Tabla 16. Especies de diatomeas epilíticas encontradas en el punto tres.

#	Nombre	Abundancia Nov.	Abundancia Dic.	Abundancia Ene.	Especies abundantes
1	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	2	1	0	3
2	<i>Cocconeis lineata</i>	1	0	0	1
3	<i>Encyonema minutum</i>	1	0	1	2
4	<i>Encyonema neogracile</i>	2	0	0	2
5	<i>Encyonema ventricosum</i>	0	1	0	1
6	<i>Fragilaria arcus</i>	1	0	0	1
7	<i>Fragilariforma virescens</i>	1	0	0	1
8	<i>Frankophila similioides</i>	0	0	1	1
9	<i>frustulia vulgaris</i>	1	0	0	1
10	<i>Gomphonema parvulum</i>	2	1	0	3
11	<i>Gomphonema lagenula</i>	4	1	0	5
12	<i>Gomphonema sp</i>	3	0	0	3
13	<i>Gyrosigma kuetzingii</i>	1	0	0	1
14	<i>Luticola goeppertiana</i>	8	0	0	8
15	<i>Luticola mutica</i>	5	0	0	5
16	<i>Navicula nota</i>	91	89	97	277
17	<i>Navicula gregaria</i>	84	102	63	249
18	<i>Navicula lanceolata</i>	67	107	95	269
19	<i>Navicula cryptotenella.</i>	44	36	59	139
20	<i>Navicula tripunctata</i>	11	0	5	16
21	<i>Navicula cincta</i>	13	5	21	39
22	<i>Nitzschia archibaldii</i>	0	1	0	1
23	<i>Nitzschia amphibia</i>	7	11	4	22
24	<i>Nitzschia palea</i>	64	68	75	207
25	<i>Nitzschia sp.</i>	10	14	7	31
26	<i>Nitzschia subtilis</i>	2	0	0	2
27	<i>Nitzschia inconspicua</i>	48	37	47	132
28	<i>Nitzschia fonticola</i>	1	0	1	2
29	<i>Nitzschia communis</i>	17	11	9	37
30	<i>Pinnularia sp.</i>	57	41	45	143
31	<i>Platessa hustedtii</i>	1	0	0	1
TOTAL		1605			

Elaborado por: Lenin Omar Lascano Reyes
Alberto Jamil Muñoz Cepeda

En el punto tres se identificaron 31 especies de diatomeas de las cuales 7 son abundantes: *Navicula nota*, *Navicula gregaria*, *Navicula lanceolata*, *Navicula cryptotenella*, *Nitzschia palea*, *Nitzschia inconspicua*, *Pinnularia sp.*

10.4. ÍNDICE TRÓFICO DE CALIDAD DEL AGUA

Para la determinación del ITCA 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 17. Determinación del índice trófico de calidad de agua para el punto uno.

Nombre	Especies abundantes	Valor trófico	Abundancia relativa	Vt * %
<i>Gomphonema sp.</i>	207	1	12.89	12.89
<i>Gomphonema lagenula</i>	213	2.5	13.27	33.175
<i>Mayamaea permitis</i>	133	4	8.28	33.12
<i>Nitzschia acidoclinata</i>	107	1	6.66	6.66
<i>Navicula cryptotenella</i>	91	2.5	5.66	14.15
<i>Planothidium lanceolatum</i>	350	1	21.8	21.8
<i>Planothidium frequentissimum.</i>	290	1	18.06	18.06
		Suma	86.62	139.855
<i>ITCA</i>	1.61	β-mesotrófico (Contaminación moderada)		

Elaborado por: Lenin Omar Lascano Reyes
Alberto Jamil Muñoz Cepeda

Se obtuvo 139.855 de valor trófico por % h y 86.62 de abundancia relativa, al dividir estos valores se logró obtener un Índice Trófico de Calidad del Agua de 1.61 dando como resultado una contaminación moderada en el punto uno o punto de origen del río Yanayacu.

Tabla 18. Determinación del índice trófico de calidad de agua para el punto dos.

Nombre	Especies abundantes	Valor trófico	Abundancia relativa	Vt * %
<i>Gomphonema parvulum</i>	86	2.5	5.35	13.375
<i>Gomphonema pumilum var. Rigidum</i>	232	2.5	14.45	36.125
<i>Mayamaea permitis</i>	173	4	10.77	43.08
<i>Navicula cryptotenella.</i>	127	2.5	7.91	19.775
<i>Navicula lanceolata</i>	210	4	13.08	52.32
<i>Navicula gregaria</i>	155	4	9.65	38.6
<i>Nitzschia inconspicua</i>	272	1	16.94	16.94
<i>Nitzschia amphibia</i>	176	2.5	10.96	27.4
		Suma	89.11	247.615
<i>ITCA</i>	2.78	α-mesotrófico (contaminación Fuerte)		

Elaborado por: Lenin Omar Lascano Reyes
Alberto Jamil Muñoz Cepeda

En el segundo punto (San Martín) el Índice Trófico de Calidad del Agua es de 2.78 considerándose una contaminación fuerte.

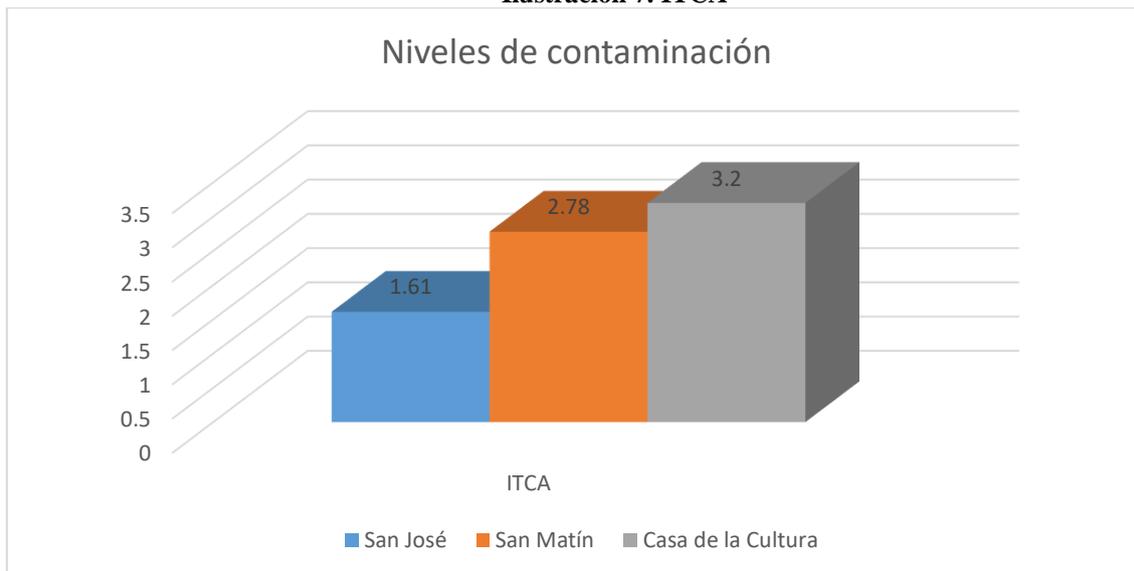
Tabla 19. Determinación del índice trófico de calidad de agua para el punto tres.

