



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE TRÓFICO DE LA CALIDAD DEL AGUA A PARTIR DE LA PRESENCIA DE DIATOMEAS EPILÍTICAS EN EL RÍO CUTUCHI, SECTOR BAÑO AZUL, CANTÓN LATACUNGA”

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

Autoras:

Eugenia Fernanda Fonseca Borja

Jesica Maribel Silva Zefla

Tutor:

M.Sc. Manuel Patricio Clavijo Cevallos

Latacunga – Ecuador

Febrero 2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Nosotras **EUGENIA FERNANDA FONSECA BORJA** y **JESICA MARIBEL SILVA ZEFLA** declaramos ser autoras del presente proyecto de investigación: **“DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE TRÓFICO DE LA CALIDAD DEL AGUA A PARTIR DE LA PRESENCIA DE DIATOMEAS EPILÍTICAS EN EL RÍO CUTUCHI, SECTOR BAÑO AZUL, CANTÓN LATACUNGA.”**, siendo el **M.SC. PATRICIO CLAVIJO**, 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.

- Eugenia Fernanda Fonseca Borja
- Jesica Maribel Silva Zefla

**EUGENIA FERNANDA
FONSECA BORJA**

050319748-5

**JESICA MARIBEL
SILVA ZEFLA**

172560344-1

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 **Fonseca Borja Eugenia Fernanda**, identificada con C.C. N°**050319748-5**, de estado civil casada y con domicilio en Salcedo, Vicente León y Juan León Mera; y **Silva Zefla Jesica Maribel**, identificada con C.C. N°**172560344-1**, de estado civil casada y con domicilio en Quito, Guamaní Venecia II, a quien en lo sucesivo se denominarán **LAS 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.- LA 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: Octubre 2010-2011

Fecha de finalización: Marzo 2017

Aprobación HCA.- Julio, 19 del 2016

Tutor.- M.Sc. Manuel Patricio Clavijo Cevallos

Tema: “DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE TRÓFICO DE LA CALIDAD DEL AGUA A PARTIR DE LA PRESENCIA DE DIATOMEAS EPILÍTICAS EN EL RÍO CUTUCHI, SECTOR BAÑO AZUL, CANTÓN LATACUNGA”

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 **LAS CEDENTES** 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.... días del mes de.... del 2016.

Fernanda Fonseca Borja
EL CEDENTE

Jesica Silva Zefla
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:

“DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE TRÓFICO DE LA CALIDAD DEL AGUA A PARTIR DE LA PRESENCIA DE DIATOMEAS EPILÍTICAS EN EL RÍO CUTUCHI, SECTOR BAÑO AZUL, CANTÓN LATACUNGA.” De Eugenia Fernanda Fonseca Borja Y Jesica Maribel Silva Zefla 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 Honorable Consejo Académico 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 febrero del 2017.

.....
MSC. PATRICIO CLAVIJO CEVALLOS.

C.I.: 050144458-2

DIRECTOR DE TESIS

FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Lectores aprueban el presente Informe de Titulación 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:

- Eugenia Fernanda Fonseca Borja
- Jesica Maribel Silva Zefla

Con la tesis, cuyo título es: **“DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE TRÓFICO DE LA CALIDAD DEL AGUA A PARTIR DE LA PRESENCIA DE DIATOMEAS EPILÍTICAS EN EL RÍO CUTUCHI, SECTOR BAÑO AZUL, CANTÓN LATACUNGA.”**

Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Defensa de Tesis** en la fecha y hora señalada.

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

Latacunga, agosto del 2016.

Para constancia firman:

LECTOR 1

M.S.c. Renán Lara

LECTOR 2

Dr. Polivio Moreno

LECTOR 3

M.g. Jaime Lema

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento infinito es para muchos pero sigo recalcando que el pilar fundamental de esta culminación son mis Abuelitos y mis Papás, por ellos y para ellos mis más sinceros agradecimientos por el apoyo y cariño brindado, a toda mi familia gracias porque me siento muy bendecida de tenerlos a todos ustedes quienes supieron poner un granito de arena en toda mi etapa estudiantil.

Al Club Internacional "Kiwanis Chuquiragua" ente fundamental para mi más anhelada meta, quienes me ayudaron emocional y económicamente en mi etapa estudiantil. Cuando los deseos vienen del corazón, entonces nada puede ser malo y los sueños se hacen realidad, señoras Chuquiragua... ¡GRACIAS!

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, alma mater de la excelencia académica para formarme como profesional y darnos la oportunidad de entregar este trabajo. A mis maestros, de quienes se obtuvieron los mejores recuerdos y conocimientos firmes. A mis amigos y amigas, cada uno de ellos quienes me ayudaron y estuvieron en cada experiencia vivida en todos estos años.

El agradecimiento también es para mi compañera de tesis, con quien en las buenas y en las malas hemos logrado el cumplimiento de éste, nuestro trabajo.

Fernanda E. Fonseca Borja

Jesica M. Silva Zefla

DEDICATORIA

En el transitar por la vida siempre estamos rodeados de seres que nos acompaña de forma constante este logro alcanzado le dedico a Dios que es el ser que da la vida. A mi madre Clemencia, quien nunca desmayo sus esfuerzos que confió en mí, para plasmar esta realidad, a mis hijos Brigith y Antonny que son mi razón, a mi esposo Mauricio quien es mi fortaleza, a mis hermanos Luis y Susi, a mi prima Fabiana, quien han sido mi apoyo constante, a mis abuelitos que estuvieron en todas mis etapas de formación.

Fernanda E. Fonseca Borja

DEDICATORIA

Sin lugar a duda, fue un trabajo arduo, por ello quiero dedicar el presente a mi infinito Dios, por brindarme la dicha de estar aquí y de permitirme llegar hasta donde he llegado; y porque no decirlo, por brindarme los padres más maravillosos del mundo, ustedes amados míos, Wilson Silva y Adalguiza Zefla a quienes también dedico este proyecto, por el apoyo y dedicación, además por todo el esfuerzo de trabajo para que yo pudiera concluir y llegar a mi meta.

A mis abuelitos Ilda y Segundo quienes desde siempre viven en mi corazón y de los cuales estoy segura que me cuidan y guían mis pasos, también a Umbelina y Ariosto, gracias a sus consejos y sabiduría inculcaron en mí la sencillez y sobre todo la fuerza para concluir con todos los objetivos que me he planteado.

Porque no aprovechar estas líneas para dedicarles este esfuerzo a ustedes hermanos, quienes supieron ser mi fuerza de superación, quienes nunca dudaron para brindarme de su ayuda, Sandra, Genoveva, Wilson, Leonardo y Adrian, a mis tíos quienes de una u otra forma supieron ver por mi bienestar, todos ustedes personas muy valiosas en mi vida.

A mis docentes, quienes impartieron sus conocimientos e influyeron sus experiencias para formarme como una persona de bien y en especial a mi tutor de investigación quien nos ayudó para la culminación de este estudio.

Jesica M. Silva Zefla

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

Autor: Eugenia Fernanda Fonseca Borja Y Jesica Maribel Silva Zefla

RESUMEN

EL incremento de influencias antropogénicas son cada vez más frecuentes en todos los ámbitos, en este caso en los cuerpos de agua del Río Cutuchi, cuyo efecto es la ascendencia masiva de contaminación debido al crecimiento poblacional de la ciudad. El deterioro del recurso natural despierta el interés en las investigadoras, consecuentemente la relación del estado en el que se encuentran las aguas del Río Cutuchi.

Para determinar la calidad en la que se encuentra el agua se planteó la identificación de especies de diatomeas epilíticas, a través de la recolección de muestras las cuales indican el grado de contaminación del Río Cutuchi, sector Baño Azul Cantón Latacunga, con ello tomar en cuenta un análisis físico químico para la verificación de parámetros aptos para agua de riego estipulados en los libros del TULSMA.

Para identificación de las diatomeas se contó con los laboratorios de la Universidad Estatal Amazónica y de la Universidad Técnica de Cotopaxi, las cuales se evidenció por medio de fotografías iconográficas. Con la metodología que utilizamos para la limpieza de las micro algas se estudió la taxonomía y la morfología de las diferentes especies encontradas y con esto estableciendo las condiciones ecológicas del Río.

En los resultados de la investigación se lograron encontrar 57 especies distribuidas en 20 familias y 31 géneros, el género con mayor presencia es la *Navícula* con 13 especies. En esta representación se obtuvo: 21, 30 y 6 especies de contaminación, alta, moderada y leve respectivamente. Estos datos se utilizaron en un software para constatar la abundancia de especies obteniendo un índice de 2,532 determinando que el agua del Río Cutuchi es de contaminación moderada y que es apta para la agricultura. Al finalizar la investigación, se obtiene la identificación de las diatomeas y la determinación de la calidad del agua, a su vez recomendar para futuras investigaciones la realización de una guía taxonómica de las diatomeas como parámetros del Río Cutuchi.

Palabras claves: Contaminación, Agua, Condiciones Ecológicas, Diatomeas Epilíticas, Taxonomía, Antropogénico, Iconográficas.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES
CAREER OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING

TOPIC: "DETERMINATION OF TROPHIC INDEX OF THE WATER QUALITY FROM OF THE PRESENCE OF EPILITHIC DIATOMS IN THE CUTUCHI RIVER BAÑO AZUL SECTOR, LATACUNGA CANTON."

Author: Eugenia Fernanda Fonseca Borja and Jesica Maribel Silva Zefla

ABSTRACT

The increase of anthropogenic influences is becoming more frequent in all areas, for example in the water of the Cutuchi River, the effect of the massive of pollution has expand due to the population growth of the city. The deterioration of the natural resource stimulates the interest in the researchers, consequently the relation of the bad condition in which the water of the Cutuchi River is. In order to determine the quality of the water, the identification of diatoms species was through the collection of samples, which indicate the degree of contamination of the Cutuchi River in the Baño Azul Sector, Latacunga City. It is important to take account a physical chemical analysis for the verification of parameters of the vital liquid, which must be suitable for irrigation water stipulated in the TULSMA books. For identification of the diatoms, the laboratories of the Amazonic State University, and the Technical University of Cotopaxi were used, diatoms were evidenced in iconographic photographs. The methodology used in the cleaning of the micro algae, It helped in the study of taxonomy and morphology of the different species found. This established the ecological conditions of the River.

In the results of the research were found 57 species distributed in 20 families and 31 types, the type with the largest presence is the Navicula with 13 species. In this representation was obtained: 21, 30 and 6 species of contamination, high, moderate and light respectively. These data were used in a software to verify the abundance of species obtaining an index of 2,532 determining that the water of the Cutuchi River is of moderate contamination and that is suitable for the agriculture. At the end of the investigation, the identification of the diatoms is obtained and the determination of the quality of the water; finally as recommendation for future investigations it is necessary to realize a taxonomic guide of the diatoms as parameters of the Cutuchi River.

Keywords: Contamination, Water, Ecological Conditions, Epilithic Diatoms, Taxonomy, Anthropogenic, Iconographic.

ÍNDICE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
ÍNDICE.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
1 INFORMACIÓN GENERAL	1
2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
4 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
5 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
6 OBJETIVOS	5
6.1 General	5
6.2 Específicos	5
7 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS:.....	6
8 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	9
8.1 AGUA	9
8.2 CALIDAD DEL AGUA.....	10
8.3 CONTAMINACIÓN HÍDRICA	10
8.4 CONTAMINACIÓN POR USO DE AGRO TÓXICOS	10
8.5 RÍO CUTUCHI	11
8.6 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	11
8.7 RÍO CUTUCHI Y SU CONTAMINACIÓN	11

8.8 CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO CUTUCHI.....	12
8.9 METEOROLOGÍA:.....	12
8.10 LUGAR DE ESTUDIO “BAÑO AZUL”	13
8.11 EL BAÑO AZUL	13
8.12 DIATOMEAS	14
8.12.1 Ventajas de las diatomeas como bio-indicadores.....	14
8.12.2 Morfología de las diatomeas	16
8.12.3 Reproducción de las diatomeas	17
8.12.4 Ecología de las diatomeas	18
8.12.5 Clasificación de las diatomeas	19
8.13 GUÍAS TAXONÓMICAS	20
8.14 ÍNDICE DE SHANNON	23
8.15 ESTADO TRÓFICO.	23
8.15.1 Índice trófico de calidad del agua (itqa) o tsi (Trophicstateindex)	23
8.15.2 Fórmula de Cálculo del índice trófico.....	24
8.15.3 Clasificación trófica	25
9 HIPOTESIS:	26
9.1 Hipótesis Alternativa.....	26
9.2 Hipótesis Nula	26
10 METODOLOGÍAS:	27
10.1 PRIMERA PARTE	27
10.1.1 Área de estudio.....	27
10.1.2 Tiempo de muestreo	27
10.1.3 Mapa de Georreferencia:.....	28
10.2 SEGUNDA PARTE	30
10.2.1 Manipulación de Materiales	30
10.2.2 Muestreo y Procedimiento Para La Recolección De Diatomeas.....	30
10.3 TERCERA PARTE	31
10.3.1 Manipulación de materiales	31
10.3.2 Procedimiento de limpieza de las muestras de diatomeas mediante digestión. 32	
10.3.3 Preparación de Láminas	33
10.3.4 Observación de Individuos en el Microscopio Óptico, Identificación Taxonómica.....	34
10.4 CUARTA PARTE.....	34
10.4.1 Comparación de la calidad de agua.....	34

10.4.2	Identificación.....	34
11	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:	35
11.1	ESPECIES DE DIATOMEAS IDENTIFICADAS EN LA INVESTIGACIÓN ..	35
11.1.1	ÍNDICE DE LA ABUNDANCIA DE SHANNON	37
11.2	COMPARACIÓN DE LOS PUNTOS DE ESTUDIO	39
11.2.1	COMPARACIÓN GENERAL.....	40
11.3	CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUA DE USO AGRÍCOLA O DE RIEGO..	41
11.3.1	Parámetros del análisis	42
11.4	DETERMINACIÓN DEL ESTADO TRÓFICO DE CARLSON-AIZAKI.....	48
11.5	CALIDAD DEL AGUA.....	49
12	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS): ..	50
13	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO:	51
14	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
15	BIBLIOGRAFÍA	54
16	ANEXOS	58
16.1	AVAL DE TRADUCCIÓN	59
16.2	Hoja de campo.....	60
16.3	Anexo 1: Beneficiarios del Río Cutuchi.....	61
16.4	Anexo 2: Guía taxonómica de Diatomeas.....	67
16.5	Anexo Flora y fauna del área de estudio.	72
16.6	Anexo 3: Especies de Diatomeas.....	75
	Procedimiento de limpieza de las muestras de diatomeas mediante digestión. ...;	Error!
	Marcador no definido.	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Beneficiarios.....	3
Tabla 2: Objetivos y actividades	6
Tabla 3: Índice de Shannon	23
Tabla 4: TSI y la distribución de porcentajes dentro de los distintos estados tróficos.	25
Tabla 5: Área de estudio.....	27
Tabla 6: Días que se realizara el trabajo de campo, laboratorio y gabinete.	27
Tabla 7: Ubicación Georreferenciada.....	29
Tabla 8: Especies encontradas según los niveles de contaminación.	35
Tabla 9: Resultados de la abundancia del índice de Shannon	37
Tabla 9: Especies similares en el punto tres y el punto uno	39
Tabla 9: Especies similares en el punto tres y el punto dos	39
Tabla 10: Especies encontradas en todos los puntos de estudio.....	40
Tabla 11: Límites permisibles para agua de riego.....	41
Tabla 12: Temperaturas promedio a diferentes altitudes	42
Tabla 13: Rangos de PH	43
Tabla 14: Conductividad del agua	45
Tabla 15: Medidas de sólidos disueltos en varios ambientes.	46
Tabla 16: Presupuesto.....	51
Tabla 17: Beneficiarios.....	61
Tabla 18: Lista de referencia de la flora que se encontró en las afueras del Río Cutuchi, Baño azul.	72
Tabla 19: lista de referencia de la fauna que se encontró en las afueras del Río Cutuchi, baño azul.	73
Tabla 20: Relación taxonómica de diatomeas encontradas en el Río Cutuchi.....	75
Tabla 21: De Especies - Diatomeas.....	84

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Temperaturas Promedio A Diferentes Altitudes	43
Gráfico 2: Rangos de PH.....	44
Gráfico 3: Origen de la turbidez en el agua.....	44
Gráfico 4: Conductividad Del Agua	45
Gráfico 5: Nivel de oxígeno disuelto en el rio	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diatomeas en sus distintas morfologías	20
Figura 2: Clasificación De Diatomeas.....	21
Figura 3: Partes de las diatomeas	22
Figura 4: Lugar de Estudio	28
Figura 5: Mapa de monitoreo de diatomeas	28
Figura 6: Guías de Diatomeas	67
Figura 7: Anomalías morfológicas	67
Figura 8: Guía taxonómica Digital	68
Figura 9: Guía Digital.....	68
Figura 10: Clasificación Digital	69
Figura 11: La información ofrecida en el Proyecto ID-TAX	69
Figura 12: Identificaciones las diatomeas	70
Figura 13: Muestras de las diatomeas	70
Figura 14: Diatomeas de la agua de las Isla Canaria.....	71

ÍNDICE DE FORMULA DE CÁLCULO

Fórmula de cálculo 1: Carlson – Aizaki.....	48
---	----

1 INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Determinación del índice trófico de la calidad del agua a partir de la presencia de diatomeas epilíticas en el Río Cutuchi sector Baño Azul, cantón Latacunga.

Fecha de inicio: Abril 2016

Fecha de finalización: Febrero 2017

Lugar de ejecución: Sector Baño Azul, Cantón Latacunga, Provincia Cotopaxi

Facultad Académica que auspicia: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Ingeniería de Medio Ambiente

Proyecto de investigación vinculado:

Investigación para el manejo sostenible de los recursos hídricos en la provincia de Cotopaxi

Equipo de Trabajo:

Tutor: M.Sc. Patricio Clavijo

Autoras:

Eugenia Fernanda Fonseca Borja

Jesica Maribel Silva Zefla

Área de Conocimiento:

Según la UNESCO: Ciencias

Línea de investigación:

Según la UNESCO línea 11: Ambiente

Línea 1 de investigación Universidad Técnica de Cotopaxi: Análisis, conservación y aprovechamiento de la Biodiversidad local.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Según la Universidad Técnica de Cotopaxi, carrera de medio ambiente: Impactos Ambientales

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La presente investigación titulada: "Determinación del índice trófico de la calidad del agua a partir de la presencia de diatomeas epilíticas en el Río Cutuchi sector Baño Azul, cantón Latacunga", está orientada a la medición de la calidad del agua a través de métodos que permiten la cuantificación e identificación de las diatomeas epilíticas que son las apropiadas para este tipo de monitoreo ambiental.

El objetivo central de la investigación es la determinación del estado en el cuál se encuentra el recurso hídrico del Río Cutuchi y de ser posible establecer caracterizaciones de las diatomeas y plantear el uso adecuado de purificación de micro algas. El proyecto tiene un impacto ambiental gracias a la obtención de resultados que permiten conocer cómo se encuentra el agua que es utilizada para riego, de este modo plantear nuevos proyectos para el rescate de río, de este modo se prioriza el rescate y cuidado ambiental.

El uso de una metodología adecuada para la identificación de las diatomeas epilíticas en el laboratorio fue el factor indispensable para identificar cada una de las distintas especies encontradas en el lugar de análisis.

3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La calidad del agua es de vital importancia teniendo ésta un uso potencial, no puede estar referida solo a términos de características y requerimientos del sistema hídrico sino también a los afluentes que se descargan en diferentes sectores. El agua debe tener criterios de aceptabilidad como es el caso del agua de riego para sus diversos usos. El agua es una parte fundamental del ser humano y del planeta en sí, este elemento tan vital tiene que ser debidamente tratado. Se debe destacar el proyecto argumentado siempre la calidad del agua, la cual beneficiará a la gente que realiza agricultura en el sector, determinando en la observación y clasificación el tipo de diatomeas presentes en una muestra. Se podrá determinar: el agua contaminada, levemente contaminada o agua limpia.

Las diatomeas son especies que desarrollan una gran cantidad de productos fotosintéticos como la fotosíntesis, estas diatomeas producen grandes cantidades de oxígeno al medio acuático desempeñando así un papel muy importante en la dinámica de la atmosfera.

4 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios directos del proyecto son la comunidad, los usuarios del canal del Sistema de Riego Latacunga-Salcedo-Ambato. Son 17.000 agricultores presentes en la provincia de Cotopaxi y Tungurahua, pertenecen a 66 juntas. El sistema riega 8.400 hectáreas de cultivos de hortalizas, tubérculos, pasto, etc.

Los beneficiarios indirectos son todos los comerciantes vinculados con los agricultores. (Ver anexos **tabla No. 1**)

Tabla 1: Beneficiarios

NOMBRE DEL DIRECTORIO	PARROQUIA	CANTON	# USUARIOS
DIRECTORIO BELISARIO QUEVEDO	BELISARIO QUEVEDO	LATACUNGA	1157
DIRECTORIO ACEQUIA MARTINEZ	BELISARIO QUEVEDO	LATACUNGA	26
RIEGO POR ASPERSIÓN PARA LA COMUNIDAD CULAGUANGO ALTO	BELISARIO QUEVEDO	LATACUNGA	0
CONSTRUCCIÓN TANQUE DE RESERVA SISTEMA DE RIEGO LA DOLOROSA	BELISARIO QUEVEDO	LATACUNGA	0
DIRECTORIO ACEQUIA REINOSOS	ELOY ALFARO	LATACUNGA	74
DIRECTORIO SANTA ROSA DE PICHUL	ELOY ALFARO	LATACUNGA	48
DIRECTORIO ACEQUIA ALTA SAN RAFAEL	ELOY ALFARO	LATACUNGA	41
DIRECTORIO SANTA ROSA DE PATUTAN	ELOY ALFARO	LATACUNGA	25
DIRECTORIO SANTA ISABEL DE PATUTAN	ELOY ALFARO	LATACUNGA	39
DIRECTORIO PITIGUA CANASTILIN ZUMBALICA	ELOY ALFARO	LATACUNGA	60

Elaborado por: Las investigadoras

5 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La contaminación del agua ha ido aumentando a medida de la creciente población, industrias y procedimientos que se utilizan en la industria alimenticia. Las aguas del Río Cutuchi son muy importantes porque se emplea en el riego de los diferentes cultivos de la provincia de Cotopaxi y Tungurahua por tanto debe cumplir los parámetros estipulados. De aquí nace la necesidad de buscar alternativas para la valoración de la calidad de agua, que sea rápida y económica.

El tema de investigación surgió de la idea de saber la calidad de agua con la que los moradores y agricultores ya mencionados están contando; el agua como tal es un elemento que sustenta la vida del ser humano y del planeta en sí.

En el caso de que existieran especies de diatomeas que no se hayan encontrado antes podremos estudiarlas, aportando así con un nuevo estudio investigativo poniendo más énfasis en lo que serían nuevas especies encontradas, las cuales serían de gran importancia y en el mejor de los casos un avance gratificante para las personas inmersas en este proyecto y en sí para la comunidad que se beneficia del agua del Río Cutuchi.