Nombre	Especies abundantes	Valor trófico	Abundancia relativa	Vt * %
<i>Navicula notha</i>	277	2.5	17.25	43.125
<i>Navicula gregaria</i>	249	4	15.51	62.04
<i>Navicula lanceolata</i>	269	4	16.76	67.04
<i>Navicula cryptotenella.</i>	139	2.5	8.66	21.65
<i>Nitzschia palea</i>	207	4	12.89	51.56
<i>Nitzschia inconspicua</i>	132	1	8.22	8.22
<i>Pinnularia sp.</i>	143	3.2	8.9	28.48
<i>ITCA</i>	3.20	Suma	88.19	282.115
		α-mesotrófico		
		(Contaminación fuerte)		

Elaborado por: Lenin Omar Lascano Reyes
Alberto Jamil Muñoz Cepeda

El Índice Trófico de Calidad del Agua en el punto tres (Casa de la Cultura) es de 3.20 resultando ser de contaminación fuerte.

Ilustración 7. ITCA



De acuerdo a los resultados que se obtuvieron con el ICA, se relacionan con los niveles de contaminación obtenidos con el ITCA de las especies de diatomeas epilíticas, en el punto dos y en el punto tres es muy evidente, mientras que en el punto uno no existe una relación significativa, teniendo así: que los dos índices arrojaron tres clasificaciones del estado del agua. En el ICA con calificaciones de malo, muy malo y muy malo, y en el ITCA con niveles

de contaminación de β -mesotrófico (contaminación moderada), α -mesotrófico (contaminación fuerte) y α -mesotrófico (contaminación fuerte), estos resultados guardan relación con el estudio realizado por (Uvillus, 2017) que presenta tres clasificaciones del estado del agua, para el ICA con calificaciones de bueno, regular y malo, y para el ITCA con niveles de contaminación de Oligotrófico, β -mesotrófico y α -mesotrófico. Además, el estudio realizado por (Rosero, 2016), el cual fue establecer un índice biótico de calidad del agua, señala que existen variaciones espaciales y temporales de especies de diatomeas epilíticas que se relacionan con los parámetros fisicoquímicos y ambientales como son la presencia de materia orgánica, oxígeno disuelto, pH, demanda bioquímica de oxígeno y temperatura, ello es acorde con lo que en este estudio se encuentra.

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

Impactos Técnicos

El presente trabajo se realizó en la provincia de Cotopaxi Cantón Latacunga en las instalaciones de la Universidad Técnica de Cotopaxi (CAREN) en los laboratorios de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente ya que cuenta con todos lo que necesita esta investigación dando este un análisis rápido y positiva y respetando los tiempos de ejecución dando el proceso de identificación de diatomeas epilíticas de metodología del Dr. Eduardo Lobo sin ningún inconveniente mediante la asesoría de los docentes y laboratoristas de la facultad

Impactos Ambientales

En este proyecto se llegó a medir el nivel de contaminación que existe en el río Yanayacu mediante la identificación y conteo de las diatomeas Epilíticas existentes en el río en los diferentes puntos de muestreo mediante el microscopio para sacar posteriormente la cantidad relativa de cada especie, poder asignar un valor trófico y ver la calidad de agua. Accediendo de esta manera a la categorización del agua, conociendo si se encuentra en estado está apto o no para su utilización y poder difundir a los pobladores la calidad del cauce, teniendo como resultado que las diatomeas sirven como organismos bioindicadores.

Impactos Económicos

Utilizando la metodología para la identificación de Diatomeas Epilíticas se puede determinar la calidad de agua sin la necesidad de incurrir a gastos elevados ni laboratorios calificados dando resultados confiables.

12. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO:

Tabla 20. Presupuesto.

RECURSOS	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO				
	Descripción	Cantidad	Unidad	V. Unitario	V. Total
EQUIPOS	GPS (uso)	3	Días	25	75,00
	Computador (uso)	125	Horas	1,00	125,00
	Cámara fotográfica (uso)	3	Días	20	60,00
	Microscopio (uso)	15	Horas	7,00	105,00
	Centrifuga (uso)	8	Horas	7,00	56,00
	Placa calefactora	5	Horas	7,00	35,00
				SUBTOTAL	456,00
MATERIALES DE OFICINA	Papel bond	3	Paquetes	3,60	10,80
	Fichas de campo y laboratorio	25	Unidades	0,20	5,00
	Impresiones	700	Hojas	0,10	70,00
	Anillado	6	Unidades	3,00	18,00
				SUBTOTAL	103,80
EQUIPO DE PROTECCION	Mascarillas	20	Unidades	0,20	4,00
	Mandil (uso)	2	Unidades	25,00	50,00
	Gafas de protección	4	Unidades	5,00	20,00
	Botas	2	Pares	10,00	20,00
				SUBTOTAL	94,00
INSTRUMENTOS DE LABORATORIO	Placas porta y cubre objetos	2	Cajas	15,00	30,00
	Tubos de ensayo pequeños	20	Unidades	0,30	6,00
	Tubos de ensayo grandes	20	Unidades	0,50	10,00
	Tubos Falcón	6	Unidades	2,00	12,00

	Pipetas aforadas de 10 mL (uso)	2	Unidades	6,00	12,00
	Pipetas pasteur	10	Unidades	1,50	16,00
	Dicromato de potasio (K ₂ Cr ₂ O ₇)	50	G	30,00	30,00
	Ácido clorhídrico (HCl)	6	mL	50,00	50,00
	Ácido sulfúrico	50	mL	30,00	30,00
	Alcohol 70 %	20	mL	15,00	15,00
	Agua destilada (H ₂ O)	5	Ltrs	5,00	25,00
	Naphrax	200	ml	378	378,00
				SUBTOTAL	614,00
OTROS	Transporte, salida de campo	8		15,00	120,00
	Alimentación	50		3,50	175,00
				SUBTOTAL	295,00
				SUBTOTAL	1562,8
				IMPREVISTOS 10%	156,28
				TOTAL	1719,08

Elaborado por: Lenin Omar Lascano Reyes
Alberto Jamil Muñoz Cepeda.