El agua es frecuentemente considerada como un simple recurso a consumir, gestionada como un tipo de fluido cautivo y menospreciado, sometida a canalización, comercio y mercantilización. Sin embargo, el agua desde la mirada de la complejidad es un elemento natural bastante más escurridizo, conceptual y funcionalmente hablando: ya sea por el lugar que ocupa su ciclo en la regulación de la habitabilidad del planeta, o por la heterogeneidad de servicios que nos brinda a nuestra civilización su presencia en los diferentes ecosistemas acuáticos (Gutierrez L. G., 2015).

Gran parte de los ecosistemas y específicamente hablando de los ecosistemas acuáticos tienen capacidades que personas ajenas a este estudio desconocen y estas capacidades podrían ser de servicios diferenciados respectivamente: abastecen de agua salada, agua dulce; la cual todos los seres vivos necesitamos para la supervivencia. Estos ecosistemas regulan el buen funcionamiento de los ciclos y dichas interacciones adaptadas a la parte climática, recursos hídricos, calidad del suelo, aire, entre otros. El agua, un recurso fundamental para el vivir del ser humano en diferentes manifestaciones y la mantención de la vida en el planeta.

La falta de entendimiento de parte de las personas, con respecto al líquido vital (el agua), que tiene diferentes usos que se le pueden dar (para riego de cultivos, ganadería, etc.) genera un problema de abastecimiento que podría llegar a ser escaso y provocando así una serie de inconvenientes en la parte de servicios básicos para el desarrollo comunitario de los sectores que hoy se benefician del agua sobrellevando también a la degradación de los ecosistemas a corto y mediano plazo.

Según la Revista Mexicana de Biodiversidad (Diagnóstico prospectiva sobre la diversidad de diatomeas epilíticas en la Laguna Bacalar, Quintana Roo, México, 2013). Se identificaron 68 especies de diatomeas epilíticas. Se presentan imágenes para 57 de los taxa bajo microscopía óptica y de 19 con MEB (microscopía electrónica de barrido), de acuerdo con la manera aproximada en que se observaron agrupadas en las preparaciones. Nueve taxa se identificaron sólo a género y once taxa son primeros registros para aguas continentales de México, incluyendo la especie marina *Amphorasulcata*.

6 OBJETIVOS

6.1 General

- Determinar del índice trófico de la calidad del agua en la presencia de diatomeas epilíticas en el Río Cutuchi sector Baño Azul, cantón Latacunga.

6.2 Específicos

- Registro de muestras de diatomeas epilíticas el lecho del río, a través de metodologías de campo, en el punto de estudio.
- Estudio taxonómico de las especies de diatomeas epilíticas mediante técnicas de laboratorio.
- Relacionar la calidad del agua en función de la caracterización de las diatomeas epilíticas con el resultado del índice trófico.

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

Tabla 2: Objetivos y actividades

Objetivos	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (Técnicas e Instrumentos)
Registro de muestras de diatomeas epilíticas en el lecho del río, a través de la metodología de campo, en el punto de estudio.	Identificación del punto de muestreo. Aplicación técnica de recolección de las muestras.	Geo- referenciación Muestras	<p>TÉCNICA</p> <p>1. Observación de campo. Se realizara una georreferenciación del sitio de estudio por lo que se tendrá una distancia de 100 m, los cuales se identificara cada 10 m un punto de muestreo teniendo como referencia 10 muestras.</p> <p>2. Investigación directa. Se establece la investigación directa por que se tendrá un contacto directo en la recolección de muestras.</p> <p>METODOLOGÍA:</p> <p>1. De muestreo. Esta metodología es de vital importancia en cuanto será la base técnica en la recolección de las muestras, por tener un protocolo detallado para el cumplimiento del objetivo.</p> <p>MATERIALES:</p> <p>1. Fichas de campo 2. Cuaderno de campo</p> <p>EQUIPOS</p> <p>1. GPS</p>

			<p>2. Cámara fotográfica</p> <p>REACTIVOS</p> <p>1. Agua destilada</p>
<p>Estudio taxonómico de las especies de diatomeas epilíticas mediante técnicas de laboratorio.</p>	<p>Preparación de muestras.</p> <p>Observación indirecta.</p> <p>Esquema de laboratorio.</p> <p>Identificación y clasificación de las diatomeas epilíticas.</p>	<p>Placas de láminas permanentes.</p> <p>Especie de diatomeas epilíticas.</p> <p>Listado de diatomeas epilíticas.</p>	<p>TÉCNICA:</p> <p>1. Observación en el laboratorio</p> <p>En el proyecto se emplea la técnica de observación en el laboratorio, ya que nos facilita la identificación y fisiología de las muestras.</p> <p>2. Investigación descriptiva.</p> <p>Mediante la investigación descriptiva, se especificará a la especie encontrada con su morfología detallada, para su facilidad de descripción se empleara el uso de guías de diatomeas generales.</p> <p>MATERIALES:</p> <p>1. Gafas protectoras</p> <p>2. Mascarillas</p> <p>3. Mandil</p> <p>4. Cinta adhesiva</p> <p>EQUIPOS</p> <p>1. Microscopio</p> <p>2. Centrifugadora</p> <p>REACTIVOS</p> <p>1. Ácido sulfúrico (H₂SO₄)</p> <p>2. Ácido clorhídrico (HCl)</p> <p>3. Dicromato de potasio (K₂Cr₂O₂)</p>

<p>Relacionar la calidad del agua en función de la caracterización de las diatomeas epilíticas con el resultado del índice trófico.</p>	<p>Análisis del laboratorio</p>	<p>Tipos de diatomeas o especies.</p> <p>Taxonomía y morfología.</p> <p>Resultado de parámetros analizados</p>	<p>TÉCNICA:</p> <p>1. Investigación bibliográfica índice trófico.</p> <p>2. Comparación de especies.</p> <p>Se realizara un análisis comparativo de las especies encontradas, entre los tres puntos de muestreos del río Cutuchi teniendo: punto inicial del Sector entrada al Parque Nacional Cotopaxi, Punto medio en el Sector de Lasso en la parte frontal de la empresa Novacero, y punto final en el Sector de Latacunga Baño azul.</p> <p>MATERIALES:</p> <p>1. Guía taxonómica</p> <p>EQUIPOS</p> <p>1. Computadora</p>
---	---------------------------------	--	--

Elaborado por: Las investigadoras

8 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1 AGUA

Es una sustancia de la cual dependemos todos los seres vivos para mantenernos con vida en el planeta, esta se encuentra en diferentes estados como él: líquido, sólido y gaseoso.

El agua ocupa el 71% de la superficie de la tierra, esta se concentra principalmente en los océanos donde encontramos el 96.5% del agua total, ocupando el 1.74% los glaciares y los casquetes polares, los depósitos subterráneos tienen un 1.72% y el restante con una cifra del 0.04% la ocupan los lagos, en la humedad del suelo, atmosfera, ríos y seres vivos (Departamento de Montes, 2008)

Hoy por hoy se está viviendo una elevada escasez de agua, lo cual permite llamar a la reflexión de un moderado consumo de este líquido vital a nivel mundial.

Hay que recalcar que solo el 1% de agua de todo el planeta es agua dulce encontrándola en los ríos, lagos; utilizada para el consumo del ser humano.

Es una aproximación decir que el 70% de agua dulce se destina para la agricultura, el 20% absorbe la industria y el 10% restante lo absorbe el consumo doméstico.

Al agua se la reconoce tres funciones fundamentales:

- La social
- La ambiental
- La económica.

La principal función social del agua es la vital para los humanos, nuestra alimentación e higiene. Esta función no genera plusvalías económicas para quien la utiliza. Por el contrario, este uso del agua es un derecho que deberíamos tener todos los ciudadanos y debería ser garantizado por los poderes públicos al mismo nivel que la salud y la educación.

Las funciones ambientales, cubren aspectos tan distintos como la evacuación de residuos, la conservación de la calidad del agua, el mantenimiento de los ecosistemas y el paisaje asociados al agua. Esta función tampoco genera plusvalías directamente pero es fundamental para mantener de forma sustentable el ciclo del

agua en calidad y cantidad para los diversos usos. Esta función también debería ser garantizada por los poderes públicos.

La tercera función, la económica, a diferencia de las dos anteriores produce plusvalías a sus usuarios y por tanto resulta lógico que el agua con estas funciones se gestione con criterios de rentabilidad económica, aplicando las leyes del mercado y los modernos instrumentos de la economía (López&Vera, F. 2001).

8.2 CALIDAD DEL AGUA

(Weber, 2010) menciona que: " la calidad de cualquier masa de agua, superficial o subterránea depende tanto de factores naturales como de la acción humana.

Es un factor que incide directamente en la salud de los ecosistemas y el bienestar humano: de ella depende la biodiversidad, la calidad de los alimentos, las actividades económicas, etc. Por tanto, la calidad del agua es también un factor influyente en la determinación de la pobreza o riqueza de un país.

8.3 CONTAMINACIÓN HÍDRICA

La contaminación se ha convertido en un problema visible y cotidiano. Las actividades industriales de distinto orden y las aguas servidas que se arrojan desde las ciudades sin ningún tratamiento, son las mayores fuentes de contaminación de los recursos hídricos. A esto se añade la convivencia con animales de pastoreo junto a las fuentes y a prácticas inadecuadas de uso, que provocan también contaminación a pequeña escala. Las actividades productivas de más fuerte impacto contaminante son la minera - petrolera, la industrial y la agroindustrial, por el excesivo uso de agro tóxicos (Gomez, 2010, p.25).

8.4 CONTAMINACIÓN POR USO DE AGRO TÓXICOS

El Ecuador ingresa a la llamada Revolución Verde a mediados del siglo pasado. En nuestro país, el modelo agrario que privilegia el monocultivo y el uso masivo de plaguicidas inició en la producción bananera, como principal producto de exportación. A lo largo de cincuenta años a partir de la lucha contra la sigatoka, el Ecuador, país de alta vocación agrícola, se iría convirtiendo en productor de exportación y de consumo interno altamente dependiente del uso de agro tóxicos.

Súmese a todo esto que, en la región alto andina, el cultivo de papa aunque no alcanza nivel agroindustrial de exportación, consume también alta cantidad de agro tóxicos en el proceso productivo (CEAS, 2005).

Otros cultivos de consumo nacional, que demandan alto uso de pesticidas son algunos granos como arroz y frijol, las hortalizas, y los frutales, dentro de los que sobresalen tomates (de árbol y de mesa) y la naranjilla, entre otros.

8.5 RÍO CUTUCHI

El crecimiento poblacional y muchos de los avances industriales han desarrollado varias fuentes de agua que puedan abastecer la subsistencia humana y muchos de los casos en la agricultura buscan obtener fuentes hídricas para sus cultivos y animales. Esto ocasiona el descuido de la misma población por el recurso hídrico, provocando así la contaminación del agua.

8.6 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El Río Cutuchi está ubicado en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, sus aguas provienen de los páramos del Cotopaxi, su recorrido es de norte a sur, atraviesa industrias y centros poblados los cuales vierten sus aguas servidas al río sin ningún tratamiento previo, este continua su recorrido por los cantones de Salcedo, Píllaro y Ambato. Las personas campesinas de su alrededor utilizan el agua del Río Cutuchi para regadío de los campos de cosecha los cuales son estos abastecidos llegando así hasta la capital. Esta agua también es utilizada para la ganadería, algunas haciendas pelean, disputan ojos de agua que se encuentran cerca del río y que se mantienen sin contaminación.

8.7 RÍO CUTUCHI Y SU CONTAMINACIÓN

A simple vista el Río Cutuchi presenta una contaminación en sus aguas, esta a su vez no solamente se queda en el río sino también en los productos que se encuentran en la mesa del sector centro del país.

El crecimiento y desarrollo poblacional ha provocado en su gran mayoría el asentamiento de industrias ya sea en sus diferentes aspectos como ganadería, silvicultura entre otras; las cuales van deteriorando la calidad del agua del Río Cutuchi por esta razón es de preocupación nacional 30.000 m³ de aguas servidas van al Cutuchi. Un río muerto y contaminado se desliza entre dos provincias

Tungurahua y Cotopaxi y sus efectos están a la vista, pero se hace poco para evitar esta catástrofe.

Un ejemplo de la grave contaminación es el sistema de riego Latacunga-Salcedo-Ambato. Sus infectadas aguas son utilizadas por 17.000 agricultores para regar 26.000 hectáreas de cultivo aseguró María Isabel Fonseca, Directora ejecutiva del Codereco (Fonseca, 2004)

La contaminación humana se manifiesta por una alta cantidad de grasas y aceites, especialmente en el tramo que atraviesa la zona urbana de Latacunga. No hay un manejo adecuado de los desechos sólidos y se estima que diariamente 1,8 toneladas de escombros y basura se arrojan al río. La calidad del Río Cutuchi se deteriora a pasos agigantados a partir de Latacunga, hasta la confluencia del Río Yanayacu.

La situación contaminante que sufre el Río Cutuchi, podemos afirmar, se produce un daño ambiental visible y virulento, con responsabilidad directa de las autoridades municipales, de la prefectura, gobernación, del área de salud y otras que tienen obligaciones ambientales que hasta el momento no ha relacionado ninguna acción.

Existe una negligencia por parte de las autoridades por no hacer respetar las normas, reglamentos, ordenanzas y leyes ambientales que resguarde el recurso natural del agua que transita por el Río Cutuchi.

8.8 CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO CUTUCHI

Geomorfología: Tienen presencia de acciones tectónicas pasan por el anillo de fuego con la presencia de formaciones volcánicas, donde se encuentran elementos naturales, sales, alta alcalinidad, dureza del agua, presencia de boro.

8.9 METEOROLOGÍA:

Clima.- Es el conjunto de estado de la atmosfera a lo largo de un intervalo de tiempo grande; para la caracterización del clima se consideran algunos elementos, como temperatura, precipitación, humedad, presión atmosférica y vientos, de los cuales se obtiene un promedio de los eventos en los diferentes años. Además estos elementos dependen de varios factores propios del lugar, como latitud, altitud, pendientes y cobertura vegetal, por lo que permiten distinguir las condiciones de humedad prevalecientes de un lugar.

CLIMA: zona tropical ecuatoriana.

Zona Occidental: periodo invernal de serranía: octubre a mayo

Zona Oriental: periodo invernal de amazonia: junio a septiembre

Temperatura: -3 a 12° C sobre los 3.000msnm

Temperatura medio mensual: Min. 7.4° C; Max. 14.8° C

Precipitación media anual: Subcuenca Cutuchi: 805mm

Caudal medio: 5,2 m³/s

Evaporación: Max. Julio a Agosto

- Zona alta >3.580msnm
- Zona central < 2.000msnm

Las consecuencias

El área afectada de la superficie de la cuenca del Cutuchi, hasta la confluencia con el Río Ambato, abarca 2.676,5 Km². Genera cerca de 1.000 millones de m³ por año.

¿Para qué se utiliza el agua? El riego es el principal uso de este recurso hídrico para más de 24.000 hectáreas cultivadas, para las cuales utilizan 400m³.

Los sistemas de riego Latacunga – Salcedo – Ambato capta la totalidad del cauce del Río Cutuchi. (Gutierrez C. L., 2010)

8.10 LUGAR DE ESTUDIO “BAÑO AZUL”

Está ubicado en el barrio “El Loreto”, tras el hospital del IESS al sur de Latacunga.

Este lugar se eligió por ser identificado como un sitio de estrategias para la ciudad tanto por su ubicación como por el potencial recreacional que puede darse luego de su intervención para la salud del agua, del sector, de los regantes y población en general; desde luego también para el ambiente que es lo que se requiere mantener.

8.11 EL BAÑO AZUL

De este atractivo sólo quedó el nombre, comentaron los moradores, al referirse al sitio, contaron que antes efectivamente el agua del lugar por su pureza y menos contaminación a su entorno se veía azul, pero en la actualidad luce verde por la

presencia de algas y las impurezas de las hierbas que crecen a su alrededor, sin que nadie de mantenimiento a este atractivo que todavía es visitado por la gente de sus alrededores. Durante nuestra visita al lugar, encontramos a Ángel Álvarez que llegó con un par de cobijas para lavarlas, este ciudadano aseguró que el agua que se acumula en la piscina es de dos ojos de agua que produce los deshilos del casquete polar del Volcán Cotopaxi.

No obstante dos ciudadanos que también se dirigían al sitio, comentaron que antes el acceso no era restringido como en la actualidad, que la gente tiene que pasar por una puerta que pertenece a una propiedad privada. Y aunque una de estas permanece semi-cerrada para que los ciudadanos pasen, la mayoría se confunde y prefieren regresar a sus hogares sin cumplir su objetivo.

Sobre el tema (baño azul), se conoció que es de propiedad del Municipio de Latacunga y que a través del departamento correspondiente, armarán una propuesta para su rehabilitación. (Noticias Cotopaxi, 2010)

8.12 DIATOMEAS

Las diatomeas son algas unicelulares --clase bacilariofíceas-- que se encuentran ampliamente distribuidas en los hábitats acuáticos marinos y de agua dulce. Se distinguen por la presencia del frústulo -una capa externa de silicio que recubre la célula con formas y ornamentaciones muy vistosas que son de interés científico para la identificación taxonómica. Tradicionalmente, para evaluar la calidad del agua de los ríos se utilizan como bio-indicadores los macro invertebrados y los peces, los bosques de ribera y los análisis fisicoquímicos. En el ámbito europeo, las diatomeas son utilizadas habitualmente como bio-indicadores de la calidad del agua de los ríos. (Barrero, 2007)

8.12.1 Ventajas de las diatomeas como bio-indicadores

A fin de facilitar un análisis comparativo y estimar el método idóneo a aplicar en cada caso, se puede establecer una serie de ventajas generales del uso de diatomeas como indicadores ecológicos en ecosistemas fluviales.

- **Ubicuidad:** las diatomeas pueden estar presentes en prácticamente todos los sistemas acuáticos, desarrollándose en una gran variedad de formas vitales (planctónicas, coloniales, etc), por lo que pueden ser empleadas como bio-

indicadores virtualmente en todo ecosistema en el que el agua forme parte del biotopo.

- **Cosmopolitanismo:** la distribución de la División Bacillariophyta (las diatomeas) es prácticamente mundial, hallándose desde los polos hasta las regiones desérticas, tanto en aguas dulces como en mares, aguas salobres, termales e hipersalinas, bajo un amplio rango de condiciones ambientales.

- **Bajo grado de endemismo:** Existe una gran mayoría de especies que aparecen con abundancia en todo el planeta, de forma que muchos índices diatomológicos tienen aplicabilidad universal, lo que permite estudios comparativos entre regiones diferentes, que en otros casos son inviábiles.

- **Sensibilidad:** las diatomeas, al formar parte de los productores primarios en los sistemas acuáticos, son altamente sensibles a los cambios en la naturaleza química del medio, en particular a la concentración de nutrientes (P, N, Si) y a la presencia de contaminantes. Al estar constantemente en contacto con el agua, reaccionan de forma altamente específica a las alteraciones ambientales de los ecosistemas en los que se desarrollan.

- **Diversidad:** sólo en las aguas dulces europeas existen decenas de miles de especies, subespecies, variedades y formas descritas, cada una de ellas con sus propios rangos de tolerancia frente a una gran variedad de factores ambientales. Los índices diatomológicos se basan, por lo tanto, en grandes inventarios que tienen simultáneamente en cuenta un gran número de taxones, por lo que su capacidad de diagnóstico de la calidad del agua es comparativamente superior a otros índices bióticos.

- **Precisión estadística:** los índices diatomológicos más usuales se basan en la identificación de un mínimo de 400 individuos por muestra. Esto hace que el error cometido en la estimación de la composición de la comunidad sea inferior al 10% en todos los casos, lo que supone una mayor fiabilidad y precisión de estos métodos desde el punto de vista estadístico.

- **Ciclos vitales:** Las diatomeas presentan ciclos vitales cortos y homogéneos y, al ser microorganismos unicelulares, se reproducen con rapidez en respuesta inmediata a eventuales cambios en condiciones del medio. La composición de la

comunidad de diatomeas en cada punto integra, por tanto, la calidad biológica del agua durante determinados periodos de tiempo, y no sólo la condición puntual que reflejaría un análisis físico-químico (Antonio Gato Casado, 2010).

8.12.2 Morfología de las diatomeas

Las diatomeas son algas microscópicas, unicelulares y eucariotas, compuestas en un 60% de sílice (SiO_2), ya que la célula se encuentra protegida por un caparazón silicio llamado frústulo que le confiere gran dureza y resistencia. El frústulo se compone de dos mitades que encajan entre sí, llamadas tecas, la superior (epiteca) es siempre mayor y envuelve parcialmente a la inferior (hipoteca). Cada teca está formada por una valva (respectivamente epi- e hipovalva) y un cíngulo (epi- e hipocíngulo). En la valva se desarrollan toda una serie de ornamentaciones que permiten la identificación taxonómica (Margalef, 1974,p.12).

Longitudinalmente, en muchas especies la valva está atravesada por un delgado surco llamado rafe, que atraviesa la teca hasta el protoplasto. La locomoción de las células es posible gracias a la hendidura del rafe, bajo ella se halla un orgánulo en forma de cinta, formado por fibrillas, que puede contraerse rítmicamente. Este orgánulo provoca la secreción en los poros terminales de una sustancia adhesiva que se desplaza a través de la hendidura. Perpendiculares al rafe, se encuentran varias series de líneas de perforaciones llamadas areolas, la sucesión de éstas en cada línea forma una estría. Uniendo las dos tecas se encuentra la cintura que está formada por una cantidad variable de cópulas o anillos que envuelven la célula y que poseen el mismo contorno que ésta. (Álvarez, 2008).

El protoplasto ocupa todo el espacio delimitado por la pared celular silícea. El núcleo se encuentra en la parte central de la célula y los cloroplastos suelen ser marginales, encontrándose uno o dos en las diatomeas con rafe y numerosos y en forma de disco en las que no lo tienen y en la mayoría de las diatomeas céntricas. Dentro de los cloroplastos se encuentran cuatro tipos de pigmentos distintos: clorofila, carotenos, carotenoides y xantofila (Lee 1989, Van den Hoek et al. 1995). A los lados de un puente plasmático central se observan dos vacuolas de gran tamaño o varias vacuolas de tamaño menor. Los productos de asimilación son aceites, acumulados formando gotas que confieren flotabilidad a las diatomeas planctónicas. (Streble, 1987).

La observación al microscopio óptico de las diatomeas requiere conocer las dos posiciones en las que éstas pueden aparecer. En la vista pleural, observamos el eje per-valvar de la célula, distinguiendo las partes básicas que lo componen: las dos tecas y el cingulo que las une. En la vista valvar, se observa una de las valvas celulares con los elementos ornamentales que la componen y que nos permiten su identificación taxonómica.

Existen dos ejes de simetría al observar esta vista valvar: un eje apical, dispuesto longitudinalmente y que nos permite diferenciar entre diatomeas simétricas (si se cumple la simetría a ambos lados del eje) y asimétricas (si no es así), y un eje trans-apical, transversal, que muestra la similitud entre los polos de la célula, y que permite distinguir entre diatomeas isopolares (cuando ambos polos son iguales) y heteropolares (cuando son distintos). (Round, 1990).