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1. CONCLUSIONES

- La distribución de las poblaciones de diatomeas en los tres puntos es desigual. El número total de especies encontradas en el punto 1 Barrio San José fue de 24 y se asocian a un nivel de calidad mala del agua, mientras que para el punto 2 (San Martín), el número de especies encontradas fueron de 25, con un nivel de calidad muy malo y finalmente para el punto de muestreo 3 (Latacunga Casa de la Cultura) las especies identificadas sumaron un total de 31, asociándose a un nivel de calidad muy malo. De las 59 especies identificadas para los tres puntos, hay algunas que son comunes en los tres, y podrían definirse como especies con una amplia distribución ecológica.
- Para el cálculo de índice de calidad de agua, se tomó en cuenta once parámetros, entre físicos, químicos y microbiológicos, medidos en el mes de noviembre, los cuales se procesaron en el IQADData, para determinar dicho índice, y a su vez también se comparó con la tabla de rangos para ICA.
- 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 Lobo *et al* (2016); en el primer punto el ITCA teórico tuvo un valor de 1,61 que comparado con el ITCA de tablas se encuentra en el rango de 1,5 a 2,5 mostrando un nivel de contaminación β -Mesotrófico (contaminación moderada), en tanto que en el punto 2 el ITCA tiene un valor de 2,78 y comparándose con el ITCA recae dentro del rango 2,5 a 3,5 entendiéndose que en este sitio el nivel de contaminación es α -mesotrófico (contaminación fuerte) ; finalmente para el punto 3 se obtuvo un ITCA de 3,20 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.

13.2. RECOMENDACIONES

- Realizar la identificación de las especies en temporada de lluvias para poder generar información y correlacionar con resultados en temporada baja.
- Para calcular el ICA en el IQADData es necesario que el programa este correctamente instalado en el computador y leer cuidadosamente los parámetros e indicaciones del programa ya que este se encuentra en portugués, para el ingreso adecuado de los 9 parámetros analizados.
- Al observar las diatomeas epilíticas se deberá realizar doble barrido para evitar errores en el reconocimiento de especies teniendo en cuenta medidas ancho estructura y longitud ya que tienen similitud algunas especies.
- Al efectuar el conteo de las mencionadas especies, para su correcta determinación se debe comenzar a contar cada una de las placas hasta llegar a 600 valvas, obteniendo la abundancia relativa, para el cálculo del índice trófico de calidad de agua.

14. BIBLIOGRAFÍA

1. Andreo, M. (2014). *Cricyt*. Obtenido de Cricyt:
<http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/DBO.htm>
2. Arevalo, P. (2018). *Diatomeas epilíticas como bioindicadoras de eutrofización en la microcuenca del río “Guano”, Provincia de Chimborazo*. Quito: Universidad Intercional SEK.
3. ArcGIS . (4 de Noviembre de 2019). Obtenido de <http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>
4. Bailey, G. (3 de Agosto de 2017). *Ecuared*. Obtenido de Ecuared:
<https://www.ecured.cu/Clorofila>
5. Bajaña, E. L. (2013). *Estudio de la calidad del agua del río Babahoyo y sus afluentes: índice saprobio*. Guayaquil.
6. Blanco, S. (2010). GUÍA DE LAS DIATOMEAS DE LA CUENCA DEL DUERO. *Confederación Hidrográfica del Duero*, 15 -17.
7. Borràs, C. (2011). *Ecología verde*. Obtenido de Ecología verde:
<https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-eutrofizacion-34.html>
8. Brown. (2012). ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA GENERAL “ICA”. *Servicio Nacional de Estudios Territoriales*, 14.
9. Caliza, A. J., Cáceres, M., & Delgado, V. I. (2013). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA FLUVIAL CON DIATOMEAS (Bacillariophyceae), UNA EXPERIENCIA, PERÚ. *Peruana de Medicina Experimental Y Salud Pública*, 58-63. Obtenido de <https://doi.org/36326085012>
10. Castro, M. E. (2015). *Caracterización de diatomeas como herramienta para el estudio de la calidad del agua del río Teaone*. Esmeraldas.
11. Cejudo, F. C., & Godos, I. (2011). Las diatomeas de los salares del Altiplano boliviano. *Singularidades florísticas Diatoms of the Bolivian Altiplano salars*, 67-82.
12. Caliza, A. J., Cáceres, M., & Delgado, V. I. (2013). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA FLUVIAL CON DIATOMEAS (Bacillariophyceae), UNA

EXPERIENCIA EN TACNA, PERÚ. *Peruana de Medicina Experimental Y Salud Pública*, 58-63. Obtenido de <https://doi.org/36326085012>

- 13.Córdova, K. J. (2016). *Establecimiento de un índice biótico para determinar la calidad de aguas de los ríos andinos presentes en el Ecuador basado en poblaciones de diatomeas epilíticas*. Quito: Universidad Internacional SEK.
- 14.Cyclusid. (2015). *cyclusid tecnologías y parametros*. Obtenido de cyclusid tecnologías y parametros: <http://www.cyclusid.com/tecnologias-aguas-residuales/parametros-aguas-residuales/>
- 15.Ecology. (2015). *CIENCIAS DE LA TIERRA Y DEL MEDIO AMBIENTE*. Obtenido de CIENCIAS DE LA TIERRA Y DEL MEDIO AMBIENTE: <http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/150Eutro.htm>
- 16.Ecured. (2012). *Ecured, conocimiento con todos y para todos*. Obtenido de Ecured, conocimiento con todos y para todos: <https://www.ecured.cu/Fosfato>
- 17.Franco, M., D, P., Manzano, J., & Cuevas, A.(2010). Métodos para identificar, diagnosticar y evaluar el grado de eutrofia.
- 18.Freire, P. (2 de octubre de 2013). *Mie*. Obtenido de Mie: <http://mie.esab.upc.es/arr/T22E.htm>
- 19.Garcia, G. (2012). La contaminación del agua. *Perú*, 1.
- 20.Gómez, N., Donato, C., Giorgi, A., Guash, H., P, M., & Sabater, S.(2009). *Conceptos y técnicas en Ecología Fluvial*. Obtenido de La Biota, Los Microorganismos Autótrofos: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- 21.Gomez, S. (11 de Abril de 2014). *Software*. Obtenido de <http://softwareanalisisdedatoscuantitativos.blogspot.com/2014/04/tipos-de-paquetes-estadisticos.html>
- 22.González A., M. (2010). Florecimiento de Diatomeas en aguas cubanas.
- 23.Guiseppina.(2007). La contaminación de aguas en el Ecuador. *Una aproximación a la economía*.
- 24.Gutiérrez Altamirano, C. L.(2010). *Universidad Técnica Particular de Loja*. <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/10203/1/Tesis%20Carlos%20Gutierrez%20Al.pdf>

25. Gil, J. A. (2014). *Determinación de la calidad del agua mediante variables fisicoquímicas y la comunidad de macroinvertebrados como bioindicadores de calidad del agua en la cuenca del Río Garagoa*. Obtenido de Determinación de la calidad del agua mediante variables: <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
26. Henares. (2013). *Proyecto Rio Henares*. Obtenido de Proyecto Rio Henares: <http://www.riohenares.org/index.php/rio-henares/calidad-de-las-aguas/40-oxigeno-disuelto-od.html>
27. INEN. (2013). *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. Obtenido de Norma Técnica Ecuatoriana: <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte1/2169-1.pdf>
28. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2010). *INEC*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/cotopaxi.pdf>
29. Lenntech. (2016). *Lenntech BV, Distributieweg 3*. Obtenido de Lenntech BV, Distributieweg 3: <https://www.lenntech.es/nitratos-y-nitritos.htm>
30. Lobo, E. (2016). *ESTADO DEL ARTE DEL USO DE DIATOMEAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA, CON ESPECIAL REFERENCIA A LOS SISTEMAS LÓTICOS SUBTROPICALES Y TEMPLADOS BRASILEÑOS*. Santa Cruz do Sul: (UNISC).
31. Lobo, E., Heinrich, C. G., Schuch, M., Düpont, A., Costa, A., & Wetze, C. E. (2016). *Índice Tráfico de calidad de agua*. Obtenido de Journal of Chemical Information and Modeling: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
32. López, F., & Siqueiros, B. (2011). Las diatomeas como indicadores de la calidad ecológica de los oasis de Baja California Sur. *Biodiversitas*, 8-11.
33. Luján, A. (2016). *Las algas, indicadores de la calidad del agua*. Obtenido de Las algas, indicadores de la calidad del agua: <https://www.unrc.edu.ar/publicar/intercien/004/dos.htm>
34. Medlin, L. K., & Kaczmarek, I. (2004). *Evolution of the diatoms: V. Morphological and cytological support for the major clades and a taxonomic revision*. *Phycologia*: <https://doi.org/10.2216/i0031-8884-43-3-245.1>

35. Méndez, P. (2017). *Diversidad y equidad espacio-temporal de la comunidad de diatomeas epilíticas en la microcuenca del río Cebadas Provincia de Chimborazo*. Quito: Universidad Internacional SEK.
36. Ministerio Del Ambiente. (12 de Abril de 2017). Obtenido de CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE: http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf
37. Monge, C. (Julio de 2016). la naturaleza del agua como recurso. *EL AGUA RECURSO NATURAL Y ELEMENTO DE DESARROLLO*, 1. Obtenido de Salud Pública y AP de Salud.
38. Morales, E. A., Fernández, E., & Chávez, V. S. (2010). Incorporarlas En Estudios De La Biodiversidad Boliviana. 31-54.
39. Morales, S. F. (2013). Nuevos taxa de diatomeas (Bacillariophyta) descritos en el Herbario Criptogámico de la Universidad Católica Boliviana “San Pablo” (HCUCB). *SCIELO*, 5.
40. Moreno, D. (9 de noviembre de 2010). *Metodos para identificar, diagnosticar y evaluar el grado de eutrofia*. Obtenido de Métodos para identificar, diagnosticar y evaluar el grado de eutrofia: www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n78ne/eutrofia2.pdf
41. Norma EN14407. (2005). *Guía para la identificación, recuento e interpretación de muestras de diatónicas bentónicas de ríos*. Madrid - España: AENOR. Obtenido de Norma española.
42. P. Castillejo, et al. (2018). Response of epilithic diatom communities to environmental. *EL SEVIER*, 8.
43. Purs, M. (19 de Agosto de 2017). *Contaminación Ambiental*. Obtenido de Contaminación Ambiental: <https://contaminacionambiental.net/contaminacion-antropogenica/>
44. Recalde, J. (2009). Manejo integral de los recursos hídricos y tratamientos de aguas servidas En *Recursos Hídricos*. Bélgica: Cohiec Cia. Ltda.
45. Rodríguez, L. M. (2015). *Análise da estrutura de comunidades de diatomáceas epilíticas no arroio Sampaio, municipio de Mato Leitao, RS*. Santa Cruz do Sul: Cuaderno de Pesquisa Sér. Bot.

- 46.Round, F. (1993). *A Review and Methods for the Use of Epilithic Diatoms for Detecting and Monitoring Changes in River Water Quality*.
- 47.Sánchez, & Gándara. (2011). Conceptos Básicos de Gestión Ambiental. En *Desarrollo Sustentable*.
- 48.Seguí, P. (2016). *Ovacen*. Obtenido de Ovacen:
<https://ecosistemas.ovacen.com/biotopo/abioticos/>
- 49.Serrano, P. (2018). *Diversidad y riqueza de especies de diatomeas epilíticas de la microcuenca del río Chibunga, Chimborazo*. Quito: Universidad Internacional SEK.
- 50.Smart. (Marzo de 2014). *SMART*. Obtenido de SMART: <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/electrical-conductivity>
- 51.Tripod. (2014). *Determinación de turbidez en agua. Metodo ASTM D1889-88a*. Obtenido de Determinación de turbidez en agua. Metodo ASTM D1889-88a:
<http://arturobola.tripod.com/turbi.htm>
- 52.Trobajo, R. (2005). *La directiva marco del agua y las diatomeas como indicadores de los humedales mediterraneos*.
- 53.Urrea, G., & Sabater, S. (2009). *Epilithic diatoms assemblages and their relationship to environmental characteristics in an agricultural watershed*. Beasil: Guadiana River.
- 54.Uvillus, S. (2017). *Caracterización de la composición florística de diatomeas epilíticas asociadas al grado de eutrofización en el río "la Compañía", cantón Mejía*. Quito: Universidad Internacional SEK.
- 55.Velázquez, B. M., Israde, A. I., & Mendoza, C. M. (2007). *Uso De Diatomeas Para la Evaluación De La Calidad Del Agua Del Río Turbio. Afluente Del Río Lerma*, 1.
- 56.Verger, E. (4 de Julio de 2017). *Ciencia Today*. Obtenido de Ciencia Today:
<https://cienciatoday.com/diatomeas-importancia-aplicaciones/>
- 57.Weissel, D. (22 de diciembre de 2016). *AireLibre*. Obtenido de ireLibre:
<http://airelibre.cl/que-son-los-coliformes-fecales/>

15. ANEXOS

ANEXO A. Fotografías del punto 1 durante la toma de muestras en el río “Yanayacu”.



ANEXO B. Fotografías del punto 2 durante la toma de muestras en el río “Yanayacu”.