8.12.3 Reproducción de las diatomeas

Se reproducen asexualmente por división celular, produciendo frecuentemente esporas de resistencia que pueden sobrevivir por mucho tiempo enterradas en los sedimentos. Cuando se reproducen sexualmente, lo hacen por oogamia. Su forma de vida es principalmente holoplanctónica (pasan todo su ciclo de vida en la columna de agua) o meroplanctónica (pasan parte de su ciclo de vida como quistes, enterrados en el sedimento); por lo mismo son muy abundantes en el medio marino, siendo comparativamente menos abundantes en los ambientes continentales. Muchas especies han desarrollado estrategias que favorecen la flotabilidad, aumentando su área por medio de extensiones del propio frústulo (ej. chaeta), por la producción de fibras de quitina, y/o formando colonias.

Las diatomeas se reproducen principalmente por bipartición: en el interior del frústulo, el protoplasto se divide longitudinalmente, en un plano paralelo a las caras valvares, tras lo cual las dos mitades de la célula se separan, y las nuevas células hijas recién formadas sintetizan la otra mitad, una nueva teca que siempre será una hipoteca (por tanto la hipoteca antigua desarrolla una nueva hipoteca y se convierte en la epiteca de la nueva célula). Este proceso conlleva una disminución en tamaño progresiva de las nuevas diatomeas, hasta un punto en el que la nueva célula ya no es viable. En este momento se suele producir un proceso de reproducción sexual con formación de auxósporas: dos células madre se juntan y forman, tras una

división reductora, dos gametos. Las células se abren dejando libres los gametos, que se fusionan formando cigotos. Éstos crecen y aumentan de tamaño, formando finalmente unas tecas nuevas con el tamaño máximo de la especie llamadas células iniciales. En el caso de diatomeas céntricas, es frecuente la oogamia (microgameto inmóvil y macrogameto flagelado), pero en el caso de las pennadas, la reproducción sexual es por anisogamia (ambos gametos son móviles). Algunas especies han desarrollado otros procedimientos para evitar o posponer la reducción del tamaño de las células: la menor de las dos células hijas no sufre la división, sólo se divide la célula hija de mayor tamaño; o bien, las diferencias de tamaño entre la hipoteca y la epiteca quedan paliadas por la elasticidad de las bandas pleurales. (Streble y Krauter 1987, Lee 1989, Van den Hoek et al. 1995).

8.12.4 Ecología de las diatomeas

Las diatomeas son organismos fotosintéticos, es decir, productores primarios, con lo que sus poblaciones responden rápidamente al aumento o a la disminución de los nutrientes del medio en el que se desarrollan. Adicionalmente, constituyen un componente esencial en los ciclos de carbono y de silicio de los ecosistemas. Su distribución está influenciada por determinados factores espaciales (estratificación vertical y horizontal del agua) y temporales (estaciones climatológicas). La temperatura es uno de los factores más importantes, ya que su ciclo anual puede producir la ruptura de la estratificación vertical de la masa de agua. Este hecho conlleva la formación de corrientes de agua que trasladan los nutrientes, otro de los factores de gran importancia para la comunidad de diatomeas. Por otro lado, la luz, que determina los límites inferiores en los que se produce la fotosíntesis, y el oxígeno, son otros factores influyentes. Las diatomeas pueden vivir de forma solitaria o unirse formando colonias que, en algunos casos, pueden adquirir tamaños macroscópicos (e.g. *Diatoma*, *Melosira*, *Didymosphenia*). Tienen dos modos de vida principales: muchas especies son planctónicas, es decir, viven flotando en la columna de agua, mientras que otras son periféricas, con un ciclo de vida asociado a algún tipo de sustrato. Dentro de éstas últimas, en función del sustrato al que se ven ancladas, destacan tres grandes grupos: epilíticas, epifíticas y epipélicas, dependiendo si su sustrato es pétreo, vegetal o algún tipo de sedimento, respectivamente. (Cutti, 2005)

Una característica, de gran relevancia a la hora de utilizar las diatomeas como bio-indicadores de la calidad del agua, es su sensibilidad frente a determinados factores ambientales (parámetros físicos, concentración de determinadas sustancias, etc.). Cuando su sensibilidad es alta, la presencia del factor conlleva la desaparición de los individuos sensibles a éste. Las especies pueden tener una sensibilidad media frente al factor o incluso ser indiferentes al mismo, con lo que su papel como bio-indicadores se ve mermado. Por ejemplo, la distribución de las distintas especies de diatomeas tiene una clara relación con la contaminación orgánica, ya que no todas poseen la misma tolerancia a dicha contaminación.

Existen especies intolerantes, las cuales no se encuentran en zonas con contaminación orgánica, especies facultativas, que no son capaces de tolerar un estrés severo, y especies tolerantes, aquellas que aumentan proporcionalmente su densidad poblacional en la comunidad de diatomeas cuando los niveles de contaminación orgánica son elevados.

Análogamente, y dependiendo de su espectro de distribución, modelado por un elevado número de factores, podemos distinguir entre especies estenócoras, que tienen una serie de requerimientos que les limitan a la hora de ocupar un hábitat y, por lo tanto, aparecen en lugares con características concretas (son buenos indicadores); y especies eurícoras, cuyos requerimientos son menos estrictos, por lo que pueden ocupar diversos hábitats. (Álvarez, 2008)

8.12.5 Clasificación de las diatomeas

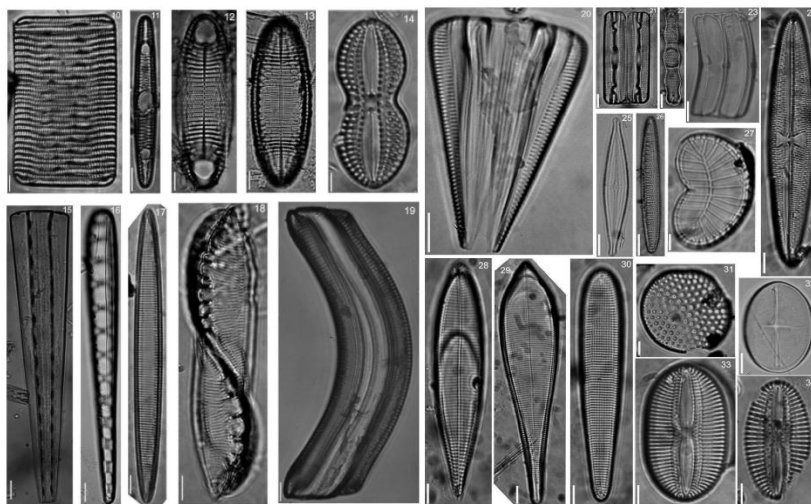
Las diatomeas se pueden encontrar tanto continentales y marinas, además por su permanencia en el cuerpo de agua, pueden ser bentónicas y/o planctónicas. Las formas béntico-neríticas, viven sobre un sustrato y la mayoría de ellas poseen rafe y como tal presentan movimiento. Su ocurrencia depende de la penetración de la luz, así como cantidades disponibles de nutrientes, O₂, H₂S, CH₄, CO₂ y temperatura adecuada. Las formas bénticas o perifíticas, por lo común viven adheridas al medio en que se desarrollan: rocas o piedras (epilíticas), plantas (epifitas) sobre animales (epizoicas) o dentro de animales (endozoicas). Las epifitas secretan sustancias mucilaginosas que fluye a través de poros del frústulo o bien se adhieren al sustrato por medio de sus valvas (Fernández, 1999,p.6).

8.13 GUÍAS TAXONÓMICAS

Según: López (2015) en la Revista Mexicana de Biodiversidad menciona:

El primer registro de diatomeas bentónicas (epilíticas, epifitas y epizoicas) de isla Guadalupe en el noroeste de México. Se identificaron 119 taxa (incluyendo especies y variedades) de diatomeas pertenecientes a las clases Bacillariophyceae y Fragilariophyceae. Las primeras fueron más diversas con 87 taxa. Del total, 13 taxa son nuevos registros para México y se proveen imágenes fotográficas de ellos. Dado que se trata apenas del primer estudio para la flora de diatomeas bentónicas de isla Guadalupe, no se propone una afinidad bio-geográfica. Sin embargo, uno de los géneros con mayor número de especies. Pág. (281–292)

Figura 1: Diatomeas en sus distintas morfologías



Fuente: López-Fuerte et al. / Revista Mexicana de Biodiversidad (2015)

Según: David A, Siqueiros&Beltrones, (2013) En la Revista Mexicana de Biodiversidad menciona:

Resumen. Recientemente, la laguna Bacalar, Quintana Roo ha sido objeto de creciente interés por su elevado potencial ecoturístico y científico, debido a la presencia de microbialitos (trombolitos y estromatolitos). Sin embargo, las actividades turísticas y agrícolas circundantes representan potenciales riesgos de contaminación que ameritan atención. El monitoreo ecológico oportuno representa una alternativa para el adecuado manejo de estos ecosistemas.(pág. 865-875)

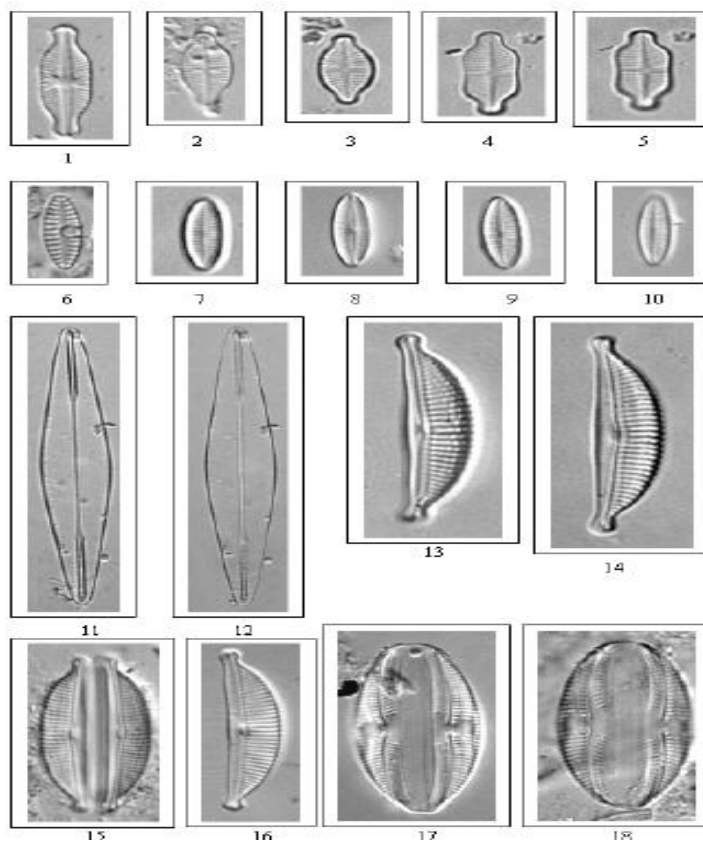
En la Universidad de Panamá en la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología En el Departamento de Botánica y Centro de Ciencias del Mar y

Limnología se menciona: Estructura diatomológica en los sitios ubicados en los tramos bajos de los ríos.

El clima y la geología influyen sobre la composición y estructura de las comunidades acuáticas al condicionar la calidad físico-química de las aguas; a la vez, los procesos naturales y ecológicos establecen las características bio-geográficas de cada ecosistema (condicionando la evolución y dispersión de las especies). Las actividades humanas, por otra parte, impactan los ecosistemas desde que requieren para su desarrollo del uso del recurso natural –extracción y/o deposición-, y se asientan en los territorios, llamados cuencas, en los que discurren los ríos. Los residuos de dichas actividades fluyen hacia los cuerpos de agua, impactando, en una u otra manera, su calidad e integridad.

Las cuencas de los ríos estudiados, en términos geológicos, presentan diferencias que pueden justificar parcialmente una composición diatomológica ligeramente desigual una de las otras. En estos territorios también se presentan contrastes en la influencia de las poblaciones humanas asentadas.

Figura 2: Clasificación De Diatomeas



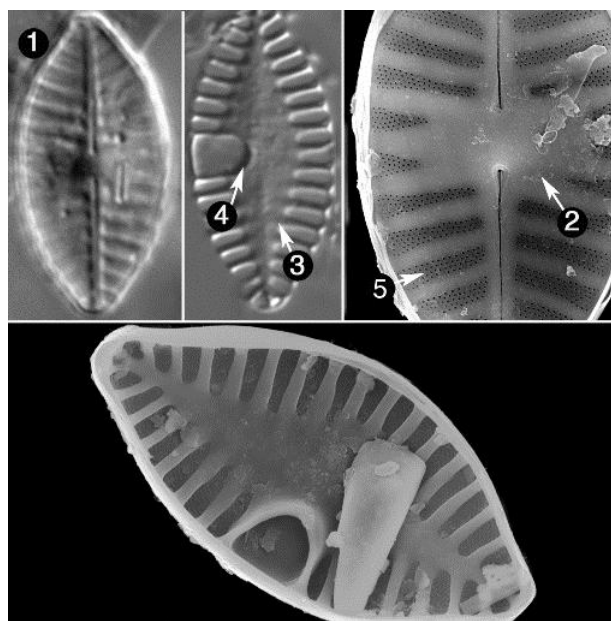
Fuente: Universidad de Panamá 2012

Según: (westerndiatoms.colorado, 2014)

Guía de identificación de diatomeas y recursos ecológicos, Para administradores de recursos hídricos, ecólogos, taxonomistas, analistas, sistemáticos, estudiantes y el público.

La composición y abundancia de especies de diatomeas son indicadores bien conocidos de la condición biótica de los arroyos y lagos de agua dulce y se usan para monitorear las tensiones ambientales incluyendo los impactos humanos en las cuencas hidrográficas. Las diatomeas suelen crecer en superficies sumergidas, un hábito de crecimiento conocido como perífito. La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA, por sus siglas en inglés) reconoce el valor del monitoreo del perífito y ahora aconseja a las agencias estatales y federales incluirlo junto con invertebrados acuáticos y peces en evaluaciones biológicas usadas para cumplir con la Ley de Agua Limpia. Hasta hace poco no se disponía de información precisa sobre las diatomeas de América del Norte. La falta de investigación taxonómica y ecológica reciente sobre diatomeas norteamericanas ha alentado a estos analistas de diatomeas a utilizar rutinariamente los recursos taxonómicos europeos para identificar diatomeas norteamericanas, que pueden o no existir en Norteamérica. Esto ha llevado a una situación en la que a veces se identifican mal las especies y donde a veces los análisis de los programas federales y estatales carecen de consistencia.

Figura 3: Partes de las diatomeas



Fuente:(westerndiatoms.colorado, 2014)

8.14 ÍNDICE DE SHANNON

El índice de Shannon se utiliza para medir la biodiversidad específica, utilizado en ecología así también como otras ciencias similares.

La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies presentes; basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total.

Tabla 3: Índice de Shannon

Índice de Diversidad de Shannon H'	CALIDAD DEL AGUA
3-4 bits cel ⁻¹	Contaminación imperceptible
2-3 bits cel ⁻¹	Contaminación imperceptible
1-2 bits cel ⁻¹	Contaminación moderada
0-1 bits cel ⁻¹	Contaminación severa

Fuente: OCDE (1982); Betty Karina GUZMAN

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

8.15 ESTADO TRÓFICO.

Describe la cantidad de nutrientes que llegan a un ecosistema acuático depende de las características batimétricas, biológicas (biomasa, bio-indicadores, etc.) y químicas (oxígeno, nutrientes) del agua (Roldan, 1992,p. 9).

8.15.1 Índice trófico de calidad del agua (itqa) o tsi (Trophicstateindex)

Carlson (1977) menciona:

Es uno de los más utilizados entre 0 y 100 es decir, de oligotrófico a hipereutrofico. Se obtiene a través de la transparencia determinada con el disco de Sec-chi (DS), por ejemplo, un valor de TSI = 0 corresponda a una profundidad del DS 64 m y cada incremento de 10 m en TSI representa una reducción del 50 %. El mismo índice puede determinarse a partir de otros parámetros, como la concentración de clorofila (Clorfa) y fosforo total (Pt), cuya relación con la transparencia se ha deducido previamente. Las fórmulas que figuran a continuación. Corresponden a la propuesta de Carlson (1977) y a la modificación realizada por Ai-zakieta (1981) a

la misma. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). El estudio más completo sobre la eutrofización hasta ahora realizado lo ejecuto "Programa Cooperación sobre la Eutrofización", de la OCDE realizado en la década de 1970 con la participación de connotados científicos de 18 países y coordinados por Vollenweider (Moreno Franco, Quintero Manzano, & Lòpez Cuevas, 2010).

El "estado trófico" de un cuerpo de agua da cuenta de su grado de "eutrofización", el cual es un estado de enriquecimiento de las aguas superficiales con nutrientes (nitrógeno y fósforo principalmente), que estimulan el desarrollo de las plantas, las algas y las cianobacterias. La eutrofización está acelerada debido a las fuentes antropogénicas de nutrientes. (Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, 2012)

Para la realización de la investigación, de muestras de diatomáceas se debe realizar un análisis para la determinación de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua teniendo en cuenta los siguientes: la temperatura del agua, pH, turbidez, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, oxígeno disuelto, nitratos, nitritos, nitrógeno total, Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), Demanda química de oxígeno (DQO), fosfatos y fósforo total.

A partir de estos datos, se elaboró el Índice Trófico de Calidad del agua (ITQA), teniendo como base el análisis de la comunidad de diatomáceas en relación a los factores ambientales, que fue realizada a través de análisis multivariadas de los datos teniendo como principal, las especies abundantes.

El índice de estado trófico basado en fósforo total (PT) fue desarrollado por Carlson (1977), este índice varía entre 0-100 es decir de oligotrófico a hipereutrófico. Esta se puede determinar a partir del parámetro fósforo total (Pt)

8.15.2 Fórmula de Cálculo del índice trófico.

$$TSI (Pt) = 10 * \left(2,46 + \frac{6,68 - 1,15 \ln(Pt)}{\ln 2,5} \right)$$

Donde:

TSI= Índice Trófico de la calidad del Agua

Pt= Fosforo total

Ln= Logaritmo natural

De acuerdo a los valores que alcanzan el TSI y la distribución de porcentajes dentro de los distintos estados tróficos.

Tabla 4: TSI y la distribución de porcentajes dentro de los distintos estados tróficos

CATEGORÍA TRÓFICA	VALORES LÍMITE	VALORES DEL ESTADO TRÓFICO FOSFORO (mg/m ³)	NIVEL DE CONTAMINACIÓN
Ultra-oligotrófico	< 4.0	0.75	Nada de contaminación
		1.5	
Oligotrófico	< 10.0	3	Contaminación insignificante
		6	
Mesotrófico	10-35	12	Contaminación leve
		24	
		48	
Eutrófico	35-100	96	Contaminación moderada
		192	
		384	
Hipertrófico	>100	768	Excesiva contaminación

Fuente: OCDE (1982); Modificado de CARLSON (1977-1980)

8.15.3 Clasificación trófica

Limnológicamente, los cuerpos de agua se pueden clasificar de forma simplificada en tres grandes tipos:

- Oligotróficos. Sistemas acuáticos de bajo contenido de nutrientes y producción vegetal mínima.
- Mesotróficos. Sistemas acuáticos con características intermedias entre oligotrófico y eutrófico.

- Eutróficos. Es un estado de enriquecimiento de las aguas superficiales con nutrientes (nitrógeno y fósforo principalmente), que estimulan el desarrollo de las plantas, las algas y las cianobacterias.

Los tres tipos representan un espectro de condiciones lacustres y no existe una demarcación fija entre ellos. Los términos hipereutrífico, eutrífico, mesotrófico, oligotrófico y ultraoligotrófico, representan condiciones extremas e intermedias de los 3 antes mencionados. Aun cuando la eutrofización puede ser un fenómeno natural al que tienden los cuerpos de aguas durante su evolución, hoy en día el ritmo se ve acelerado por intervención humana (descarga de nutrientes, aumento de erosión) y se habla de eutrofización cultural (Murgueytio, 2011).

9 HIPOTESIS:

9.1 Hipótesis Alternativa

¿Cómo la determinación de la presencia de diatomeas establecerá la calidad del agua en el Rio Cutucho sector Baño Azul?

9.2 Hipótesis Nula

¿Cómo la identificación de la presencia de diatomeas NO establecerá la calidad del agua en el Rio Cutucho sector Baño Azul?

10 METODOLOGÍAS:

Para el cumplimiento de los objetivos planteados se utilizara la siguiente metodología: Esta se distribuye en cuatro secciones o partes.

10.1 PRIMERA PARTE

10.1.1 Área de estudio

Para el desarrollo de esta investigación se determina el área de estudio; Río Cutuchi sector Baño Azul.

Tabla 5: Área de estudio

PROVINCIA:	Cotopaxi
CANTON:	Latacunga
SECTOR:	Baño azul, Río Cutuchi

Elaborado por: Las investigadoras

En el trabajo de campo y laboratorio se hará constar de tres aspectos ya después de que se identifique el lugar de recolección de muestras.

Tabla 6: Días que se realizara el trabajo de campo, laboratorio y gabinete.

TRABAJO	CAMPO	LABORATORIO	GABINETE
DIAS			
10 Días	X		
40 Días		X	
50 Días			X

Elaborado por: Las investigadoras

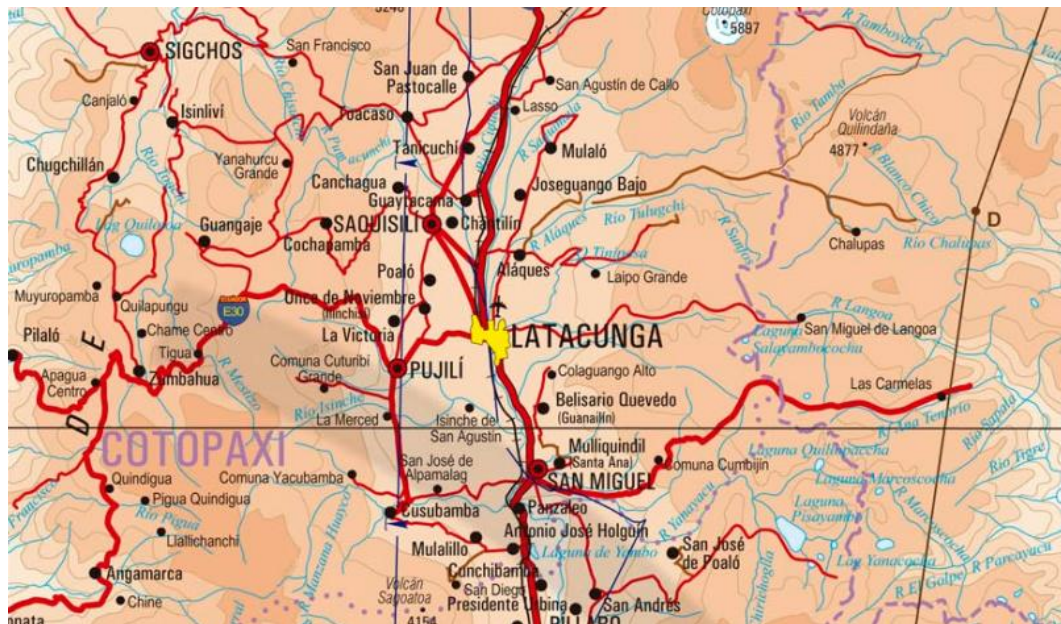
10.1.2 Tiempo de muestreo

Debe realizarse el muestreo de diatomeas epilíticas en los períodos de flujo constante del río, evitando la recolección poco después de las fuertes lluvias o al aumento de la turbidez del agua, debido a que puede provocar disturbios en la ecología de las especies del río. Lo recomendable es realizar el muestreo en cuanto a la visibilidad del sustrato sumergido entre una o dos semanas después de la ocurrencia de las lluvias intensas. Las muestras pueden llevarse a cabo una vez al año con el fin de verificar la existencia de las especies en la composición de la comunidad de diatomeas. Preferentemente seleccionar puntos de muestreo en los

tramos medios y bajos de un sistema efluente cualquiera con el fin de caracterizar los gradientes ambientales, el mismo debe ser fotografiado y referenciado por equipos de GPS (Sistema de posicionamiento geográfico). Sin embargo se debe llenar la hoja de campo con las características de cada punto de muestreo.

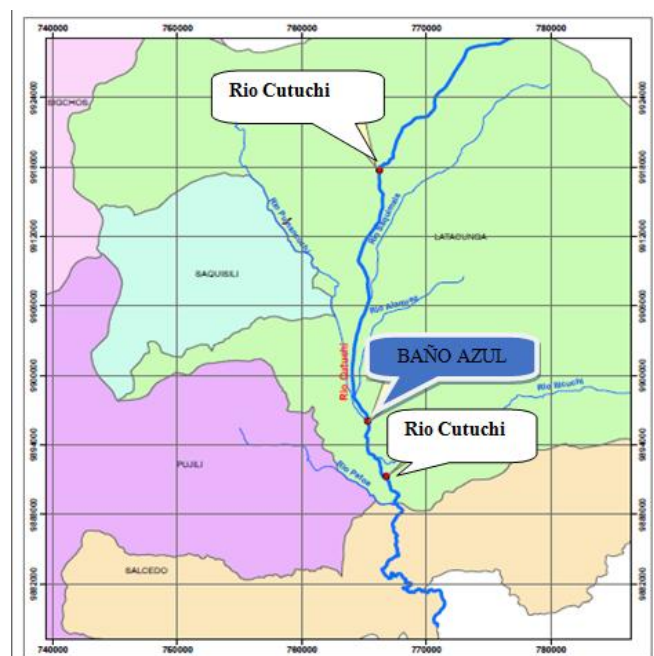
10.1.3 Mapa de Georreferencia:

Figura 4: Lugar de Estudio



Fuente: <http://karta-online.com/es/cities/latacunga-ecuador>

Figura 5: Mapa de monitoreo de diatomeas



Fuente: Mapas de Latacunga-Cotopaxi

Tabla 7: Ubicación Georreferenciada

UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO		
Punto 1	Ubicación	17 M 0765491 UTM 9895527
	Altura	2744m
Punto 2	Ubicación	17 M 0765496 UTM 9895518
	Altura	2743 m
Punto 3	Ubicación	17 M 0765501 UTM 9895508
	Altura	2744 m
Punto 4	Ubicación	17 M 0765509 UTM 9895501
	Altura	2744 m
Punto 5	Ubicación	17 M 0765519 UTM 9895494
	Altura	2744 m
Punto 6	Ubicación	17 M 0765530 UTM 9895491
	Altura	2743 m
Punto 7	Ubicación	17 M 0765536
	Altura	2743 m
Punto 8	Ubicación	17 M 0765539 UTM 9895477
	Altura	2741 m
Punto 9	Ubicación	17 M 0765539 UTM 9895467
	Altura	2740 m
Punto 10	Ubicación	17 M 0765535 UTM 9895458
	Altura	2743 m

Fuente: GPS

Elaborado por: Las investigadoras

10.2 SEGUNDA PARTE

10.2.1 Manipulación de Materiales

Materiales para la colección de muestras de diatomeas

- Cepillo de dientes con tipo cerdas de nailón
- Bandeja de polietileno o de metal esmaltado
- Frascos de coleta de 250 mL
- Agua destilada
- Etiquetas adhesivas
- Marcador para vidrio
- Guantes de goma
- Botas de goma

10.2.2 Muestreo y Procedimiento Para La Recolección De Diatomeas.

Procedimiento de colección del sustrato (roca) de diatomeas epilíticas

- En un área de 100m distribuidos cada 10m obteniendo 1 punto de muestreo.
- Se escogerá una piedra de superficie plana de 10 a 20 cm de diámetro sumergida en el lecho del río a una profundidad de entre 10 y 30 cm, el sustrato debe tener específicamente una coloración café oscuro marrón.
- Colocar la piedra en una bandeja, raspar la superficie de la misma utilizando un cepillo de dientes, regularmente se debe agregar un chorro de agua destilada con la ayuda de una pipeta pasteur, para desprender las especies que se encuentran adheridas del sustrato.
- Finalmente con la ayuda del agua destilada la piedra quedara limpia dejando las diatomeas en el agua colectada de coloración café obscura que quedaran en el fondo de la bandeja.
- Posteriormente pasar la muestra de la bandeja a un frasco de coleta de volumen de 250 mL.
- Registrar la información relativa a la ubicación del muestreo del sustrato en la hoja de campo.

Las metodologías utilizadas en base al investigador Lobo, en el cual se describe el procedimiento a seguir para obtener una toma de datos eficiente y eficaz fueron

registradas en una hoja de campo, adaptada del protocolo de muestreo de la flora acuática.

Análisis de agua para la respectiva comparación de la calidad de la misma:

1. Temperatura
2. pH
3. Nitrógeno
4. Fosforo
5. Turbidez
6. Conductividad
7. Oxígeno disuelto
8. Sólidos disueltos totales
9. Nitritos
10. Nitratos
11. Fosfatos
12. DQO
13. DBO₅

10.3 TERCERA PARTE

10.3.1 Manipulación de materiales

Laboratorio

Materiales y equipos para el tratamiento de las muestras

Materiales

- Tubos de ensayo pequeños (tamaño sugerido de 16 x 100 mm)
- Tubos de ensayo grandes (tamaño sugerido de 18 x 150 mm)
- Pipetas de precisión aforada de 10 ml
- Pipeta con agua destilada
- Vaso de precipitación de 500 ml.
- Vaso de vidrio
- Fragmentos de porcelana
- Capilla de agotamiento
- Guantes de protección
- Máscara de protección

- Frascos de vidrio de 10 ml con tapa

Equipos

- Centrifugadora

Soluciones

- Ácido sulfúrico (H_2SO_4)
- Ácido clorhídrico (HCl)
- Dicromato de potasio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)

10.3.2 Procedimiento de limpieza de las muestras de diatomeas mediante digestión.

- Este proceso permitirá observar fácilmente los distintos patrones ornamentales de las valvas de diatomeas.
- Usando una pipeta pasteur, retirar una muestra de volumen de 10mL del fondo del frasco de colecta, pasarlo a un tubo de ensayo grande resistente al calor.
- En un vaso de precipitación de 500 mL con agua, colocar en el calentador magnético y encender a 290, con la ayuda de un soporte universal sujetar el termómetro y verificar la temperatura que este a 90°C (baño maría).
- Una vez verificado la temperatura, introducir los tubos de la muestra en el vaso de precipitación.
- Agregar 6 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrando a la muestra, utilizando una pipeta graduada, colocar perlas de ebullición para evitar rupturas del tubo de la muestra y esperar por 90 minutos.
- Posteriormente retirar la muestra de la placa calefactora y agregar 0,8 gr de dicromato de potasio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$).
- Llevar nuevamente a baño maría y esperar por 60 minutos.
- Apagar, retirar la muestra y dejar reposar por 24 horas.
- Al día siguiente retirar las perlas de ebullición de la muestra.
- Transferir la muestra a los tubos de centrifuga con un volumen de 20 mL, oxigenarla con una pipeta pasteur y realizar el proceso de centrifugación, por 2 minutos a 3.000 rpm (rotaciones por minuto) para separar el dicromato de potasio y el ácido sulfúrico.

- Tomar la muestra de la centrífuga y eliminar el sobrante de los tubos con una pipeta pasteur sin distribución del sedimento en el fondo. Este sobrante no puede ser desechado a un lavabo (una vez caracterizada como aguas residuales), debe ser colocado en un recipiente identificado para ser desechados.
- A continuación rellenar cada muestra con agua destilada con un volumen de 50 mL, oxigenarla correctamente y centrifugarla, esta operación se debe repetirse por cuatro veces hasta que el agua quede transparente.
- Pasar 10 ml de muestra a los tubos de ensayo previamente identificados y colocarlo en el vaso de precipitación con agua que se encuentra en la placa calefactora a 90°C, añadir 2 ml de ácido clorhídrico (HCl) concentrado, durante 30 minutos apagar y esperar a que se enfríe.
- Colocar las muestras nuevamente en los tubos de centrifuga, oxigenada la muestra correctamente (equilibrado el peso) con el mismo volumen de 50mL, centrifugar por 2 minutos a 3.000 rpm nuevamente, retirar el sobrenadante de cada uno de los tubos con una pipeta pasteur sin tocar el sedimento del fondo.
- Repetir esta operación por seis veces.
- En la sexta lavada colocar un volumen de 10 mL de la muestra y controlar el pH que debe ser neutro, así estará limpia totalmente.
- Colocar la muestra en el envase respectivo y agregar de 3 a 4 gotas de alcohol al 70% para su conservación y permanencia.

10.3.3 Preparación de Láminas

- Para montar la preparación de láminas se necesita de una estufa a 50° C, con una pipeta, transferir 2-3 gotas de la muestra en el portaobjetos.
- Con la ayuda de las pinzas, poner un cubreobjetos sobre el portaobjetos la cara que contiene la diatomea en contacto con el medio de montaje.
- Colocar el portaobjetos en la estufa para evaporar el medio de montaje.
- Las láminas permanentes deben ser correctamente registradas, utilizando una etiqueta con la información, pegándolo a la derecha de los frascos que contienen las muestras tratadas.

10.3.4 Observación de Individuos en el Microscopio Óptico, Identificación

Taxonómica.

- Poner la lámina en el microscopio y añadir una gota de aceite de inmersión sobre el cubreobjetos solo al observar con el lente de 100X.
- Realizar una lista de taxones de ocurrencia de las muestras encontradas en el sitio de estudio, teniendo un registro de 400 valvas.
- Registrar la información en la hoja de laboratorio.

En la preparación de las muestras se empleará las técnicas de: observación en el laboratorio la cual facilita la identificación y fisiología de las muestras. La investigación descriptiva permite especificar la morfología detallada de cada especie encontrada, para su facilidad de descripción, se registrara cada muestra en la hoja de laboratorio adoptada del investigador Lobo.

10.4 CUARTA PARTE

10.4.1 Comparación de la calidad de agua.

El análisis comparativo de la calidad del agua, se realizara mediante, la utilización del índice trófico, además de una guía general de diatomeas que determinan el grado de contaminación, teniendo como referencia la comparación de las tablas del TULSMA con el cual se verificará los límites permisibles para que el agua sea utilizada para riego mediante los análisis de laboratorio, por lo tanto se establecerá una comparación general de los tres puntos de estudio: punto inicial del Sector entrada al Parque Nacional Cotopaxi, Punto medio en el Sector de Lasso en la parte frontal de la fábrica Novacero, y punto final en el Sector de Latacunga BAÑO AZUL.

10.4.2 Identificación

Con ayuda de las guías taxonómicas de las diatomeas.

- Revista Mexicana de Biodiversidad 86 (2015) 281–292

El primer registro de diatomeas bentónicas (epilíticas, epifitas y epizoicas) de isla Guadalupe en el noroeste de México. Se identificaron 119 taxa (incluyendo especies y variedades) de diatomeas pertenecientes a las clases Bacillariophyceae.

- Revista Mexicana de Biodiversidad 84: 865-875, 2013

Resumen. Recientemente, la laguna Bacalar, Quintana Roo ha sido objeto de creciente interés por su elevado potencial ecoturístico y científico, debido a la presencia de microbialitos (trombolitos y estromatolitos). Sin embargo, las actividades turísticas y agrícolas circundantes representan potenciales riesgos de contaminación que ameritan atención.

- Universidad de Panamá

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Departamento de Botánica y Centro de Ciencias del Mar y Limnología.

11 ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:

11.1 ESPECIES DE DIATOMEAS IDENTIFICADAS EN LA INVESTIGACIÓN

Las especies encontradas son de gran importancia porque nos revela el estado de contaminación del Río Cutuchi, las diatomeas se encuentran en presencia de las altas concentraciones de nutrientes tales como: el fósforo, nitrógeno, etc. Estas se adaptan en: aguas salubres, orgánicamente contaminadas, ricas en nutrientes, resultantes de aguas residuales doméstica.

Se ha encontrado 57 especies, repartidas en 20 Familias correspondientes a 31 géneros. El género con mayor presencia fueron las Navículas con la especie navícula peregrina con 398 individuos.

Tabla 8: Especies encontradas según los niveles de contaminación.

GENERO	ALTA	MODERADA	LEVE
<i>Achananthes</i>			2
<i>Achnanthidium</i>			1
<i>Biremis</i>		1	
<i>Brachysira</i>		1	
<i>Cocconeis</i>			1
<i>Craticula</i>		1	
<i>Cyclotella</i>	2		

<i>Cymbella</i>		1	
<i>Cymbopleura</i>	1		
<i>Didymosphenia</i>	1		
<i>Diploneis</i>		3	
<i>Encyonema</i>		2	
<i>Eunotia</i>		2	
<i>Eunotogramma</i>	1		
<i>Fragilaria</i>	1	1	
<i>Geissleria</i>		2	
<i>Gomphonema</i>	3		
<i>Krasskella</i>	1		
<i>Luticola</i>		1	
<i>Melosira</i>		1	
<i>Navícula</i>	7	5	1
<i>Nitzschia</i>	2	5	
<i>Nupela</i>	1		
<i>Pinnularia</i>		1	
<i>Psammothidium</i>		1	
<i>Pseudostaurosira</i>		1	
<i>Rhabdonema</i>		1	
<i>Rhoicosphenia</i>	1		
<i>Surirella</i>	1		
<i>Ulnaria</i>			1
TOTAL	22	29	6

Elaborado por: Las Investigadoras

En el sector Baño Azul, las especies se encuentran presentes en condiciones de aguas contaminadas debido a la polución causada por las descargas de los hospitales, aguas domésticas y residuos de industrias de la ciudad de Latacunga. A pesar de esto las diatomeas se adaptaron a este ecosistema, teniendo como resultado géneros que están presentes en aguas de contaminación leve, moderada y alta. También contamos la cantidad de individuos de cada especie para determinar el Índice de la abundancia de Shannon valiéndonos del Software PAST. El resultado obtenido da un total de 1076 individuos y el Índice de Shannon 2,532. Donde se

indica que el punto del agua en el lugar de estudio es de contaminación moderada y es apta para el libre desarrollo de la agricultura.

11.1.1 ÍNDICE DE LA ABUNDANCIA DE SHANNON

Tabla 9: Resultados de la abundancia del índice de Shannon

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	CANTIDAD
Achnanthaceae	Achananthes	<i>Achnanthes conspicua</i> , <i>Planothidium conspicuum</i>	2
		<i>Achnanthes subhudsonis</i> var. <i>kraeuselii</i>	13
	<i>Achnanthidium</i>	<i>Achnanthidium druartii</i>	9
Scoliotropidaceae	<i>Biremis</i>	<i>Biremis circumtexta</i> (Meister ex Hustedt) Lange-Bertalot et Witkowski	11
Brachysiraceae	<i>Brachysira</i>	<i>Brachysira microcephala</i>	15
Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i>	<i>Cocconeis placentula sensu lato</i>	1
Stauroneidaceae	<i>Craticula</i>	<i>Craticula accomoda</i>	27
Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i>	<i>Cyclotella Meneghiniana</i> Kützing	3
		<i>Cyclotella pseudostelligera</i> Hustedt	1
Cymbellaceae	<i>Cymbella</i>	<i>Cymbella cosleyi</i>	2
	<i>Cymbopleura</i>	<i>Cymbopleura amphicephala</i> (Nägeli) Krammer	1
Gomphonemataceae	<i>Didymosphenia</i>	<i>Didymosphenia geminata</i>	1
Diploneidaceae	<i>Diploneis</i>	<i>Diploneis elliptica</i>	1
		<i>Diploneis ovalis</i>	1
		<i>Discostella pseudostelligera</i>	2
Cymbellaceae	<i>Encyonema</i>	<i>Encyonema nicafei</i>	4
		<i>Encyonema ventricosum</i>	3
Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>	<i>Eunotia rhomboidea</i>	1
		<i>Eunotia subherkiniensis</i>	3
Anaulaceae	<i>Eunotogramma</i>	<i>Eunotogramma frauenfidii</i> grunow	1
Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i>	<i>Fragilaria ulna</i>	1
		<i>Fragilariforma acidobiontica</i>	1
Naviculaceae	<i>Geissleria</i>	<i>Geissleria decussis</i> (Østrup) Lange-Bertalot y Metzeltin	3
		<i>Geissleria similis</i> (Krasske) Lange-Bertalot y Metzeltin	1
Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>	<i>Gomphonema lagenula</i>	19
		<i>Gomphonema louisiananum</i>	13
		<i>Gomphonema stoermeri</i>	19
Naviculaceae	<i>Krasskella</i>	<i>Krasskella kriegneriana</i>	11

Diadesmidaceae	<i>Luticola</i>	<i>Luticola muticoides (Hustedt) Mann</i>	3
Melosiraceae	<i>Melosira</i>	<i>Melosira varians</i>	4
Naviculaceae	<i>Navícula</i>	<i>Navicula aitchelbee</i>	14
		<i>Navicula cascadenis</i>	12
		<i>Navicula caterva</i>	157
		<i>Navicula Cryptocephala</i>	9
		<i>Navicula lanceolata</i>	141
		<i>Navícula nunivakiana</i>	13
		<i>Navícula oppugnata</i>	22
		<i>Navicula peregrina</i>	398
		<i>Navicula schroeteri meister</i>	2
		<i>Navicula subrotundata</i>	1
		<i>Navicula Vaneei</i>	8
		<i>Navicula vulpina</i>	22
Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>	<i>Nitzschia anfibios</i>	27
		<i>Nitzschia dissipata</i>	6
		<i>Nitzschia Filiformis</i>	3
		<i>Nitzschia palea</i>	6
		<i>Nitzschia palea var. debilis</i>	7
		<i>Nitzschia palea var. tenuirostris</i>	2
		<i>Nitzschia in conspicua</i>	11
Brachysiraceae	<i>Nupela</i>	<i>Nupela impexiformis</i>	13
Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i>	<i>Pinnularia parvulissima</i>	4
Achnanthaceae	<i>Psammothidium</i>	<i>Psammothidium daonense</i>	7
Fragilariaceae	<i>Pseudostaurosira</i>	<i>Pseudostaurosira elliptica</i>	6
Rhabdonemataceae	<i>Rhabdonema</i>	<i>Rhabdonema arctuatum</i>	1
Rhoicospheniaceae	<i>Rhoicosphenia</i>	<i>Rhoicosphenia abbreviata (Agardh) Lange-Bertalot</i>	5
Surirellaceae	<i>Surirella</i>	<i>Surirella Oval</i>	1
Fragilariaceae	<i>Ulnaria</i>	<i>Ulnaria ulna</i>	1
TOTAL DE INDIVIDUOS			1076
INDICE SHANNON H			2,532

Elaborado por: Las investigadoras.

Índice de Shannon es 2,532 con un total de individuos 1076 esto dice que el Río Cutuchi – sector Baño Azul tiene un agua de contaminación moderada.

11.2 COMPARACIÓN DE LOS PUNTOS DE ESTUDIO

BAÑO AZUL Y ENTRADA AL PARQUE NACIONAL COTOPAXI

- ENTRE EL PUNTO 3 BAÑO AZUL Y PUNTO 1 ENTRADA AL PARQUE NACIONAL COTOPAXI, SE ENCONTRARON 7 ESPECIES EN COMÚN

Tabla 10: Especies similares en el punto tres y el punto uno

<i>Achnanthes subhudsonis</i> var. <i>Kraeuselii</i>	<i>Navícula lanceolata</i>
<i>Navícula schroeterimeister</i>	<i>Nitzschia dissipata</i>
<i>Nitzschia palea</i>	<i>palea</i> var. <i>Debilis</i>
<i>Pseudostaurosira elliptica</i>	

Elaborado por: Las Investigadoras

BAÑO AZUL Y LASSO, FRENTE A NOVACERO

- ENTRE EL PUNTO 3 BAÑO AZUL Y PUNTO 2 LASSO FRENTE A NOVACERO, SE ENCONTRARON 8 ESPECIES EN COMÚN


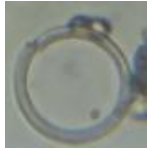
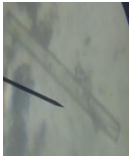

Tabla 11: Especies similares en el punto tres y el punto dos

<i>Brachysira microcephala</i>	<i>Krasskella kriegneriana</i>
<i>Navícula Cryptocephala</i>	<i>Nitzschia palea</i> var. <i>Tenuirostris</i>
<i>Psammothidium daonense</i>	<i>rhabdonema arcuatum</i> (<i>lyngbye</i>) <i>kutzing</i>
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (AGARDH) <i>LANGE-BERTALOT</i>	<i>Surirella Oval</i>

Elaborado por: Las Investigadoras

11.2.1 COMPARACIÓN GENERAL

Tabla 12: Especies encontradas en todos los puntos de estudio

FAMILIA	GENERO	ESPECIE	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Cocconeidaceae	Cocconeis	<i>Cocconeis placentula</i>	Las valvas son elípticas a linear-elípticas y relativamente plana. El rafe es recto y filiformes. Los extremos distales del rafe son rectas y ampliado externamente. Los extremos proximales del rafe son rectas externamente y ligeramente ampliada. Valva sin rafe con bajo número de areolas por estría.	
Melosiraceae	Melosira	<i>Melosira varians</i>	Manto con ornamentación tenue, célula sin espinas.	
Ulnariaceae	Ulnaria	<i>Ulnaria ulna</i>	Valvas lineares y muy largas.	
Rhoicospheniaceae	Rhoicosphenia	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (AGARDH) LANGE-BERTALOT	Especie de agua dulce, valvas con extremos redondeados y la zona central es oval o elíptica.	

Elaborado por: Las investigadoras

Las Diatomeas que se presentan en la tabla anterior son las que se encontraron en los tres puntos de estudio siendo estas las especies que más fácilmente se adaptan a las condiciones del medio acuático contaminado.

11.3 CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUA DE USO AGRÍCOLA O DE RIEGO

Se entiende por agua de uso agrícola aquella empleada para la irrigación de cultivos y otras actividades unidas o complementarias que establezcan los organismos competentes.