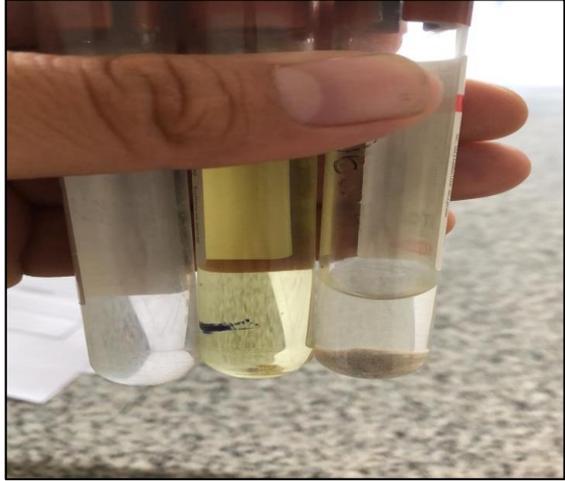
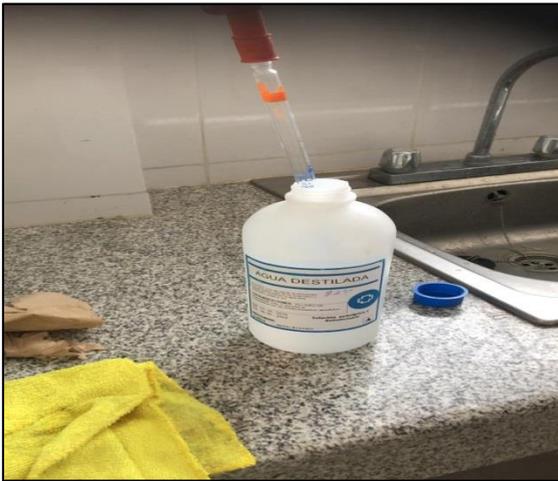
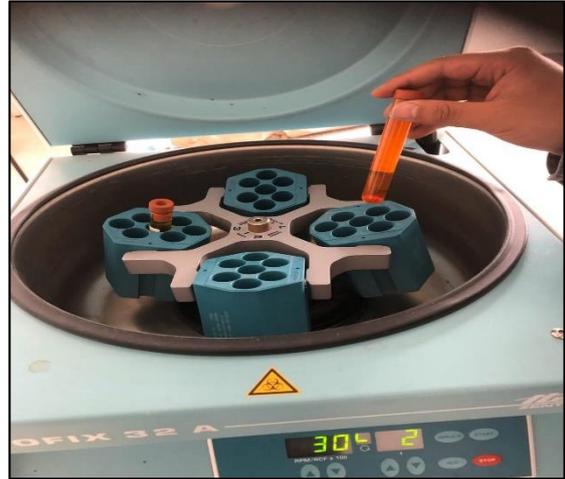


ANEXO C. Fotografías del punto 3 durante la toma de muestras en el río “Yanayacu”.



ANEXO D. Fotografías de la fase de laboratorio.



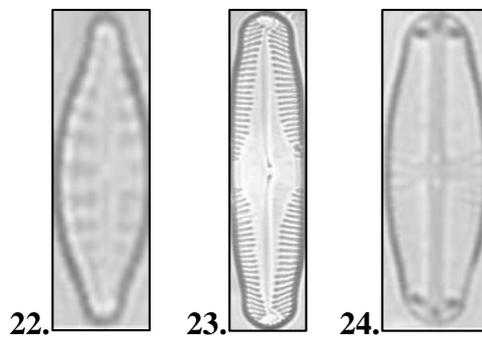
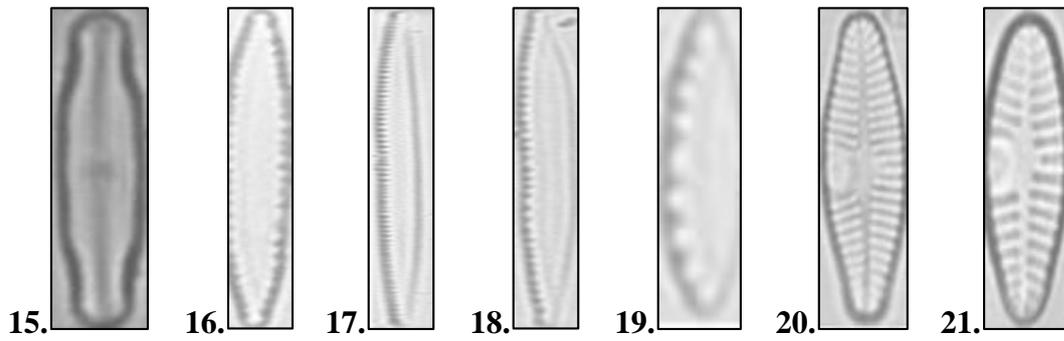
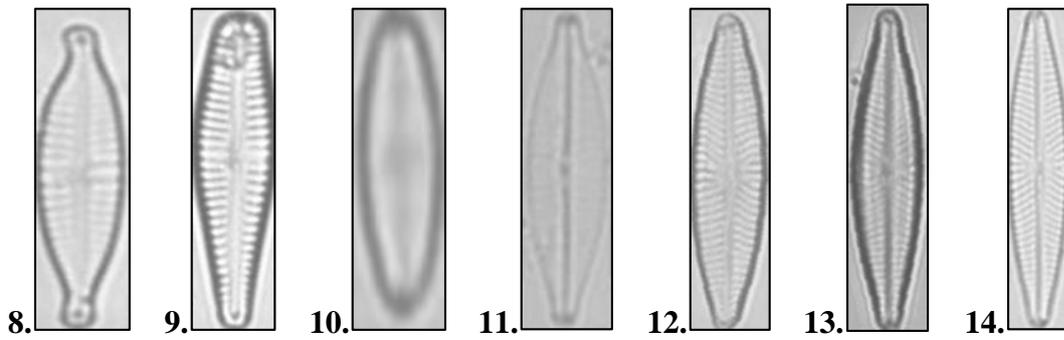
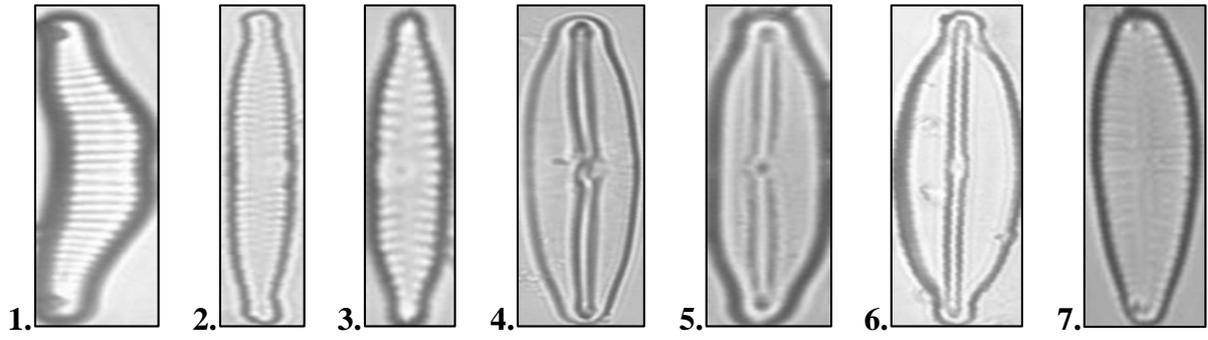


ANEXO E. Resultados del Índice de Calidad del Agua.

ANEXO F. Resultados del análisis de laboratorio.