Los criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola se presentan a continuación:

Tabla 13: Límites permisibles para agua de riego

INDICADORES	MÉTODO	RESULTADOS	UNIDAD	TABLA 1, TULAS Y LA FAO	CUMPLIMIENTO
Temperatura		14	°C		Condición natural +o-3 grados
Potencial Hidrógeno	S.M 4500-H+B	7,9 5	U. ph	6,5-8,4	Cumple
Turbiedad	S.M 2130 B	5,5	NTU	0-40	Cumple
Conductividad Eléctrica	S.M 2520 B	74 2,2	Us/cm	750	Cumple
Sólidos Totales Disueltos	S.M 2540 B	47 5	mg/L	3000	Cumple
Nitritos	S.M 4500-NO2-B	1	mg/L	0.2	No Cumple
Nitratos	S.M 4500-NO2-B	25	mg/L	50.0	Cumple
Nitrógeno Total	MAM-45/MERC K	0.2 7	mg/L	30.0	Cumple
Fosfatos	MAM-17/APHA 4500-P-C-ICE	0.4 1	mg/L	MENOR 1.0	Cumple
Fósforo Total	MAM-17/APHA 4500-P-B-IOC	1.5 9	mg/L	5-15	Cumple
Oxígenos Disueltos	MAM-22/APHA 4500-O-C-	2.6	mg/L	MAYOR 2.0	Cumple

Fuente: Análisis del Laboratorio de la Casa del Químico 2.

11.3.1 Parámetros del análisis

Nombre del parámetro: Temperatura

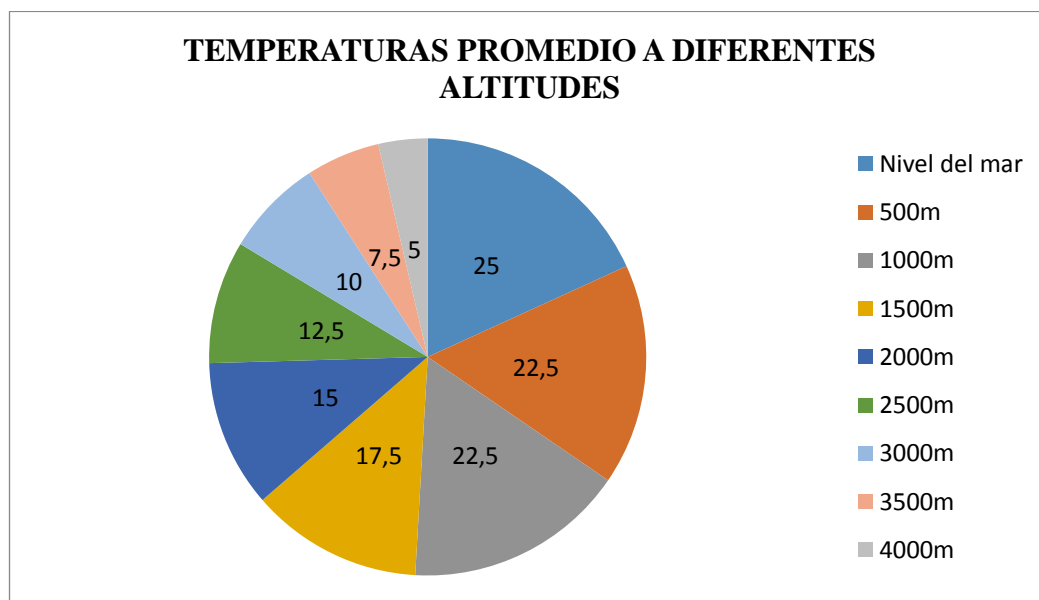
La temperatura del agua si está demasiado caliente o demasiado frío puede dañar las plantas. Si utilizas agua del grifo, pozo, balsa, río, etc. Lo mejor es usar agua a temperatura ambiente siempre que esté dentro de los parámetros de la variedad a cultivar. Hay que tener en cuenta que la temperatura del agua puede variar dependiendo de la estación del año que nos encontremos, el agua no tiene la misma temperatura en invierno que en verano (Radical Nutrients, 2016).

La temperatura del agua del Río Cutuchi tiene un promedio medio de acuerdo a las altitudes que se presenta en la Tabla 10, elevación en el punto de estudio es de 2473msnm.

Tabla 14: Temperaturas promedio a diferentes altitudes

ELEVACIÓN	TEMPERATURA EN °C
Nivel del mar	25,0
500m	22,5
1000m	20,0
1500m	17,5
2000m	15,0
2500m	12,5
3000m	10,0
3500m	7,5
4000m	5,0

Fuente: (PATRICIO, 2007) Proyecto de riego por aspersión para la comuna de San Ramón – provincia de Cotopaxi.

Gráfico 1: Temperaturas Promedio A Diferentes Altitudes

Fuente: (PATRICIO, 2007) Proyecto de riego por aspersión para la comuna de San Ramón – provincia de Cotopaxi.

Elaborado por: Las Investigadoras

Nombre del parámetro: Potencial hidrogeno

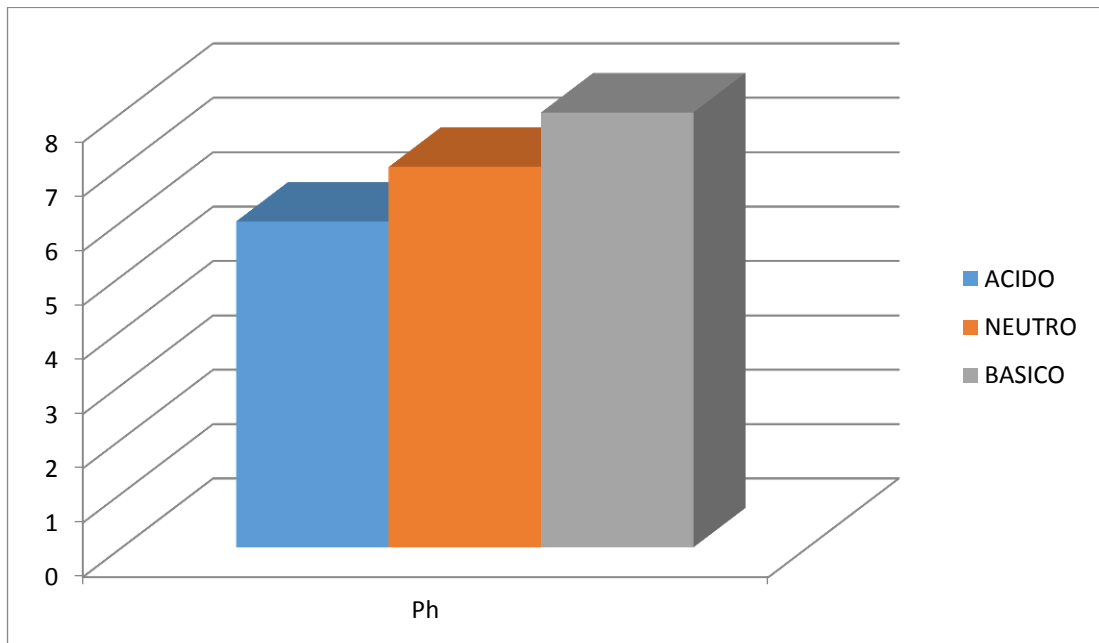
El pH expresa la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución. El pH del agua natural depende de la concentración de CO₂. El pH se debe a la composición de los terrenos atravesados, el pH alcalino indica que los suelos son calizos y el pH ácido que son silíceos.

El pH del agua analizada del Rio Cutuchi tiene un valor de 7,95 unidades, los cuales bajo las condiciones de la normativa TULAS está dentro del rango normal de 6,5 - 8,4 admisible para un agua de riego.

Tabla 15: Rangos de PH

ACIDEZ	NEUTRO	BASICO
MENOR 7	7	MAYOR 7

Elaborado por: Las investigadoras.

Gráfico 2: Rangos de PH

Elaborado por: Las Investigadoras

Nombre del parámetro: Turbiedad

La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión que mide la claridad del agua.

Gráfico 3: Origen de la turbidez en el agua.

Fuente: <https://es.ambiente.org/Turbidez>

Nombre del parámetro: Conductividad eléctrica

La Conductividad es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad.

Se establece un valor máximo de concentración de 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$, correspondiente a la clase 1, lo que indica que la calidad de esta agua esta apta para el riego.

Tabla 16: Conductividad del agua

AGUA	RANGO
Agua pura	0.055 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Agua destilada	0.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Agua de montaña	1.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Agua para uso doméstico	500 a 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Máx. para agua potable	10055 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Agua de mar	52 mS/cm

Fuente: www.infoagro.com/instrumentos_medida/doc_conductividad_electrica

Gráfico 4: Conductividad del agua



Fuente: www.infoagro.com/instrumentos_medida/doc_conductividad_electrica

Elaborado por: Las Investigadoras.

Nombre del parámetro: Sólidos disueltos totales

Las altas concentraciones de sólidos disueltos son debido al arrastre de materiales provocados por el aumento del caudal de los ríos.

Se establece una concentración de 450-3000 mg/l de sólidos disueltos totales, para aguas destinadas al riego, como resultado de análisis efectuados a los monitoreos de calidad de agua. Por lo tanto este parámetro cumple con la normativa revisada y porque a este rango de concentración no afecta a los cultivos según lo indica la base de investigación de la FAO.

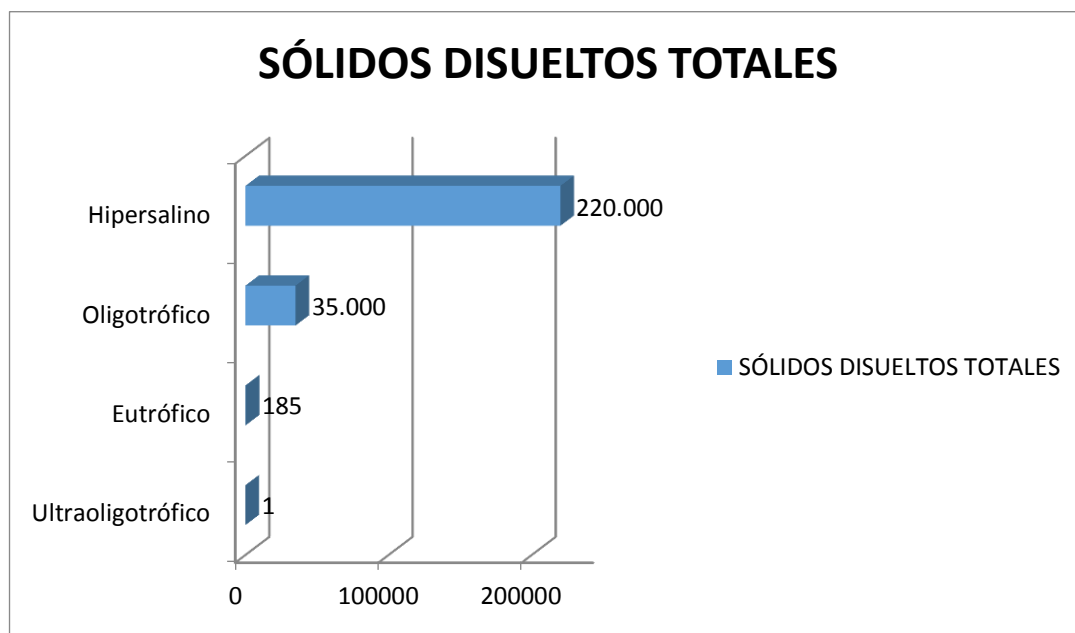
Tabla 17: Medidas de sólidos disueltos en varios ambientes.

CONDICIÓN NUTRICIONAL	SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (PPM)
Ultraoligotrófico	1,0 ~ 5,0
Eutrófico	~185
Oligotrófico	~35.000
Hipersalino	~220.000

Fuente: Parámetros fisicoquímicos: sólidos disueltos totales

Elaborado por: Las Investigadoras.

Grafico 5: Medidas de sólidos disueltos en varios ambientes.



Elaborado por: Las Investigadoras.

Nombre del parámetro: Nitratos y Nitritos

Las concentraciones de los nitratos en aguas superficiales se deben a diferentes orígenes, se libera los nitratos cuando la materia orgánica se descompone por las bacterias del suelo y por disolución de rocas y de efluentes industriales. Este parámetro desafortunadamente pueden contaminar los acuíferos de agua subterránea. Los nitratos cumplen con los parámetros permisibles para un agua de riego.

Los nitritos no cumplen con los parámetros permisibles para un agua de riego. Estos están limitados por las regulaciones debido a los riesgos para la salud humana tales como la metahemoglobinemia (síndrome del bebe azul) y cáncer gástrico resultante de nitrosaminas.

Nombre del parámetro: Nitrógeno total

El nitrógeno es un elemento importante en las aguas residuales es necesaria para el crecimiento de los microorganismos. Si el agua residual no contiene suficiente nitrógeno pueden ocurrir problemas por deficiencia de nutrientes durante el tratamiento secundario. Pero también el nitrógeno es un contribuyente especial para el agotamiento del oxígeno y la eutrofización de las aguas cuando se encuentra en elevadas concentraciones y de acuerdo a los parámetros el nitrógeno total en el agua del Rio Cutuchi cumple con la normativa.

Nombre del parámetro: Fosfatos

El fósforo es uno de los requerimientos esenciales para el crecimiento y funcionamiento de la planta, éste se encuentra involucrado en el desarrollo de la raíz y del grano, en el crecimiento y la floración; por lo tanto cumple con los parámetros permisibles.

Nombre del parámetro: Fósforo total

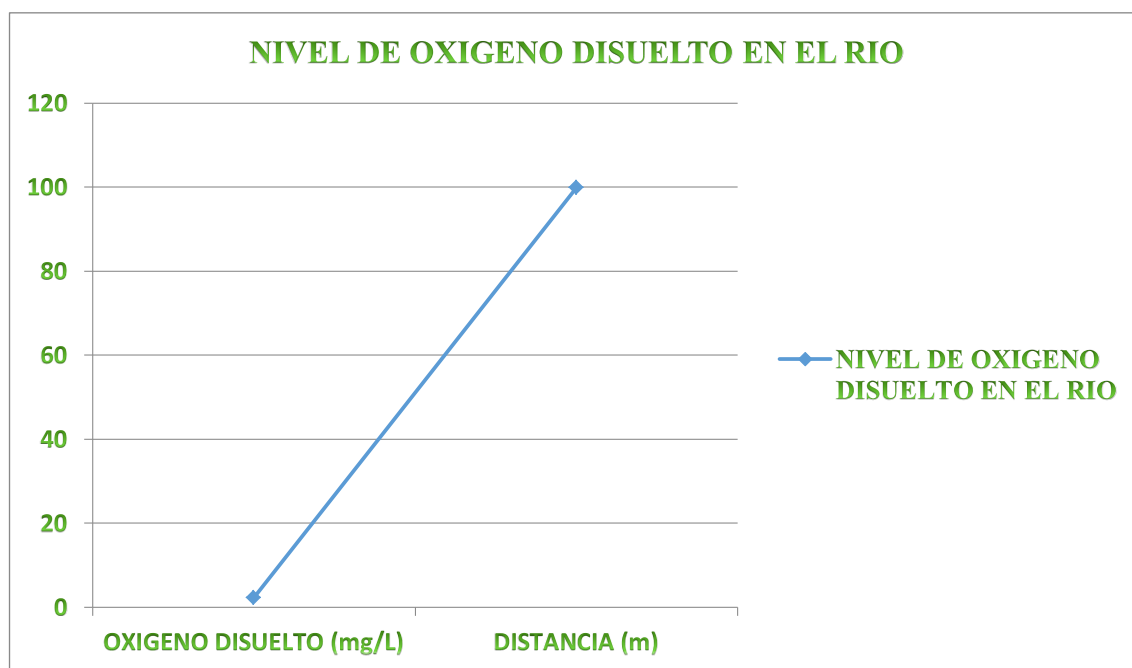
Las aguas residuales domésticas tienen una concentración de fósforo total de aproximadamente 5-15 mg/L. en los análisis realizados nos da un valor de 1.59 mg/L, dato que se ha tomado para deducir que este parámetro si cumple con la normativa.

Nombre del parámetro: Oxígeno disuelto

Es el oxígeno que esta disuelto en el agua, esto se logra por la aireación y como un producto de desecho de la fotosíntesis.

Este parámetro de acuerdo a la normativa cumple con lo establecido, la consecuencia de una deficiencia de oxígeno disuelto posibilitan el desprendimiento de hierro y manganeso y su disolución causando, posibles problemas en el tratamiento de aguas.

Gráfico 5: Nivel de oxígeno disuelto en el río



Elaborado por: Las Investigadoras

11.4 DETERMINACIÓN DEL ESTADO TRÓFICO DE CARLSON-AIZAKI

Fórmulas para estimar el estado trófico aplicando los indicadores de eutrofia

Fórmula de Cálculo

$$TSI(Pt) = 10 * \left(2,46 + \frac{6,68 - 1,15 \ln(Pt)}{\ln 2,5} \right)$$

$$TSI(1,92\text{mg/L}) = 10 * \left(2,46 + \frac{6,68 - 1,15 \ln(1,59\text{mg/L})}{\ln 2,5} \right)$$

$$TSI(0,00192\text{mg/m}^3) = 10 * \left(2,46 + \frac{6,68 - 1,15 \ln(0,00159\text{mg/m}^3)}{\ln 2,5} \right)$$

$$TSI(0,00192) = 10 * (2,46 + \frac{6,68 - 1,15 (-2,79)}{0,397})$$

$$TSI(0,00192) = 10 * (2,46 + \frac{5,53 - 2,79}{0,397})$$

$$TSI(0,00192) = 10 * (2,46 + \frac{2,74}{0,397})$$

$$TSI(0,00192) = 10 * (2,46 + 6,90)$$

$$TSI(0,00192) = 10 * (9,36)$$

$$TSI(0,00192) = 93,61$$

$$TSI = 93,61 - 0,00192$$

$$TSI = 93,61$$

EUTRÓFICO (contaminación moderada) ($90 < TSI < 100$)

El sector Baño Azul tiene un grado elevado de contaminación debido a las descargas de los hospitales, aguas domésticas y residuos de industrias de la ciudad de Latacunga.

11.5 CALIDAD DEL AGUA

Diatomeas epilíticas y Resultado del Índice trófico

Al desarrollar la fórmula del Índice trófico se obtuvo un resultado de 93,61; según las tablas de este índice nos indican que está en estado eutrófico esto es que el agua del Río Cutuchi tiene una contaminación moderada.

Las diatomeas epilíticas son indicadoras de calidad, encontramos 29 especies que viven en aguas de contaminación moderada.

Se describió la composición de cada elemento siendo el nitritos uno de los criterios analizados, este parámetro no cumple con lo establecido en el libro del TULSMA para agua de riego. Esto sucede por el agotamiento natural del fosforo haciendo que este elemento se presente en exceso.

12 IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS):

Sociales

Cuando las aguas servidas son recolectadas, pero no tratadas correctamente antes de su eliminación o reutilización, existen peligros para la salud pública en el punto de descarga, presentan un peligro de infección parasítica (mediante el contacto directo con la materia fecal), hepatitis y varias enfermedades gastrointestinales, incluyendo el cólera y tifoidea (mediante la contaminación de la fuente de agua y la comida). En la investigación la medición de la calidad del agua impedirá que esta agua sea consumida por los animales y personas.

Ambientales

Permitió identificar los contaminantes de las aguas servidas como los sólidos suspendidos y disueltos que consisten en materias orgánicas e inorgánicas, nutrientes, aceites y grasas, sustancias tóxicas, y micro organismos patógenos esto permitió a simple vista distinguir la turbidez así identificar la calidad de agua.

Económicos

La construcción de sistemas que reutilizan las aguas servidas o el lodo tratado, puede ser más costosa que aquellos donde el lodo es eliminado como desperdicio. Al evaluar las alternativas que contemplan la reutilización, sin embargo, es importante incluir tales beneficios como una mayor disponibilidad de agua para apoyar el desarrollo de la región, la oportunidad de disminuir las demandas de riego sobre las potenciales fuentes públicas de agua potable, la menor necesidad de fertilizantes químicos, mejoras de incremento en la producción de cultivos y de madera, y métodos de costo reducido para la vegetación de los suelos marginales o su adecuación para la agricultura o la silvicultura.

13 PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO:

Tabla 18: Presupuesto

Recursos	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN			
	Cantidad	Unidad	V. Unitario	V. Total
Equipos				
Computador (propio y alquilado) (uso)	1	50 horas	1,00	50,00
GPS (alquilado) (uso)	1	1 día	30,00	30,00
Cámara fotográfica (propia) (uso)	1	2 día	10,00	20,00
Microscopio (alquilado y prestado) (uso)	1	20 días	10,00	200,00
Centrifugadora (prestada) (uso)	1	2 horas	20,00	40,00
Materiales y suministros				
Cuaderno de campo	1		1,50	1,50
Fichas de campo	5		0,20	1,00
Bandeja de polietileno o de metal esmaltado	2		7,00	14,00
Etiquetas adhesiva	6		0,50	3,00
Lápices	2		0,35	0,70
Botas	2	pares	10,00	20,00
Guantes	20	pares	0,50	20,00
Frascos de colecta de 250 ml (vidrio)	3		10,00	30,00
Gafas de protección	2		10,00	20,00
Mascarillas	10		0,20	2,00
Mandil (propio) (uso)	2		10,00	20,00
Placas porta y cubre objetos	2	1 caja	18,00	36,00
Tubos de ensayo pequeños (tamaño sugerido de 16 x 100 mm)	1	1 caja	30,00	30,00
Tubos de ensayo grandes (tamaño sugerido de 18 x 150 mm)	1	1 caja	30,00	30,00
Pipetas de precisión aforada de 10 mL (uso)	20		1,00	20,00
Vaso de precipitación de 500 mL (uso)	2		14,00	28,00

Placa magnética (uso)	1	15 horas	5,00	150,00
Agua destilada	1	1 galón 3litros	3,50	3,50
Material Bibliográfico y fotocopias. (detallar)	100		0,05	8,00
Papel Bond		2 paquetes	3,60	7,00
Impresiones		1.000	0,20	200,00
Anillado	10		3,00	30,00
Otros Recursos (detallar)				
Transporte y salida de campo	15	2 personas	15,00	150,00
Alimentación	20 días	2 personas	14,00	280,00
Análisis de laboratorio	1		200,00	200,00
Cartografía de la zona	1		10,00	10,00
Reactivos (uso)				
Ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄)	1	30 mL	50,00	50,00
Ácido clorhídrico (HCl)	1	30 mL	50,00	50,00
Dicromato de potasio (K ₂ Cr ₂ O ₇)	1	50 g	30,00	30,00
Alcohol 70 %	1	100 mL	15,00	15,00
TOTAL				1.799,7
IVA 14 %				251,96
TOTAL				2.051,66

14 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Para la recolección de muestras de diatomeas epilíticas fue necesario disponer de un equipo especial para la protección personal de los recolectores de muestras, de esta manera no provocar daños en su salud.
- Indispensable la utilización de equipos esterilizados para no provocar una alteración en el estudio.
- El uso de una metodología adecuada para la identificación de las diatomeas epilíticas en el laboratorio fue el factor indispensable para identificar cada una de las distintas especies encontradas en el lugar de análisis.
- La utilización de equipos informáticos de alta tecnología fue muy importante al momento de la obtención de imágenes, de esta manera se pudo identificar las especies de diatomeas.
- Las especies identificadas fueron comparadas con el índice de Shannon, las mismas que indican que existe aguas con una contaminación moderada en el lecho del río analizado.
- Para poder afirmar o negar los resultados obtenidos con el índice de Shannon, se realizó un análisis de laboratorio, los mismo que fueron analizados y valorados con el índice de Carlson, estas indican que existen aguas con una contaminación moderada en el punto de estudio.
- Los nitritos tienen diversas consecuencias en el organismo, una de esta está en el poder oxidante de este componente.
- El estudio desarrollado demuestra que no existe contaminación relevante que pueda afectar en el libre desarrollo de la agricultura, así como el uso para consumo en animales de acuerdo a la Secretaria Nacional del Agua (TULAS).

RECOMENDACIONES

- El uso obligatorio de equipos de protección personal es necesario para la recolección de las diatomeas, para el transporte y almacenamiento de las diatomeas es necesario utilizar materiales esterilizados.

- Es importante seguir los protocolos en la recolección y transporte de las diatomeas, de esta manera no afectar a los análisis posteriores.
- Se debe realizar la recolección de la muestra de diatomeas y las muestras de agua para los análisis físicos químicos en días que no llueva porque altera los resultados.
- Para realizar esta investigación es necesario contar con un laboratorio adecuado, que dispongan de reactivos y materiales que no estén caducadas.
- Para poder obtener imágenes de alta definición es importante la utilización de lentes de alta resolución y poder identificar de una mejor manera las especies obtenidas.
- Para identificar las diatomeas se debe tomar en cuenta la estructura interna hacia afuera y observando detenidamente sus partes, logrando con esto un reconocimiento adecuado.
- Para la comparación de las especies identificadas es necesario utilizar el índice de Shannon (software Past actualizado).
- Es necesario elaborar los análisis comparativos en un laboratorio certificado, para afirmar los resultados obtenidos en esta investigación.

15 BIBLIOGRAFÍA

Carrera, Reyes, C., & Fierro, Peralbo, K. (14 de Octubre de 2014). ECOCIENCIA. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua.

Constitución Política del Ecuador. (5 de Junio de 1998). Riobamba, Chimborazo, Ecuador. Obtenido de <http://pdba.georgetown.edu/Parties/Ecuador/Leyes/constitucion.pdf>

Antonio Gato Casado. (2010).

Código Orgánico Integral Penal. (2014). Quito, Pichincha, Ecuador: Gráficas Ayerve C. A. Obtenido de www.gusticia.gob.ec

Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua. (6 de Agosto de 2014). *Ley de Aguas del Ecuador*. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de Segundo Suplemento -- Registro Oficial N° 305: <http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/LEYD-E-RECURSOS-HIDRICOS-II-SUPLEMENTO-RO-305-6-08-204.pdf>

Radical Nutrients. (13 de mayo de 2016). Recuperado el 02 de febrero de 2017, de <http://www.radicalnutrients.com/2016/06/07/la-temperatura-del-agua-del-riego/>

- Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información. (2011). Diatomeas . En R. Alicia. Islas Canarias, España.
- Alba Tercedor, J., & Sánchez Ortega , A. (1988). *Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basada en el de Hellawell (1978). Limnetica, Vol. 4.*
- Alonso, R. (2010). *Licencia Creative Commons*. Obtenido de Licencia Creative Commons:
http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800002
- Alvarez, B. (2008).
- Anda, V., Jaeger , J., Lam, J., Leon, K., Ostowari , M., Soberon, E., y otros. (2014). *Evaluación de la Comunidad Biológica de Fitoplancton: Estudio de Caso en la Reserva Ecológica de Pantanos de Ballona*. California - Angeles.
- Araujo. (2012).
- Barrero. (2007).
- Bioenciclopedia.com. (11 de Abril de 2014). www.bioenciclopedia.com/contaminacion-hidrica. Obtenido de <http://www.bioenciclopedia.com/contaminacion-hidrica/>
- Burrillo B, L. (1997). *La calidad de las aguas en los humedales: los indicadores biológicos*. Boletín Sede para el estudio de los humedales mediterráneos SEHUMED.
- Bustamante, M. (2012). *Diaconóstico preliminar de la contaminación en el Río Cutuchi y propuesta de depuración para las aguas residuales de la ciudad de Salcedo*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6432/9.20.001884.pdf?sequence=4>.
- Carrera, C., & Fierro, K. (2001). *Manual de monitoreo: los macro invertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. Quito: Eco Ciencia.
- CNRH-CODERECO, C. N. (22 de Julio de 2002). Proyecto Piloto para el Manejo Integral del Recurso Hídrico y Tratamiento de Aguas Servidas en la Cuenca del Río Cutuchi. Ecuador. Obtenido de <http://www.derecho-ambiental.org/>
- Cutti. (2005).
- Ecuador, S. N. (2015). Ley de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de <http://www.agua.gob.ec/ley-de-aguas>
- Fonseca, M. I. (2004). *Directora ejecutiva del Codereco*. Latacunga.
- Galindo Leva, L. Á., Constantino Chuairé, L. M., Benavides Machado, P., Montoya Restrepo, E. C., & Rodríguez Valencia, N. (Septiembre de 2012). EL ÍNDICE DE EPT. *Evaluación de macroinvertebrados acuáticos y calidad*

de agua en quebradas de fincas cafeteras de Curdinamarca y Santander . Colombia. Recuperado el 18 de Octubre de 2016, de https://www.researchgate.net/publication/271704251_Evaluation_of_aquatic_macroinvertebrates_and_water_quality_in_streams_of_coffee_farms_in_Cundinamarca_and_Santander_Colombia

- Gobierno de España - Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2015). *ID-TAX-Diatomeas*. Obtenido de ID-TAX-Diatomeas: http://eportal.magrama.gob.es/id_tax/buscador/taxon/letra/1/A
- Gomez, J. C. (2010). *calidad de agua*. Guayaquil-Ecuador: editorial FMAR-01677.
- Gutierrez, C. (2010). *La Contaminación del Río Cutuchi. Ubicación Geográfica*. Obtenido de <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/10203/1/Tesis%20Carlos%20Gutierrez%20Al.pdf>.
- Gutierrez, C. L. (2010). *La contaminación del Río Cutuchi* . Latacunga.
- Gutierrez, L. G. (2015). *El agua, caudal de controversia educativa*. Granada: CONAMA.
- Isch, E. (2011). *Contaminación de las aguas y políticas para enfrentarlo*. Quito-Ecuador: Graphus.
- L., E. I. (2011). *Contaminación de las aguas y políticas para enfrentarla*. Quito, Ecuador: Graphus.
- Medina Medina, M. E., & Andrade Riascos, M. A. (2009). Determinación de la calidad del Agua. En K. Poma (Ed.).
- Medina, M., & Andrade, M. R. (2009). *Determinación de la calidad del agua del río Malacatos mediante fauna bentónica como indicadora y alternativas de mitigación*. Loja .
- Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. (2012). *Indicadores Ambientales*. Puyo: Fichas Dinama.
- Ministerio, N. A.-T. (4 de Mayo de 2015). Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua, Anexo 1 del libro VI. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de www.registrofiscal.gob.ec
- Moreno Franco, D., Quintero Manzano, a., & López Cuevas, A. (2010). Métodos para identificar, diagnosticar y evaluar el grado de eutrofia. 28-29.
- Murgueytio, F. A. (Febrero a Enero de 2011). Obtenido de Universidad Internacional SEK.
- Naturalista. (4 de Diciembre de 2013). *Identificación de Diatomeas / taxa/ Bacillariophyceae*. Recuperado el Enero - Febrero de 2017, de Naturalista: http://www.naturalista.mx/taxa/123880-Bacillariophyceae/browse_photos
- Patricio, P. P. (2007). PROYECTO DE RIEGO POR ASPERSIÓN PARA LA SANGOLQUI.

- Roldán, G. (25 de Octubre de 2014). Los invetebarados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *revista accefyn*.
- Sandre. (Enero de 2017). *Sandre*. Obtenido de Sandre: <http://mdm.sandre.eaufrance.fr/galerie/appeltaxon>
- Lobos, E.A. katoh. Response of epilithic diatom
- Simpson, C. R. (1996). *A Coordinator's Guide to Volunteer Lake Monitoring Methods*. Norte America: North American Lake Management Society.
- sinicearasy. (2003 - 2016). *sinicearasy galeria*. Obtenido de sinicearasy galeria: <http://galerie.sinicearasy.cz/galerie/chromophyta/bacillariophyceae>
- Springer, M., Hanson, P., & Ramírez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista biológica tropical*.
- Streble. (1987).
- Terneus, E, Vásconez, J, Carrasco, C, & Rosero, D. (20 de Junio de 2003). • Manual básico aplicado al estudio de la hidrobiología. Fundación para la investigación y conservación de los ecosistemas acuáticos. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Universidad de Cádiz. (s.f.). Atlas Digital del Fitoplancton. En F. Alvarez, M. Hernández, J. Rueda, M. Gutiérrez, & M. Villa, *Fitoplancton*.
- Universidad de Turín, Via Accademia Albertina 13, I-10123 Turín, Italia. (Octubre de 2009). *Diatomeas*. Recuperado el Diciembre de 2016, de www.scielo.org: http://www.scielo.org/za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1816-79502009000500008
- Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ciencias. (2012). Fascículo 102. BACILLARIOPHYTA Hustedt. En *FLORA DEL VALLE DE TEHUACÁN-CUICATLÁN* (Primera ed., Vol. 102, pág. 237). México, México, Coyoacán .
- Veintimilla , K. (2010). *La contaminación del agua. Análisis jurídico sobre laproteccion del río cutuchi y su saneamiento en la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi* . Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/biststream/27000/1164/1/T-UTC-0822.pdf>.
- westerndiatoms.colorado. (2014). *westerndiatoms.colorado*. Obtenido de westerndiatoms.colorado: <http://westerndiatoms.colorado.edu/species>
- Yaguache, R. (2002). "*consideraciones Ambientales en la Cuenca Hidrográficas*". Graficas Halas.
- Nacional, L. (22 de Marzo de 2010). *NOTICIAS COTOPAXI*. Obtenido de Noticias Cotopaxi: www.la hora.com.ec

ANEXOS

16.1 AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por las estudiantes: **Eugenia Fernanda Fonseca Borja Y Jesica Maribel Silva Zefla** Egresadas de Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente de la Universidad Técnica de Cotopaxi: cuyo título versa “**DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE TRÓFICO DE LA CALIDAD DE AGUA A PARTIR DE LA PRESENCIA DE DIATOMEAS EPILÍTICAS EN EL RÍO CUTUCHI, SECTOR BAÑO AZUL, CANTÓN LATACUNGA**”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, Febrero del 2017

Atentamente,

.....

M.S.c. Mariela Gallardo

C.I.

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS

16.2 Hoja de campo

DIATOMEAS

Rio:	
Localidad:	
UTM:	

Técnico:	
Fecha:	
Hora:	

PROFUNDIDAD (cm):

CARACTERÍSTICAS HIDROMORFOLÓGICAS:	
Velocidad de la corriente: <input type="checkbox"/> Muy rápida <input type="checkbox"/> Rápida <input type="checkbox"/> Lenta <input type="checkbox"/> Agua estancada	Tipo cauce: <input type="checkbox"/> Recto <input type="checkbox"/> Curvado <input type="checkbox"/> Sinuoso <input type="checkbox"/> Otros
Vegetación acuática: <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/> Presente	Porcentaje de sombra en el cauce: <input type="checkbox"/> Sombreado con ventanas <input type="checkbox"/> Totalmente en sombra <input type="checkbox"/> Grandes claros o expuesto
Tipo de sustrato (dominancia de): <input type="checkbox"/> Rocas <input type="checkbox"/> Rocas con presencia de canto rodado <input type="checkbox"/> Cantos rodados con algunas rocas <input type="checkbox"/> Cantos rodados y arena gruesa <input type="checkbox"/> Arena gruesa <input type="checkbox"/> Arena fina <input type="checkbox"/> Limos <input type="checkbox"/> Micrófitos o algas filamentosas <input type="checkbox"/> Otros:	ESQUEMA DEL TRAMO:
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:	
Transparencia del agua Fondo visible <input type="checkbox"/> Algo turbio <input type="checkbox"/> Poco visible <input type="checkbox"/> No visible <input type="checkbox"/>	
Temperatura del agua (°C) <input type="text"/> oxígeno disuelto: <input type="text"/> mg/l Ph: <input type="text"/> Conductividad: <input type="text"/>	
USO DEL ENTORNO	
<input type="checkbox"/> Agrícola <input type="checkbox"/> Ganadero <input type="checkbox"/> Industria <input type="checkbox"/> Recreativo <input type="checkbox"/> Urbano <input type="checkbox"/> Servicios <input type="checkbox"/> Ninguno	
IMPACTOS	
<input type="checkbox"/> Puentes <input type="checkbox"/> Pantano <input type="checkbox"/> Canal <input type="checkbox"/> Dique <input type="checkbox"/> Vertidos <input type="checkbox"/> Dragados <input type="checkbox"/> Otros	

16.3 Anexo 1: Beneficiarios del Río Cutuchi

Tabla 19: Beneficiarios

NOMBRE DEL DIRECTORIO	PARROQUIA	CANTON	NOMBRE FUENTE(S)	CAUDAL (L/S)	AREA(HA) REGABLE (DOSIS 0,5 L/S)	# USUARIOS	COTA	COORDENADAS-MERCATOR
DIRECTORIO BELISARIO QUEVEDO	BELISARIO QUEVEDO	LATACUNGA	Río Illuchi	606,5	303,25	1157		543 1/s(S. Inst) y 63.5(Rayo Filo)
DIRECTORIO ACEQUIA MARTINEZ	BELISARIO QUEVEDO	LATACUNGA	Vert. El Pogyo	5,6	2,8	26		
RIEGO POR ASPERSIÓN PARA LA COMUNIDAD CULAGUANGO ALTO	BELISARIO QUEVEDO	LATACUNGA	20	109	80.000,00	0	0	
CONSTRUCCIÓN TANQUE DE RESERVA SISTEMA DE RIEGO LA DOLOROSA	BELISARIO QUEVEDO	LATACUNGA	60	200	180.000,00	0	0	
DIRECTORIO ACEQUIA REINOSOS	ELOY ALFARO	LATACUNGA	Río Pumacunchi	22	11	74	2830	9902500N-763600E
DIRECTORIO SANTA ROSA DE PICHUL	ELOY ALFARO	LATACUNGA		11,25	5,63	48		
DIRECTORIO ACEQUIA	ELOY	LATACUNGA	Río	54	27	41	2760	9'900750N-763800E

ALTA SAN RAFAEL	ALFARO		Pumacunchi					
DIRECTORIO SANTA ROSA DE PATUTAN	ELOY ALFARO	LATACUNGA		8,5	4,25	25		
DIRECTORIO SANTA ISABEL DE PATUTAN	ELOY ALFARO	LATACUNGA		3,4	1,7	39		
DIRECTORIO PITIGUA CANASTILIN ZUMBALICA	ELOY ALFARO	LATACUNGA	Qda.Catequilla (Rema.Hda. Tilipulito)	6,4	3,2	60	2890	9901600N-761300N
DIRECTORIO TARQUI PITIGUA	ELOY ALFARO	LATACUNGA	Qda. Catequilla	32	16	147	2830	9900400N-762000E
DIRECTORIO SAN JOAQUIN	ELOY ALFARO	LATACUNGA	Reman.Hdas. Sta.Isabel, Tilipulito	6,76	3,38	31	2880	9'904400N-761500E
DIRECTORIO TILIPULO PICHUL	ELOY ALFARO	LATACUNGA	Rem. Hda. Cachipamba	6,29	3,15	17		
DIRECTORIO ELOY ALFARO	ELOY ALFARO	LATACUNGA		6,4	3,2	31		
DIRECTORIO PARCELEROS DE PATOCOCHA	ELOY ALFARO	LATACUNGA	Río Pumacunchi	7,29	3,65	48		
DIRECTORIO ALEJANDRO	ELOY	LATACUNGA	Río	21,49	10,75	117		

PAZ MALDONADO	ALFARO		Pumacunchi					
DIRECTORIO BRAZALES TAÑALO	ELOY ALFARO	LATACUNGA	Río Cutuchi	14,6	7,3	16		
DIRECTORIO SALACHE	ELOY ALFARO	LATACUNGA		63,15	31,58	69		
DIRECTORIO ACEQUIA BAJA SAN RAFAEL	ELOY ALFARO	LATACUNGA	Río Pumacunchi	63	31,5	124		
DIRECTORIO VIRGEN DEL CISNE	ELOY ALFARO	LATACUNGA	Río Cutuchi	44,5	22,25	43	2940	9915376N-766508E
DIRECTORIO ASOCIACION AGRICULTORES PATUTAN	ELOY ALFARO	LATACUNGA	Río Pumacunchi	32,5	16,25	35	2860	9905600N-762800E
DIRECTORIO ACEQUIA BASTIDAS	ELOY ALFARO	LATACUNGA	Río Cutuchi	8,16	4,08	44		
DIRECTORIO SALACHE BAJO	ELOY ALFARO	LATACUNGA	Río Salache	15,9	7,95	50	2700	9'890600N-764700E
DIRECTORIO ZUMBALICA SUR CENTRO	ELOY ALFARO	LATACUNGA	Río Pitigua o Quebrada Pitigua	2	1	230	2810	9900030N-762271E
SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN ELOY ALFARO, SARAPAMBA	ELOY ALFARO	LATACUNGA	342	180	100.000,00	0	0	

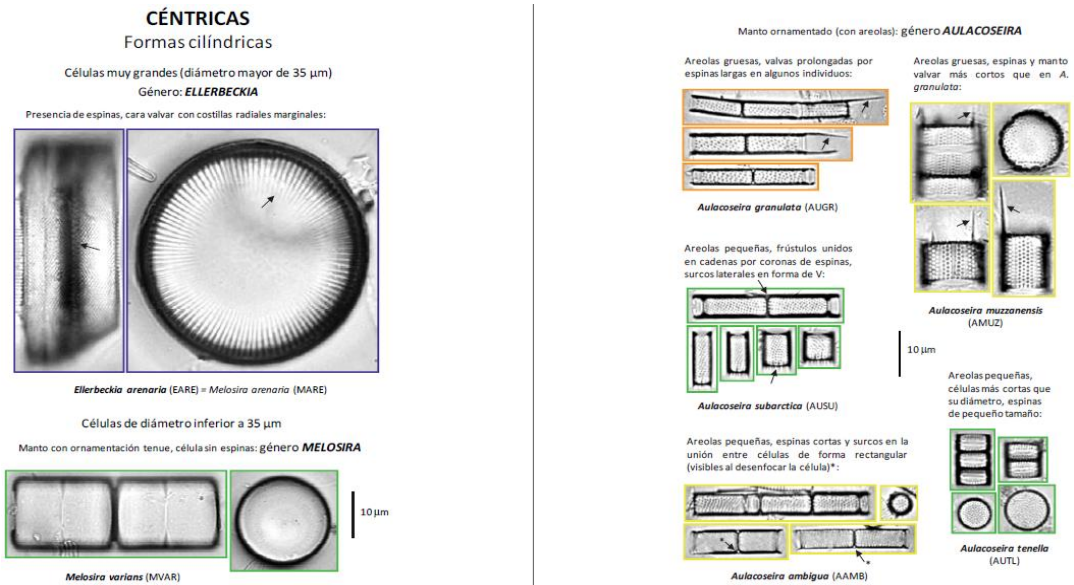
SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION SALACHE GRANDE	ELOY ALFARO	LATACUNGA	90	200	230.000,00	0	0	
SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN SALACHE RUMIPAMBA	ELOY ALFARO	LATACUNGA	60	80	30.000,00	0	0	
DIRECTORIO UNION Y PROGRESO	ANTONIO J. HOLGUIN	SALCEDO	Río Nagsiche	9,36	4,68	35		
DIRECTORIO CHASOALO NUMERO 1	ANTONIO J. HOLGUIN	SALCEDO		22,45	11,23			
DIRECTORIO CENTRAL HOLGUIN CHIRIBOGA	ANTONIO J. HOLGUIN	SALCEDO	Río Nagsiche	45	22,5	200		
DIRECTORIO LA ESPERANZA	ANTONIO J. HOLGUIN	SALCEDO	Río Nagsiche	20,7	10,35	132	2760	9883200N-762500E
REVESTIMIENTO DE CANAL ANCHILANGUALO LA DELICIA	SAN MIGUEL	SALCEDO	120	70	175.000,00	0	0	
REVESTIMIENTO DEL CANAL SALACHE SAN JOSE	SAN MIGUEL	SALCEDO	60	210	75.000,00	0	0	

CONSTRUCCION DE TANQUE Y CONDUCCION PRINCIPAL DE LA JUNTA DE RIEGO MODULAR ARGENTINA	SAN MIGUEL	SALCEDO	110	100	300.000,00	380.000,00	0	
REVISTIMIENTO DE CANAL Y REPOSICION DE COMPUERTAS DEL SISTEMA DE RIEGO CANAL JIMÉNEZ CEVALLOS (CANAL ESTATAL)	LATACUNGA	Latacunga - Salcedo	Belisario Quevedo	500 L/S . 846 USUARIS	200	785		
REVISTIMIENTO DE CANAL Y REPOSICION DE COMPUERTAS DEL SISTEMA DE RIEGO CANAL JIMÉNEZ CEVALLOS (CANAL ESTATAL)	LATACUNGA	Latacunga - Salcedo	Illuchi					
REVISTIMIENTO DE CANAL Y REPOSICION DE	SAN MIGUEL	Latacunga - Salcedo	Cangahua					

COMPUERTAS DEL SISTEMA DE RIEGO CANAL JIMÉNEZ CEVALLOS (CANAL ESTATAL)								
REVISTIMIENTO DE CANAL Y REPOSICION DE COMPUERTAS DEL SISTEMA DE RIEGO CANAL JIMÉNEZ CEVALLOS (CANAL ESTATAL)	SAN MIGUEL	Latacunga - Salcedo	San Pedro					
REVISTIMIENTO DE CANAL Y REPOSICION DE COMPUERTAS DEL SISTEMA DE RIEGO CANAL JIMÉNEZ CEVALLOS (CANAL ESTATAL)	SAN MIGUEL	Latacunga - Salcedo	Leopoldo Navaz					

16.4 Anexo 2: Guía taxonómica de Diatomeas

Figura 6: Guías de Diatomeas



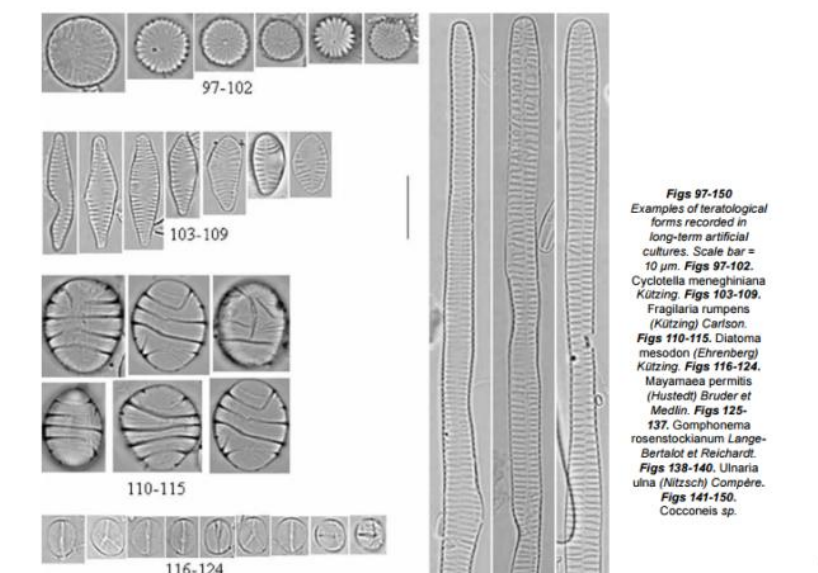
Fuente: Confederación hidrológica del Duero España 2010

Según: Universidad de Turín, (2009)

Realizan diferentes investigaciones con diatomeas a continuación:

- Anomalías morfológicas de las paredes de sílice de diatomeas en relación con la contaminación por metales pesados y condiciones de crecimiento artificial.