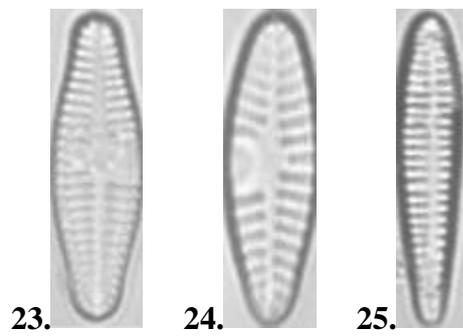
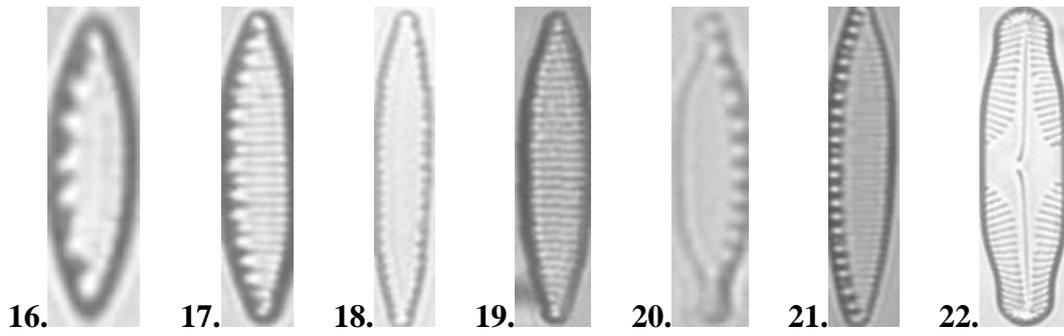
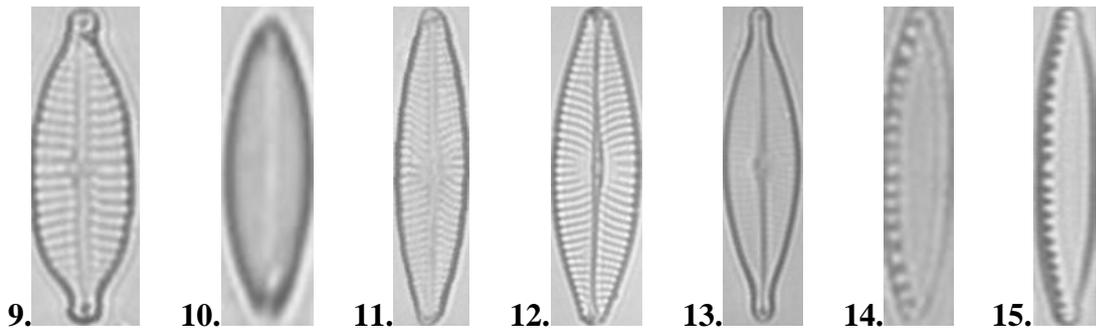
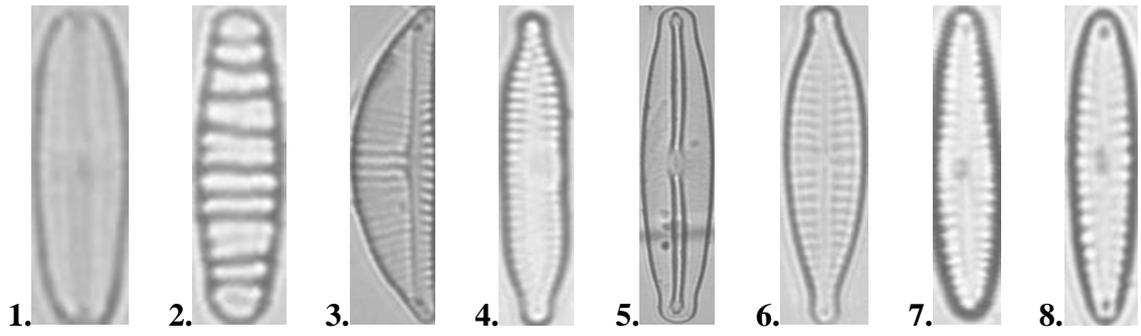
ANEXO G. Diatomeas encontradas en el primer punto del río Yanayacu durante los meses de noviembre, diciembre y enero.

#	Nombre	Características
1	<i>Eunotia arcubus.</i> (Ehrenberg) Cleve	Largo: 30µm - Ancho: 6µm
2	<i>Fragilaria pectinalis.</i> Lyngbye (1819)	Largo: 36µm - Ancho: 4µm
3	<i>Fragilaria vaucheriae.</i> Kützing (1938)	Largo: 24µm - Ancho: 4µm
4	<i>Frustulia vulgaris.</i> Thwaites(1891)	Largo: 46µm - Ancho: 10µm
5	<i>Frustulia amphipleuroides.</i> Grunow (1934)	Largo: 37µm - Ancho: 7µm
6	<i>Frustulia crassinervia.</i> Lange-Bertalot & Metzeltin (1996)	Largo: 42µm - Ancho: 10µm
7	<i>Gomphonema sp.</i>	Largo: 21µm - Ancho: 6µm
8	<i>Gomphonema lagenula.</i> Kützing (1844)	Largo: 20µm - Ancho: 6µm
9	<i>Gomphonema subclavatum var. compactum</i>	Largo: 27µm - Ancho: 7µm
10	<i>Mayamaea permitis.</i> Bruder et Medlin	Largo: 6µm - Ancho: 3µm
11	<i>Navicula gregaria.</i> Donkin (1861)	Largo: 21µm - Ancho: 6µm
12	<i>Navicula cryptotenella.</i> Krammer & Lange-Bertalot (1985)	Largo: 24µm - Ancho: 6µm
13	<i>Navicula cryptocephala.</i> Kützing(1844)	Largo: 30µm - Ancho: 6µm
14	<i>Navicula lanceolata.</i> (Agardh) Kützing	Largo: 31µm - Ancho: 7µm
15	<i>Naviculadicta aff. cosmopolitana</i>	Largo: 15µm - Ancho: 3µm
16	<i>Nitzschia palea.</i> (Kützing)Smith	Largo: 30µm - Ancho: 4µm
17	<i>Nitzschia paleacea.</i> Grunow (1881)	Largo: 53µm - Ancho: 3,5µm
18	<i>Nitzschia acidoclinata.</i> Lange-Bertalot (1976)	Largo: 30µm - Ancho: 3µm
19	<i>Nitzschia inconspicua.</i> Grunow (1862)	Largo: 7µm - Ancho: 3µm
20	<i>Planothidium lanceolatum.</i> Lange-Bertalot (1999)	Largo: 19µm - Ancho: 6µm
21	<i>Planothidium frequentissimum.</i> Lange-Bertalot (1999)	Largo: 15µm - Ancho: 6 µm
22	<i>Planothidium dubium.</i> Grunow (1996)	Largo: 7µm - Ancho: 5µm
23	<i>Pinnularia sp.</i>	Largo: 36µm - Ancho: 8µm
24	<i>Sellaphora auldreekie.</i> D.G.Mann et al. (2004)	Largo: 20µm - Ancho: 7µm