Figura 7: Anomalías morfológicas

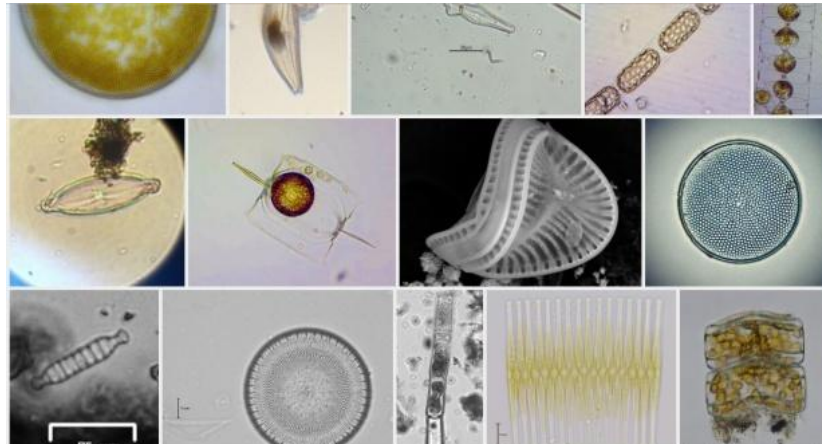


Fuente: Universidad de Turín, (2009)

Según:(Naturalista, 2013)

En esta página web encontramos una amplia galería de imágenes donde se puede apreciar las características de las distintas especies de diatomeas que pueda existir.

Figura 8:Guía taxonómica Digital

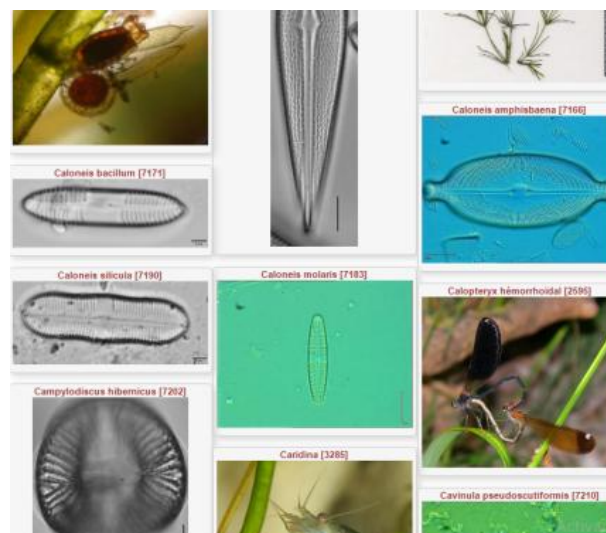


Fuente: (Naturalista, 2013)

Según: (Sandre, 2017)

Esta galería presenta las imágenes de la ilustración de 2175 las denominaciones de taxones sobre los 42581 que son referentes por la secretaria técnica del sitio de Sandre surce.

Figura 9:Guía Digital

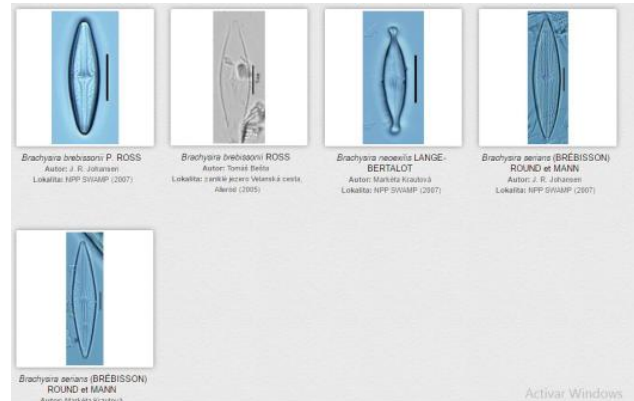


Fuente: Red de control de calidad de aguas superficiales confederación hidrológica del Tajo España 2007.

Según: (sinicearasy, 2003 - 2016)

La galeria indica chromophyta – bacillariophyceae

Figura 10: Clasificación Digital



Fuente: (Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información, 2011)

Según: (Gobierno de España - Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015)

ID-TAX

La información ofrecida en el Proyecto ID-TAX se distribuye en la web del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de forma pública y gratuita para su utilización por quien lo desee sin que puedan asumirse responsabilidades por parte de ID-TAX en cuanto a su fiabilidad, atribuible tan solo a los autores de los trabajos corológicos, taxonómicos o fotográficos.

Figura 11: La información ofrecida en el Proyecto ID-TAX

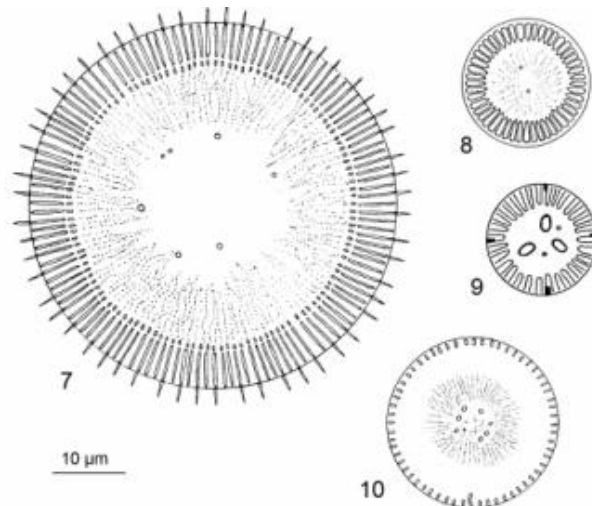


Fuente: (Gobierno de España - Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015)

Según: (Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ciencias, 2012)

El libro es de gran importancia por nos indica como se realiza la identificación.

Figura 12: Identificaciones las diatomeas

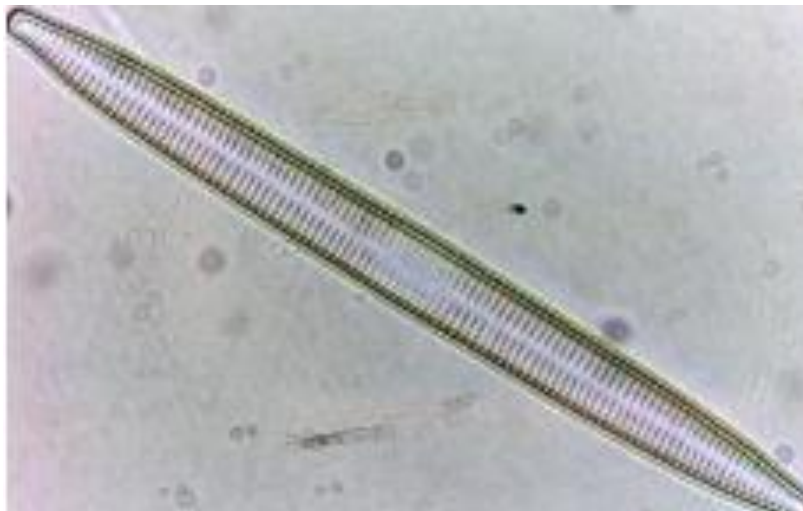


Figuras 5-10. Bacillariophyta. Triceratales. 5. *Pleurosira laevis*, vistas conectiva y valvar. Chaetocerotales. 6. *Chaetoceros muelleri*, vistas conectiva y valvar. Thalassiosirales. 7. *Cyclotella alchichicana*. 8. *Cyclotella meneghiniana*. 9. *Cyclotella ocellata*. 10. *Conticribra weissflogii*.

Fuente: (Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ciencias, 2012)

Comunidad biológica del fitoplancton Evaluación: Estudio de caso en el Ballona Reserva Ecológica de Humedales. (Anda, y otros, 2014)

Figura 13: Muestras de las diatomeas



Fuente: (Anda, y otros, 2014)

Figura 3: Atlas Digital del Fitoplancton



Fuente:(Univercidad de Càdiz)

Diatomeas de la agua de las Isla Canaria

Figura 14: Diatomeas de la agua de las Isla Canaria

ORDEN SURIRELLALES

DIATOMEAS
De las aguas costeras de las Islas Canarias







Surirella ovalis Brébisson 1838

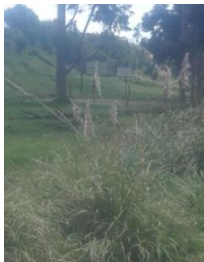


Fuente:(Agencia Canaria de Investigacion, Innovaciòn y Sociedad de la Informaciòn, 2011)

16.5 Anexo Flora y fauna del área de estudio.

Tabla 20: Lista de referencia de la flora que se encontró en las afueras del Río Cutuchi, Baño azul.





FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FOTO
Araliaceae	Oreopanax cf. ecuadorensis See m	Mishimaki, pumamaki, jurapango	
Asteraceae	Hypochaeris siliflora Kunth	Achicoria, killutane	
Cactaceae	Opuntia ficus-indica	Cactus-tuna	
Cunoniaceae	Weinmannia fragaroides Kunth	MATACHI, encino, vicundo, sarafino, machete	
Gunneraceae	Gunnera magellanica Lam.	Conejo kiwa, orejuela	
Poaceae	Paspalum bonplandianum Flügge	Filagrama	






Poaceae	Cortaderianitida Pilg.	SIKSE, siksi de páramo, carrizo	
---------	---------------------------	------------------------------------	---

Fuente: (programa de apoyo a la gestión de los recursos naturales, 2001)

Elaborado por: Las Investigadoras

Tabla 21: lista de referencia de la fauna que se encontró en las afueras del Río Cutuchi, baño azul.

FAMILIA	CLASE	ORDEN	NOMBRE COMUN	FOTO
Bovidae	Mammalia	Artiodactyla	Vaca	
Canidae	Mammalia	Carnivora	Perro	
Muridae	Mammalia	Rodentia	Ratón	
Acrididae	Insecta	Orthoptera	Saltamontes	

Arthropoda	Insecta	Lepidoptera	Mariposas	
Bufónidos	Anfibios	Anuros	Sapos	
Araneae	Arachnida	AraneaeClerck	Arañas	
Muscidae	Calliphoridae	Diptera	Moscas	
Sympetrumfonscolombii	Insecta	Odonata	Libelulas	

Elaborado por: Las Investigadoras.

16.6 Anexo 3: Especia de Diatomeas

En los resultados de la identificación destacamos la siguiente tabla con su familia, género y especie; su respectiva descripción, además se especifica la calidad del agua a la que dichas especies pertenecen:

Tabla 22: Relación taxonómica de diatomeas encontradas en el Río Cutuchi

N°	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	DESCIPCION
1	Achnanthaceae	<i>Achnanthes</i>	<i>Achnanthes conspicua</i> , <i>Planothidium conspicuum</i>	1. Frústulo generalmente de estructura alargada, rara vez de forma circular, usualmente con un rafe o pseudorrafe 2. Frústulo provisto de rafe en, al menos, una valva, a veces muy corto y restringido a los polos 3. El rafe se extiende normalmente a lo largo de toda la cara valvar 4. Una de las valvas presenta rafe, la otra generalmente un pseudorrafe 5. Frústulos ligeramente curvados a lo largo del eje longitudinal 6.- Es de contaminación Leve
2			<i>Achnanthes subhudsonis</i> <i>var. kraeuselii</i>	1 Válvulas pequeñas, estrechas, lanceoladas 2 Estrías irradian 3 Válvula Raphe con estrías más espaciadas en el centro 4 Sin embargo válvula con estrías más uniformemente espaciados 5.- Es de contaminación Leve
3		<i>Achnanthidium</i>	<i>Achnanthidium druartii</i>	1 Válvulas lineales-lanceoladas a lanceoladas con extremos de subrostrato 2 Estrías muy ligeramente irradiadas en ambas válvulas 3 La densidad de la estría difiere notablemente entre la válvula central y los extremos Es de contaminación Leve
4	Scoliotropidaceae	<i>Biremis</i>	<i>Biremis circumtexta</i> (<i>Meister ex Hustedt</i>) <i>Lange-Bertalot et Witkowski</i>	1. lanceoladas válvulas 2. zona axial de ancho, lanceoladas 3. estrías marginales 4. Areolas visibles bajo LM 5. En un lado de la válvula, una fila de areolas lado de rafe Es de contaminación Moderada
5	Brachysiraceae	<i>Brachysira</i>	<i>Brachysira microcephala</i>	1. Válvulas con subcapitalización a ápices capitados 2. Las estrías centrales irradian 3. Área central pequeña, asimétrica, redondeada 4. Variable de la forma de la areola Es de Contaminación moderada

6	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i>	<i>Cocconeis placentula sensu lato</i>	<p>1 Válvulas relativamente planas, elípticas a lineales-elípticas</p> <p>2 Válvula Rafe con área central pequeña</p> <p>3 Estrías en la válvula del rafe interrumpida por el anillo hialino</p> <p>4 estrías irradian</p> <p>Las válvulas son elípticas a lineales-elípticas y relativamente planas. El rafe es recto y filiforme.</p> <p>Es de contaminación Leve</p>
7	Stauroneidaceae	<i>Craticula</i>	<i>Craticula accomoda</i>	<p>1 Válvulas pequeñas</p> <p>2 Apuestas rostrate to subcapitate</p> <p>3 Densidad de estrías similar a través de la válvula</p> <p>4 Estrías convergentes cerca de los ápices</p> <p>Es de contaminación Moderada</p>
8	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i>	<i>Cyclotella Meneghiniana Kützing</i>	<p>1. Válvula de cara plana</p> <p>2. Colliculate centro de la válvula</p> <p>3. Fultoportula sola rimoportula sola</p> <p>Es de contaminación Alta</p>
9			<i>Cyclotella pseudostelligera Hustedt</i>	<p>Células simples, cilíndricas generalmente vistas en vista de válvula. Las válvulas tienen una ondulación concéntrica, pero ocasionalmente son planas. El borde de la válvula está sin líneas de sombra. El centro de la válvula tiene una estructura en forma de estrella distinta con una aréola central</p> <p>Es de contaminación Alta</p>
10	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i>	<i>Cymbella cosleyi</i>	<p>1. Válvulas con subcapitalización a ápices capitados</p> <p>2. Las estrías centrales irradian</p> <p>3. Área central pequeña, asimétrica, redondeada</p> <p>4. Variable de la forma de la areola</p> <p>Es de contaminación Moderada</p>
11			<i>Cymbopleura</i>	<i>Cymbopleura amphicephala (Nägeli) Krammer</i>
12	Gomphonemataceae	<i>Didymosphenia</i>	<i>Didymosphenia geminata</i>	<p>1. válvulas grandes</p> <p>2. capitate Headpole</p> <p>3. 2-5 estigmas</p> <p>4. Apical porefield presente</p> <p>5. rafe distal desviado</p> <p>Es de contaminación Alta</p>

13	Diploneidaceae	<i>Diploneis</i>	<i>Diploneis elliptica</i>	1 Válvulas elípticas 2 Zona central grande, redonda 3 Estrías irradian 4 Estrías uniseriadas Es de contaminación Moderada
14			<i>Diploneis ovalis</i>	1. Válvulas elípticas-ovales 2. Válvulas grandes 3. Canales longitudinales estrechos 4. Estrías uniseriadas 5. Área central grande Es de contaminación Moderada
15			<i>Discostella pseudostelligera</i>	1 Válvulas extremadamente pequeñas 2 Válvula central plana, cóncava o convexa 3 Ornamentación central presente o ausente 4 Las fuloportulas marginales son evidentes 5 Fuloportulas pueden poseer tubos y / o campanas proyectantes Es de contaminación Moderada
16	Cymbellaceae	<i>Encyonema</i>	<i>Encyonema nicafei</i>	1 Margen ventral lineal 2 Ápices de válvulas ampliamente redondeadas 3 Estrías centrales dorsales número 9 en 10 µm 4 Filas de aréolas dorsales más cercanas a la zona central oval, convirtiéndose en lineoladas Es de contaminación Moderada
17			<i>Encyonema ventricosum</i>	1. Frústulo generalmente de estructura alargada, rara vez de forma circular, usualmente con un rafe o pseudorrafe 2. Frústulo provisto de rafe en, al menos, una valva, a veces muy corto y restringido a los polos 3. Las dos valvas presentan rafe 4. Las dos ramas del rafe se sitúan sobre la superficie valvar 5. Valvas asimétricas y/o heteropolares, no sigmoides 6. Valvas isopolares Es de contaminación Moderada
18	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>	<i>Eunotia rhomboidea</i>	1 Rhomboid en vista cintura 2 Asimétrico al eje apical y transápico 3 Un ápice más ancho que el otro 4 Helictoglossae cerca o cerca de los ápices 5 Curvas distales del rafe en la cara de la válvula Es de contaminación Moderada

19			<i>Eunotia subherkiniensis</i>	1 Biundulado del margen dorsal 2 Ápices de forma oblicua 3 Ápices dorsalmente recurvados 4 Estrías irradian Es de contaminación Moderada
20	Anaulaceae	<i>Eunotogramma</i>	<i>Eunotogramma frauenfidii grunow</i>	Es de contaminación Alta
21	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i>	<i>Fragilaria ulna</i>	1. Las válvulas lineales o a veces lanceoladas se estrechan para cerrar los ápices. 2. El área central es distinta, generalmente alcanza el margen de la válvula. 3. Las estrías fantasmas son a menudo visibles dentro del área central. 4. En algunas poblaciones el área central es más pequeña, circular o elíptica en contorno y no alcanzar el margen de la válvula. Es de contaminación Alta
22			<i>Fragilariforma acidobiontica</i>	1. válvulas lineales 2. ápices rostrados 3. ausente esternón Colonias unidas por espinas Es de contaminación Moderada
23	Naviculaceae	<i>Geissleria</i>	<i>Geissleria decussis</i> (Østrup) Lange-Bertalot y Metzeltin	1 Válvulas elípticas-lanceoladas con rostro para capitalizar los ápices 2 Estrías radiadas, generalmente dobladas 3 Área central compuesta por estrías alternas cortas y largas 4 Anillos en dos filas en los polos 5 El estigma puede estar presente en el área central Es de contaminación Moderada
24			<i>Geissleria similis</i> (Krasske) Lange-Bertalot y Metzeltin	Es de contaminación Moderada
25	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>	<i>Gomphonema lagenula</i>	Es de contaminación Alta 1. Frústulo generalmente de estructura alargada, rara vez de forma circular, usualmente con un rafe o pseudorrafe 2. Frústulo provisto de rafe en, al menos, una valva, a veces muy corto y restringido a los polos 3. Las dos valvas presentan rafe 4. Las dos ramas del rafe se sitúan sobre la superficie valvar 5. Valvas asimétricas y/o heteropolares, no sigmoides Polo apical apuntado

26			<i>Gomphonema louisiananum</i>	<p>1 Válvulas lanceoladas-clavadas 2 Ápices estrechamente redondeados 3 Estrías muy cortas Gomphonema louisiananum tiene válvulas lanceoladas-clavadas con ápices estrechamente redondeados. Las estrías son muy cortas, dando como resultado un gran área axial de forma lanceolada. No hay estigma. Es de contaminación Alta</p>
27			<i>Gomphonema stoermeri</i>	<p>1 Válvulas lineales-lanceoladas a clavadas 2 Zona central asimétrica 3 Estigma distinto Las estrías son paralelas a radiar en el centro y cerca de la cabeza, haciéndose más fuertemente radiante. Es de contaminación Alta</p>
28	Naviculaceae	<i>Krasskella</i>	<i>Krasskella kriegneriana</i>	<p>1 Válvulas pequeñas 2 Proximal rafe termina distante 3 Estrías compuestas de una areola alargada Las válvulas son pequeñas. El rafe es difícil de ver en LM, pero los extremos proximales del rafe son espesamientos distintos colocados a una distancia el uno del otro. Cada estría se compone de una sola areola alargada. Es de contaminación Alta</p>
29	Diadesmidaceae	<i>Luticola</i>	<i>Luticola muticoides</i> (Hustedt) Mann	<p>1. Ápices prolongados 2. Estigma distinto 3. Área central con estrías cortas y marginales Es de contaminación Moderada</p>
30	Melosiraceae	<i>Melosira</i>	<i>Melosira varians</i>	<p>1. Frústulo con estructura radial o concéntrica, sin rafe ni pseudorrafe; a menudo con aspecto circular o cilíndrico 2. Frústulos cilíndricos con mantos largos, normalmente aparecen en visión pleural, y a menudo conectados entre sí por las caras valvares formando colonias filamentosas 3. Frústulos menores (diámetro menor de 35 µm). Cara valvar ornamentada de otra forma 4. Ornamentación en el manto tenue o invisible 5. Ornamentación en el manto invisible Es de contaminación Moderada</p>
31	Naviculaceae	<i>Navícula</i>	<i>Navícula aitchelbee</i>	<p>1 Ápices subcapitate 2 Área central pequeña, asimétrica 3 estrías rectas, 14-16 pulgadas en 10 µm Es de contaminación Alta</p>

32			<i>Navicula cascadiensis</i>	<p>1 Válvulas elípticas 2 Anulaciones 2-4 3 Areolae distinto Las válvulas son elípticas, con ápices cuneados. Es de contaminación Moderada</p>
33			<i>Navicula caterva</i>	<p>1. Frústulo generalmente de estructura alargada, rara vez de forma circular, usualmente con un rafe o pseudorrafe 2. Frústulo provisto de rafe en, al menos, una valva, a veces muy corto y restringido a los polos 3. El rafe se extiende normalmente a lo largo de toda la cara valvar 4. Estrías formadas por lineolas Es de contaminación Alta</p>
34			<i>Navicula Cryptocephala</i>	<p>Es de contaminación leve 1. Válvulas lanceoladas con ápices prolongadas 2. área central grande y circular 3. rafe proximal externa termina expandió</p>
35			<i>Navicula lanceolata</i>	<p>1 Margen de la válvula lanceolado, ancho en la válvula central y ligeramente rugoso, extremos redondeados 2 Área central irregular ovalada 3 Estrías irradian, excepto en los extremos donde se convierten en convergentes. Es de contaminación Alta</p>
36			<i>Navícula nunivakiana</i>	<p>1 Válvulas lanceoladas con márgenes centrales redondeados 2 Zona central asimétrica 3 Área axial amplia 4 Estrías ampliamente espaciadas Es de contaminación Moderada</p>
37			<i>Navícula oppugnata</i>	<p>1 Válvulas lanceoladas 2 Extremos de rafe proximales doblados al lado secundario 3 estrías gruesas 4 Areolae grueso Es de contaminación Moderada</p>
38			<i>Navicula peregrina</i>	<p>1 Válvulas grandes, lanceoladas 2 Estrías ampliamente espaciadas en el área central 3 Areolae relativamente tosco 4 Extremos de rafe proximales expandidos Es de contaminación Alta</p>
39			<i>Navicula schroeteri meister</i>	<p>1. Válvulas grandes 2. Complejo de Raphe Ápices redondeados Es de contaminación Moderada</p>