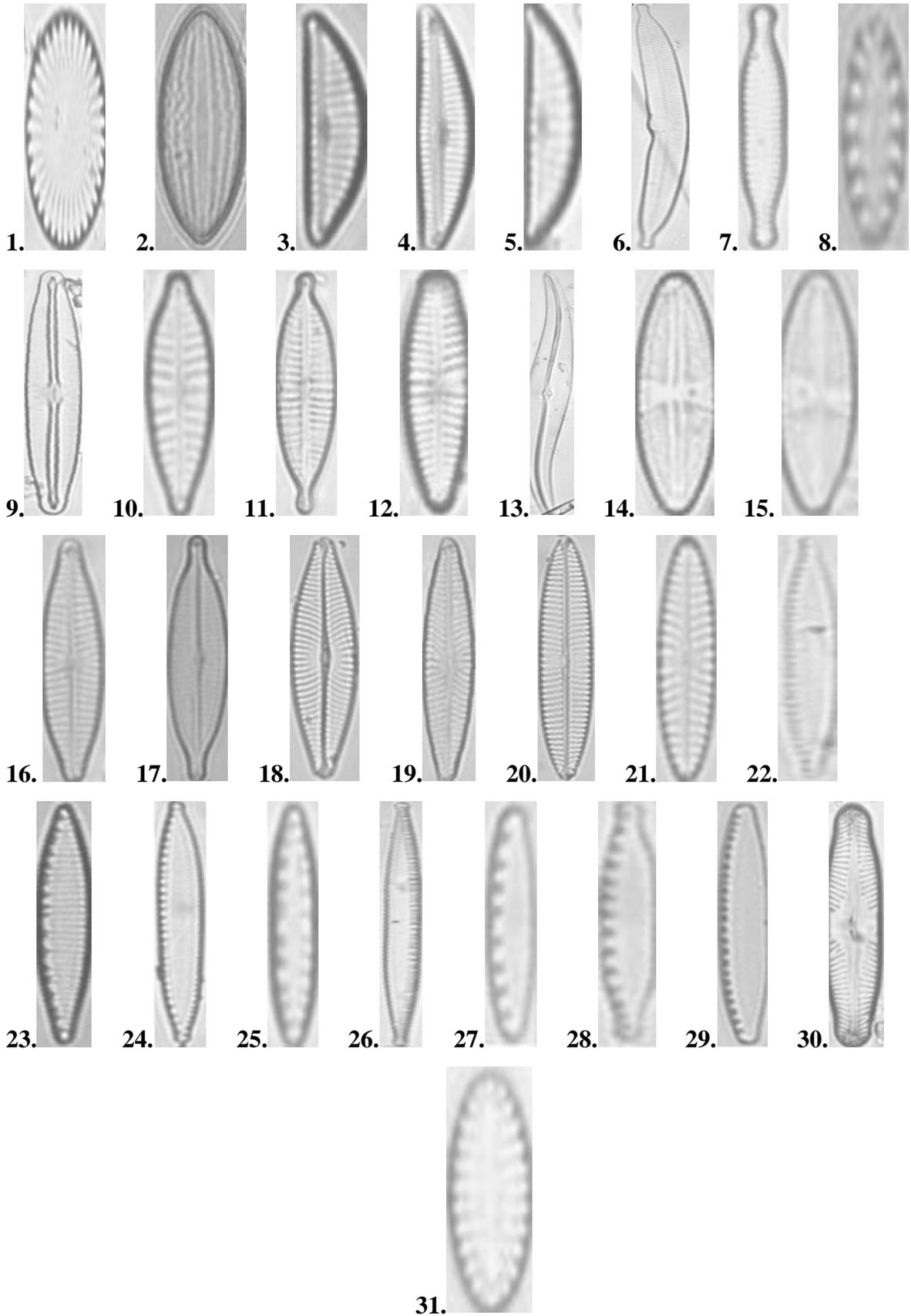
ANEXO H. Diatomeas encontradas en el segundo punto del río Yanayacu durante los meses de noviembre, diciembre y enero.

#	Nombre	Características
1	<i>Craticula molestiformis</i> . Mayama (1999)	Largo: 10µm - Ancho: 3µm
2	<i>Diatoma moniliformis</i> . Kützing (2012)	Largo: 17µm - Ancho: 6µm
3	<i>Encyonema silesiacum</i> . Bleisch (1990)	Largo: 10µm - Ancho: 3µm
4	<i>Fragilaria vaucheriae</i> . Kützing (1938)	Largo: 30µm - Ancho: 6µm
5	<i>Frustulia vulgaris</i> . Thwaites(1891)	Largo: 46µm - Ancho: 10µm
6	<i>Gomphonema parvulum</i> . Kützing (1849)	Largo: 22µm - Ancho: 6µm
7	<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>rigidum</i>	Largo: 20µm - Ancho: 4µm
8	<i>Gomphonema bourbonense</i> . Reichardt (1997)	Largo: 22µm - Ancho: 4 µm
9	<i>Gomphonema lagenula</i> . Kützing (1844)	Largo: 21µm - Ancho: 7µm
10	<i>Mayamaea permitis</i> . Hustedt (2008)	Largo: 7µm - Ancho: 3µm
11	<i>Navicula cryptotenella</i> . Krammer & Lange-Bertalot (1985)	Largo: 24µm - Ancho: 6µm
12	<i>Navicula lanceolata</i> .(Agardh) Kützing	Largo: 36µm - Ancho: 9µm
13	<i>Navicula gregaria</i> . Donkin (1861)	Largo: 22µm - Ancho: 6µm
14	<i>Nitzschia</i> sp.	Largo: 10µm - Ancho: 3µm
15	<i>Nitzschia acidoclinata</i> . Lange-Bertalot (1976)	Largo: 20µm - Ancho: 3µm
16	<i>Nitzschia inconspicua</i> . Grunow (1862)	Largo: 7µm - Ancho: 3µm
17	<i>Nitzschia amphibia</i> . Grunow (1862)	Largo: 22µm - Ancho: 4µm
18	<i>Nitzschia palea</i> .(Kützing) Smith	Largo: 25µm - Ancho: 4µm
19	<i>Nitzschia angustatula</i> . Lange-Bertalot(1987)	Largo: 26µm - Ancho: 5µm
20	<i>Nitzschia fonticola</i> . Grunow (1881)	Largo: 12µm - Ancho: 3µm
21	<i>Nitzschia costei</i> . Rimet, F. & Ector, L. (2008)	Largo: 28µm - Ancho: 4µm
22	<i>Pinnularia</i> sp.	Largo: 30µm - Ancho: 9µm
23	<i>Planothidium lanceolata</i> . Lange-Bertalot 1999	Largo: 19µm - Ancho: 6µm
24	<i>Planothidium frequentissimum</i> . Lange-Bertalot (1999)	Largo: 15µm - Ancho: 6µm
25	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> . Lange-Bertalot (1980)	Largo: 23µm - Ancho: 4µm



ANEXO I. Diatomeas encontradas en el tercero punto del río Yanayacu durante los meses de noviembre, diciembre y enero.