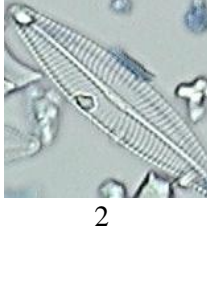



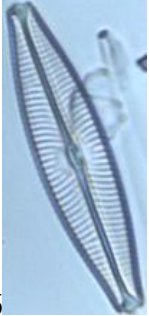


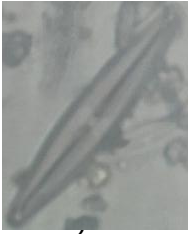


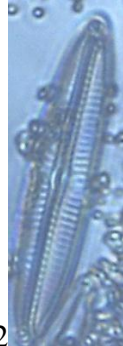
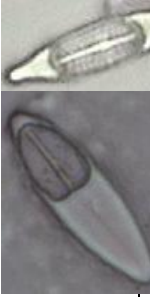



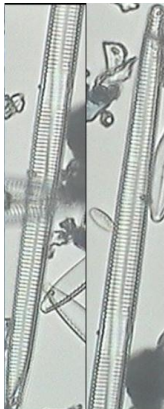


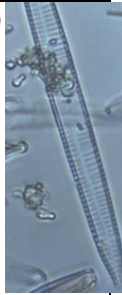
40			<i>Navicula subrotundata</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Frústulo generalmente de estructura alargada, rara vez de forma circular, usualmente con un rafe o pseudorrafe 2. Frústulo provisto de rafe en, al menos, una valva, a veces muy corto y restringido a los polos 3. El rafe se extiende normalmente a lo largo de toda la cara valvar 4. Las dos valvas presentan rafe 6. Las dos ramas del rafe se sitúan sobre la superficie valvar 7. Valvas simétricas e isopolares, o sigmoides 8. Frústulo plano <p>Es de contaminación Alta</p>
41			<i>Navicula Vaneei</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. lanceoladas válvulas 2. Ápices estrechos, ligeramente prolongados 3. Estrías resumen, ampliamente espaciados en la zona central 4. gruesa areolas <p>Es de contaminación moderada</p>
42			<i>Navicula vulpina</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Válvulas lanceoladas 2 Longitud 85-110 µm 3 Ápices ampliamente redondeados 4 estrías claramente lineal <p>Es de contaminación Alta</p>
43			<i>Nitzschia anfibios</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las válvulas son lineales a lanceoladas 2. Estrías claramente punteada nódulo central que tiene actualmente <p>Es de contaminación Moderada</p>
44	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>	<i>Nitzschia dissipata</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Raphe ligeramente excéntrico al eje apical 2 Fíbulas distantes y regularmente espaciadas 3 Conopeum presente 4 Estrías difíciles de discernir <p>Es de contaminación Moderada</p>
45			<i>Nitzschia Filiformis</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Válvulas lineales o ligeramente sigmoide 2. nódulo central prominente 3. Fíbulas espaciadas irregularmente y dimensionado 4. Fíbulas ligeramente posicionado margen de las válvulas <p>Es de contaminación Moderada</p>

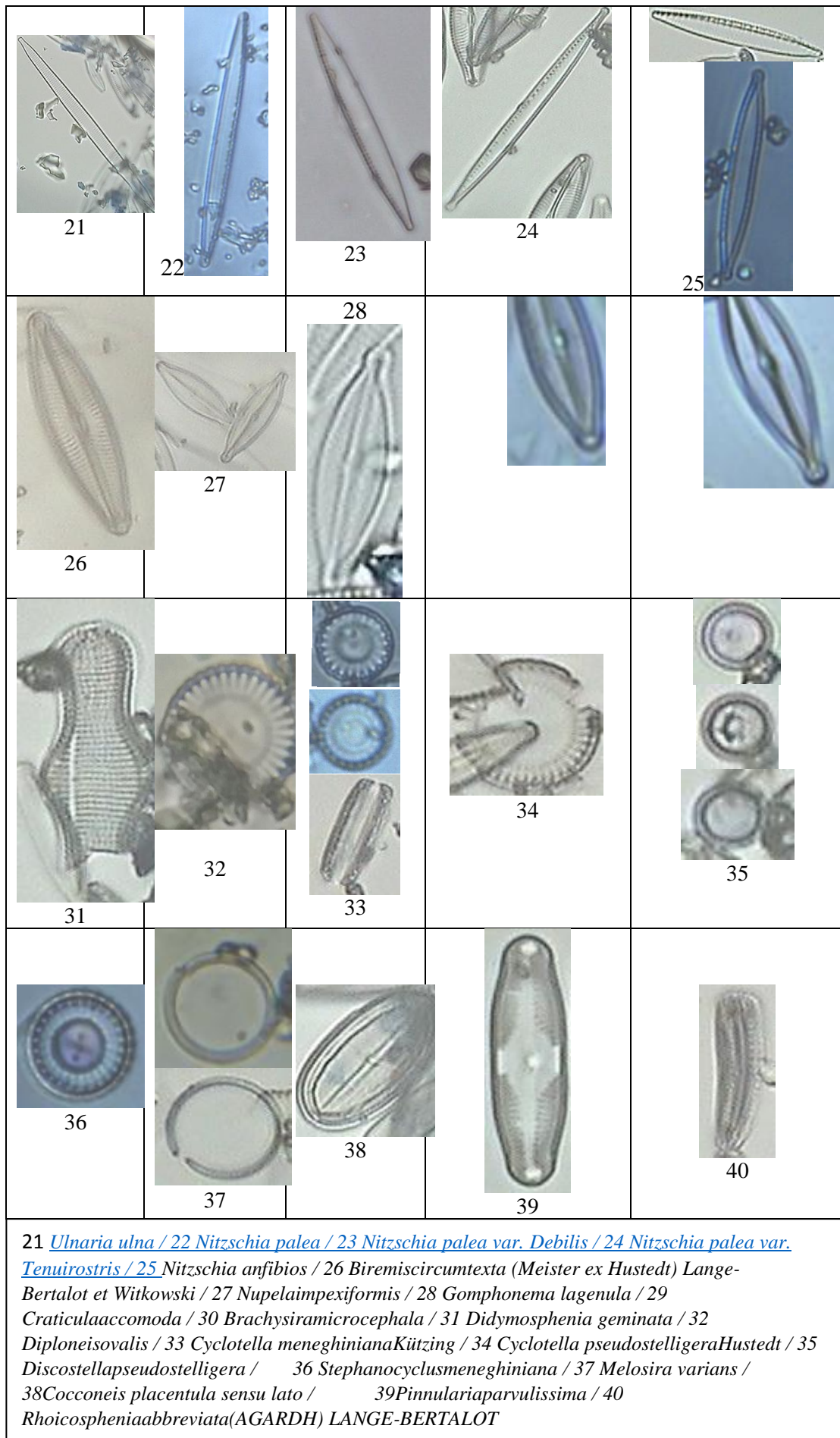
46			<i>Nitzschia palea</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Válvulas lanceoladas 2 Ápices subcapitate 3 Estrías apenas visibles <p>La válvula es lanceolada con los lados paralelos y que se estrechan rápidamente en los polos, terminando con los ápices del subcapitate. Fíbulas distintas. Estrías apenas visibles</p> <p>Es de contaminación Alta</p>
47			<i>Nitzschia palea</i> var. <i>debilis</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Válvulas lanceoladas, con lados más o menos paralelos 2 Ápices redondeados 3 Fíbulas aprox. 12-15 en 10 µm <p>Es de contaminación Alta</p>
48			<i>Nitzschia palea</i> var. <i>tenuirostris</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Válvulas con lados paralelos 2 Ápices subcapitate 3 Anchura de la válvula 2.5-3.5 µm 4 Fíbulas aprox. 12-15 en 10 µm <p>Válvulas con lados paralelos o casi paralelos, que se estrechan hasta un ápice fino con ápices subcapitales. Las estrías no son visibles, o apenas visibles.</p> <p>Es de contaminación Moderada</p>
49			<i>Nitzschia</i> in <i>inconspicua</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Válvulas pequeñas 2 Válvulas lineales a elípticas 3 Fíbulas relativamente grandes 4 Estrías arqueadas cerca de los polos <p>Es de contaminación Moderada</p>
50	Brachysiraceae	<i>Nupela</i>	<i>Nupela impexiformis</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las válvulas elíptico-lanceoladas con extremos capitadas 2. Rafe ausente en una válvula 3. zona central fuertemente asimétrica 4. Las estrías no son visibles en LM <p>Es de contaminación Alta</p>
51	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i>	<i>Pinnularia parvulissima</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Los ápices en general rostrate a subcapitate 2 Fascia presente 3 Extremos proximales del rafe bien colocados 4 Striae irradian en medio de la válvula 5 Estrías ligeramente convergentes cerca de los ápices. <p>Es de contaminación Moderada</p>

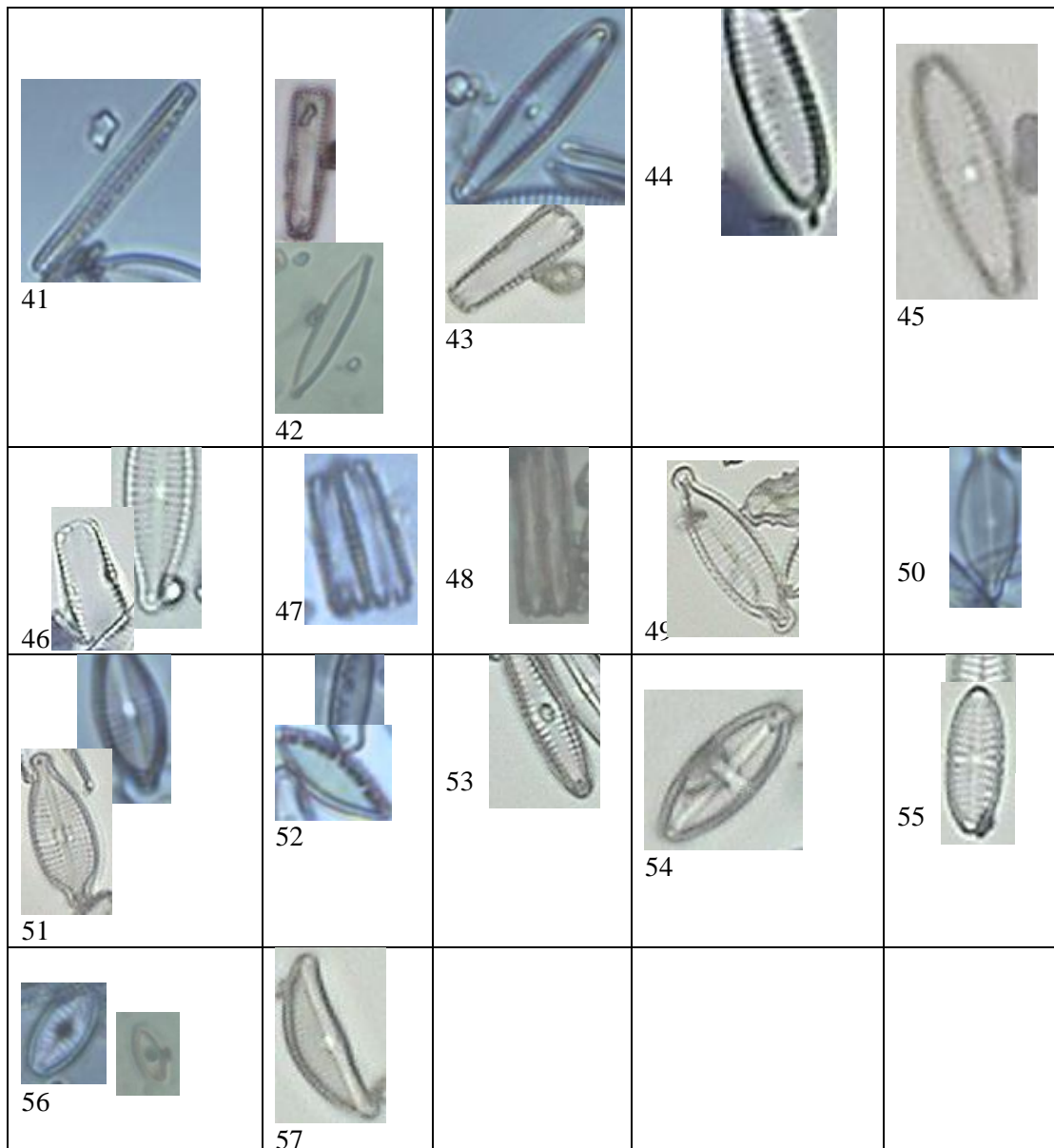
52	Achnanthaceae	<i>Psammothidium</i>	<i>Psammothidium daonense</i>	<p>1 Válvulas elípticas a lineales-elípticas</p> <p>2 Área central en la válvula de la válvula rhomboid con los bordes irregulares</p> <p>3 Raphe derecho</p> <p>4 La válvula continua tiene un área axial romboidal grande con un borde irregular. Las estrías se irradian, 24-30 en 10 µm.</p> <p>Es de contaminación Moderada</p>
53	Fragilariaceae	<i>Pseudostaurosira</i>	<i>Pseudostaurosira elliptica</i>	<p>1 Válvulas elípticas a lanceoladas</p> <p>2 Extremos de la válvula cuneados a redondeados</p> <p>3 Estrías cortas</p> <p>4 Campos de poros apicales reducidos</p> <p>Es de contaminación Moderada</p>
54	Rhabdonemataceae	<i>Rhabdonema</i>	<i>Rhabdonema arctuatatum</i>	Es de contaminación Moderada
55	Rhoicospheniaceae	<i>Rhoicosphenia</i>	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Agardh) <i>Lange-Bertalot</i>	Es de contaminación Alta
56	Surirellaceae	<i>Surirella</i>	<i>Surirella Oval</i>	<p>1. Quilla, alas alares bajas ausentes</p> <p>2. Válvulas grandes, heteropolar</p> <p>3. longitud de la válvula 14 a 75 micras, anchura 11 a 35 micras</p> <p>4. peroné densidad de 5-6 en 10 micras</p> <p>5. Frústulo generalmente de estructura alargada, rara vez de forma circular, usualmente con un rafe o pseudorrafe</p> <p>6. Frústulo provisto de rafe en, al menos, una valva, a veces muy corto y restringido a los polos</p> <p>El rafe se extiende normalmente a lo largo de toda la cara valvar</p> <p>Es de contaminación Alta</p>

Elaborado por: Las Investigadoras.

Tabla 23: De Especies - Diatomeas

 <p>1</p>	 <p>2</p>	 <p>3</p>	 <p>4</p>	 <p>5</p>
 <p>6</p>	 <p>7</p>			 <p>10</p>
 <p>11</p>	 <p>12</p>	 <p>13</p>		
 <p>16</p>	 <p>17</p>	 <p>18</p>	 <p>19</p>	 <p>20</p>
<p>1 <i>Navicula Vaneei</i> / 2 <i>Navicula lanceolata</i> / 3 <i>Navicula Cryptocephala</i> / 4 <i>Navicula vulpina</i> / 5 <i>Navicula nunivakiana</i> / 6 <i>Navicula oppugnata</i> / 7 <i>Navicula peregrina</i> / 8 <i>Navicula cascadenis</i> / 9 <i>Navicula aitchelbee</i> / 10 <i>Navicula caterva</i> / 11 <i>Navicula subrotundata</i> / 12 <i>Navicula schroeterimeister</i> / 13 <i>rhabdonema arcuatum</i> (lyngbye) kutzing / 14 <i>Surirella Oval</i> / 15 <i>Diploneis elliptica</i> / 16 <i>Nitzschia Filiformis</i> / 17 <i>Fragilaria ulna</i> / 18 <i>Cymbella cosleyi</i> / 19 <i>Encyonema nicafe</i> / 20 <i>Fragilariforma acidobiontica</i></p>				





41 *Crasskella kriegeriana* / 42 *Nitzschia dissipata* / 43 *Gomphonema louisiananum* / 44 *Achnanthes subhudsonis* var. *Kraeuselii* / 45 *Achnantheidium druartii* / 46 *Pseudostaurosira elliptica* / 47 *Eunotia*

Rhomboidea / 48 *Eunotia subherkiniensis* / 49 *Cymbopleura amphicephala* (NÄGELI) KRAMMER / 50 *Geissleria similis* (Krasske) Lange-Bertalot y Metzeltin / 51 *Geissleria decussis* (Østrup) Lange-Bertalot y Metzeltin / 52 *Nitzschia inconspicua* / 53 *Gomphonema stoermeri* / 54 *Luticola muticoides* (Hustedt) Mann / 55 *Achnanthes conspicua*, *Planothidium conspicuum* / 56 *Psammothidium daonense* / 57 *Encyonema ventricosum* / 58

IMÁGENES DE LA METODOLOGÍA:

Recolección de muestras y datos geográficos:


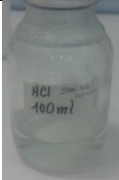
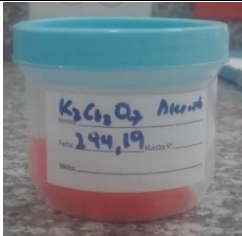

Recolección de piedras para recoger la muestra de Diatomeas



Recolección de muestras para análisis químico - físico y datos geográficos



Sustancias y materiales para realizar la limpieza de las diatomeas:

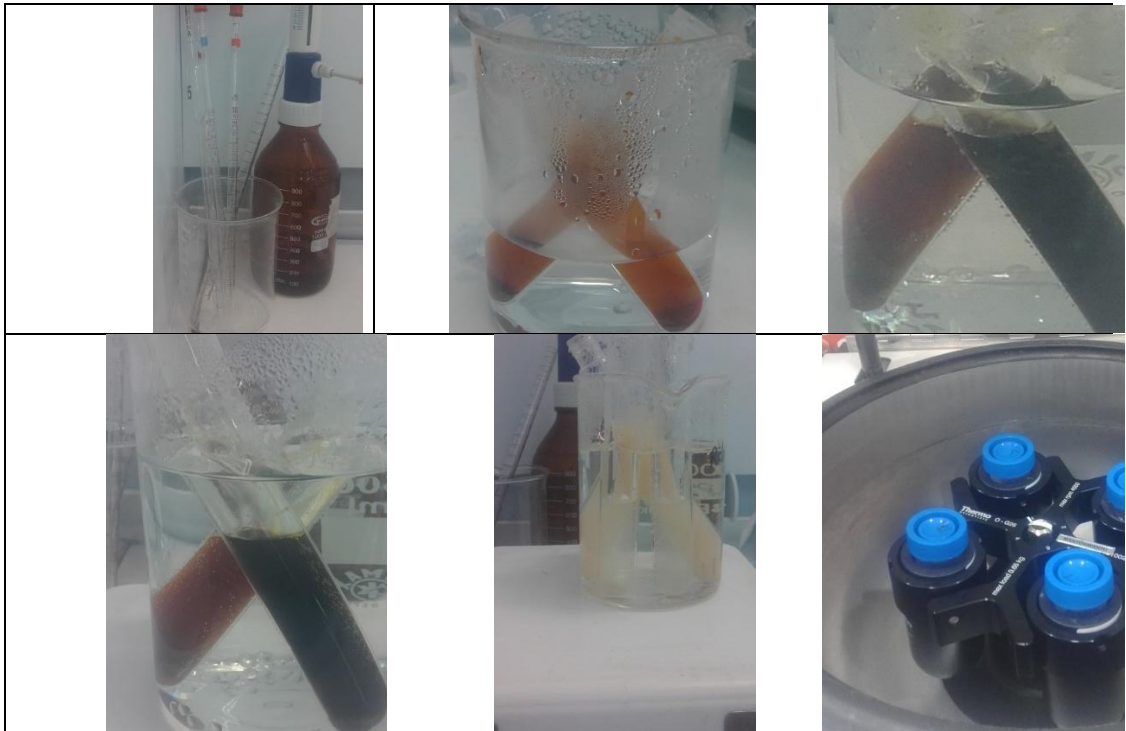
Ácido sulfúrico	Ácido clorhídrico	Dicromato de potasio	Alcohol 70%
			

Perlas de vidrio	Termometro	Tiras de ph	Pipetas aforadas
			
Microscopio	Centrifuga	Balanza analitica	Camara de abscion de gases
			
Gradilla	Pinzas para tubo de ensayo	Tubos de ensayo	Vaso de presipitacion
			
Placa Calefactora	Pipetas	Espatula	Soporte Universal
			

Fotografias de proceso de la digestion:

Procedimiento de limpieza de las muestras de diatomeas mediante digestión.

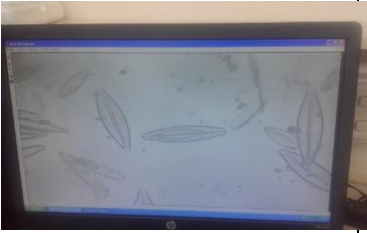


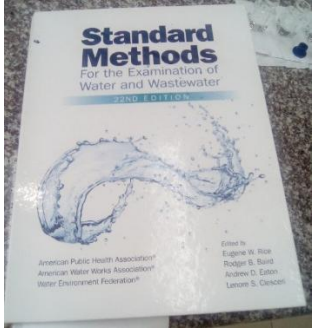


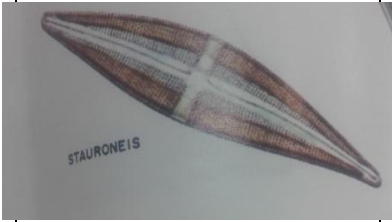
Identificación de las diatomeas:


Con la ayuda de las guías respectivas se realiza el reconocimiento de las diferentes especies.

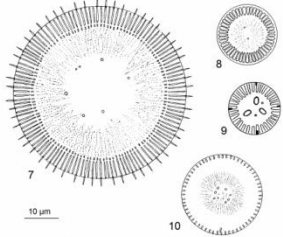












Figuras 5-10. Bacillariophyta. *Triceratales*. 5. *Pleurosigma dentis*, vistas consecutiva y lateral. *Chaetocerotales*. 6. *Chaetoceros muellerii*, vistas consecutiva y lateral. *Thalassiosirales*. 7. *Cyclotella albatrichiana*. 8. *Cyclotella meneghiniana*. 9. *Cyclotella ocellata*. 10. *Cocconeis arcuicollis*.