#	Nombre	Características
1	<i>Cyclotella meneghiniana</i> . Kützing (1844)	Largo: 18µm - Ancho: 18µm
2	<i>Cocconeis lineata</i> . Ehrenberg (1849)	Largo: 23µm - Ancho: 12µm
3	<i>Encyonema minutum</i> . (Hilse) D.G.Mann	Largo: 15µm - Ancho: 5µm
4	<i>Encyonema neogracile</i> . Krammer (1997)	Largo: 21µm - Ancho: 5µm
5	<i>Encyonema ventricosum</i> . Grunow(1875)	Largo: 11µm - Ancho: 4µm
6	<i>Fragilaria arcus</i> . (Ehrenberg) Cleve (1898)	Largo: 60µm - Ancho: 6µm
7	<i>Fragilariforma virescens</i> . Williams & Round (1988)	Largo: 22µm - Ancho: 6µm
8	<i>Frankophila similioides</i> . Lange-Bertalot (1997)	Largo: 6µm - Ancho: 3µm
9	<i>Frustulia vulgaris</i> . Thwaites (1891)	Largo: 50µm - Ancho: 10µm
10	<i>Gomphonema parvulum</i> . Kützing (1849)	Largo: 22µm - Ancho: 6 µm
11	<i>Gomphonema lagenula</i> . Kützing (1844)	Largo: 21µm - Ancho: 7µm
12	<i>Gomphonema sp</i>	Largo: 23µm - Ancho: 6µm
13	<i>Gyrosigma kuetzingii</i> . (Grunow) Cleve (1894)	Largo: 58µm - Ancho: 10 µm
14	<i>Luticola goeppertiana</i> . Crawford & Mann (1990)	Largo: 17µm - Ancho: 6µm
15	<i>Luticola mutica</i> . Kützing(1990)	Largo: 11µm - Ancho: 5µm
16	<i>Navicula nota</i> . Wallace (1960)	Largo: 24µm - Ancho: 6µm
17	<i>Navicula gregaria</i> . Donkin (1861)	Largo: 25µm - Ancho: 6µm
18	<i>Navicula lanceolata</i> . (Agardh) Kützing	Largo: 40µm - Ancho: 10µm
19	<i>Navicula cryptotenella</i> . Krammer & Lange-Bertalot (1985)	Largo: 24µm - Ancho: 6µm
20	<i>Navicula tripunctata</i> . (Müller) Bory	Largo: 48µm - Ancho: 8µm
21	<i>Navicula cincta</i> . Ehrenberg (1861)	Largo: 18µm - Ancho: 5µm
22	<i>Nitzchia archibaldii</i>	Largo: 23µm - Ancho: 3µm
23	<i>Nitzchia amphibia</i> .Grunow (1862)	Largo: 22µm - Ancho: 6µm
24	<i>Nitzchia palea</i> .(Kützing) Smith	Largo: 24µm - Ancho: 6µm
25	<i>Nitzchia sp.</i>	Largo: 10µm - Ancho: 3µm
26	<i>Nitzschia subtilis</i> . Kützing (1880)	Largo: 61µm - Ancho: 4µm
27	<i>Nitzschia inconspicua</i> .Grunow (1862)	Largo: 8µm - Ancho: 3µm
28	<i>Nitzschia fonticola</i> . Grunow (1881)	Largo: 12µm - Ancho: 3µm
29	<i>Nitzschia communis</i> . Rabenhorst (1860)	Largo: 24µm - Ancho: 4µm
30	<i>Pinnularia sp.</i>	Largo: 35µm - Ancho: 9µm
31	<i>Platessa hustedtii</i> . Lange-Bertalot (2004)	Largo: 7µm - Ancho: 5µm



ANEXO H. HOJA DE VIDA DE LOS AUTORES

LENIN OMAR LASCANO REYES



Cédula de Ciudadanía: 0502511801

Lugar de Nacimiento: Salcedo - Cotopaxi

Fecha de Nacimiento: 10 De Agosto De 1985

Estado Civil: Casado

Tipo Sangre: O Positivo

Domicilio: Salcedo

Dirección: Av. Olmedo Y Pasaje Sin Nombre.

Celular: 0095132131

Teléfono: 032726853

E-Mail: lenin_lascano@hotmail.com

Licencia De Conducta: Tipo B

OBJETIVO

Es mi deseo poder incorporarme a su prestigiosa Organización para aplicar mis conocimientos en Seguridad e Higiene del Trabajo en las áreas que se requiera. Tengo deseos de aprender y adaptarme a demandas laborales de diversas índoles ya que soy muy emprendedor y me siento capaz de enfrentar nuevos desafíos para lograr objetivos que impliquen un crecimiento tanto personal como profesional.

FORMACIÓN ACADÉMICA

Estudios Superiores

Instituto Tecnológico Superior Vicente León, Latacunga - Ecuador

- Tecnólogo en Seguridad e Higiene del Trabajo

Universidad Técnica de Cotopaxi

- Aprobado hasta el Tercer Ciclo de Ingeniería en Medio Ambiente

Escuela Latinoamericana de Medicina

- Aprobado hasta el Segundo Año de la Carrera de Medicina y asistido hasta el Tercer Año

Estudios Secundarios

Colegio Nacional Experimental Salcedo, Salcedo - Ecuador

- Bachiller en Ciencias, Especialización Químico Biólogo
- Título de Práctica en la Carrera en Ocupación Profesional - Agronegocios

Estudios Primarios

Escuela Fiscal "Cristóbal Colón", Salcedo - Ecuador

EXPERIENCIA

Project Engineering Construction Cía. Ltda. - PEC

Denominación del Puesto: Supervisor de Seguridad Industrial

Tiempo: 9 meses

Desde: 03 de junio del 2013

Hasta: 28 de marzo del 2014

CURRICULUM VITAE

DATOS PERSONALES

NOMBRES: Alberto Jamil

APELLIDOS: Muñoz Cepeda

LUGAR DE NACIMIENTO: Los Ríos - Quevedo

FECHA DE NACIMIENTO: Diciembre 01-1996

EDAD: 23 años

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

CEDULA DE IDENTIDAD: 120545001-6

ESTADO CIVIL: Soltero

CIUDAD DE RESIDENCIA: Latacunga

TELÉFONO MÓVIL: 0983422872

CORREO ELECTRÓNICO: alberto.jamil@hotmail.com / alberto.munoz0016@utc.edu.ec

DIRECCIÓN: Latacunga-Cdla San Francisco



NIVEL DE INSTRUCCIÓN ACADÉMICA

PRIMARIA: Unidad Educativa “Doctor José María Belasco Ibarra” (2003 – 2008)

SECUNDARIA: Instituto Tecnológico Superior “Vicente León” (2008 – 2014).

SUPERIOR: Estudiante de Noveno ciclo en Ingeniería de Medio Ambiente en la Universidad Técnica de Cotopaxi (Actualidad).

ANEXO I. 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.

M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos



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 de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Lenin Omar Lascano Reyes y Alberto Jamil Muñoz Cepeda, cuyo título versa "IDENTIFICACIÓN DE DIATOMEAS EPILÍTICAS ASOCIADAS AL ÍNDICE TRÓFICO DE CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO YANAYACU, PROVINCIA DE COTOPAXI, PERIODO SEPTIEMBRE 2019 – FEBRERO 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, Febrero del 2020

Atentamente,

Lic. Fernanda Aguiza
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0503458499

