UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE POSGRADO

MAESTRÍA EN DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE

Tesis previa la obtención del Grado Académico de Magíster en Desarrollo y Medio Ambiente

TEMA:

METALES PESADOS Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS RÍOS MACUL Y PICHINCHA. AÑO 2012, PLAN DE REMEDIACIÓN AMBIENTAL

AUTOR:

Ing. ALIRÍO RICARDO MONTENEGRO JIMÉNEZ

DIRECTOR:

Ing. M.Sc. RAUL QUIJIJE P.

QUEVEDO – ECUADOR

2013

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE POSGRADO

MAESTRÍA EN DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE

Tesis previa la obtención del Grado Académico de Magíster en Desarrollo y Medio Ambiente

TEMA:

METALES PESADOS Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS RÍOS MACUL Y PICHINCHA. AÑO 2012, PLAN DE REMEDIACIÓN AMBIENTAL

AUTOR:

Ing. ALIRÍO RICARDO MONTENEGRO JIMÉNEZ

DIRECTOR:

Ing. M.Sc. RAUL QUIJIJE P.

QUEVEDO – ECUADOR

2013

CERTIFICACIÓN

El suscrito certifica que la Tesis para la obtención del Grado Académico de Magister en Desarrollo y Medio Ambiente, titulado **"METALES PESADOS Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS RÍOS MACUL Y PICHINCHA. AÑO 2012, PLAN DE REMEDIACIÓN AMBIENTAL"** de la autoría del Ing. ALIRÍO RICARDO MONTENEGRO JIMÉNEZ, ha sido revisado en todos sus componentes, por lo que se autoriza su presentación formal ante el tribunal respectivo.

Quevedo, 20 de Agosto del 2013

_____

Ing. M. Sc. RAUL QUIJIJE PINARGOTE

DIRECTOR

AUTORÍA

Yo, Ing. ALIRÍO RICARDO MONTENEGRO JIMÉNEZ, autor de la Tesis denominada **"METALES PESADOS Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS RÍOS MACUL Y PICHINCHA. AÑO 2012, PLAN DE REMEDIACIÓN AMBIENTAL"** declaro que los resultados y conclusiones de la misma, son de mi exclusiva responsabilidad.

Quevedo, 20 de Agosto del 2013

_____

Ing. ALIRÍO RICARDO MONTENEGRO JIMÉNEZ

DEDICATORIA

A mí querida madre por su valioso aporte incondicional que me ha brindado en mi superación académica y de valores.

A mi tía Marielena por su apoyo económico y un ejemplo de superación académica.

Y a todas las personas que creen en mi potencial como ser humano y como profesional

Ricardo Montenegro

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la comprensión y apoyo de:

- Mi honorable madre: Cecilia Jiménez
- Mi tía: Marielena Jurado
- Mis hermanos: Cecilia. Alfonso, Patricio, Andrés y Adriana
- La extraordinaria guía y tutoría del apreciado y respetable docente y amigo Ing. Raúl Quijije P.
- A los docentes de la unidad de posgrado quienes con su sabiduría supieron guiarnos durante el trayecto de los modulaos de esta maestría
- A los directivos de la unidad de Posgrado y a la facultad de Ciencias Agrarias

ALIRÍO RICARDO MONTENEGRO JIMÉNEZ

PRÓLOGO

La presente tesis de grado titulada "Metales pesados y su impacto en la calidad del agua de los ríos, Macul y Pichincha. Año 2012. Plan de remediación ambiental", se compone de una información de gran importancia para la comunidad para el uso doméstico y agrícola, conociendo la situación actual del recurso hídrico en las condiciones que se encuentra, con este trabajo se ayudara a prevenir problemas de salud.

La labor de investigación con una primordial contribución al conocimiento científico y humanitario se logra solucionar este problema mediante un plan de remediación ambiental que ayudara a reducir los problemas de incidencia de metales pesados que se encuentra en el agua, que patrocinarán directamente a toda la sociedad que hace uso de los ríos de estudio en el trayecto que cubre las diferentes zonas de recorrido de los ríos de estudio.

Además, que contribuye a garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y saludable, en lo referente a la responsabilidad de tratar el agua como patrimonio estratégico y considerar con toda seguridad que la novedad que se presenta es el manejo adecuado de los recursos hídricos de los afluentes están contaminados con metales pesados de gran riesgo para la salud en especial para el Cantón El Empalme y Pichincha.

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
Ing. MSc. Jorge Neira

RESUMEN EJECUTIVO

En la presente investigación se evaluó el impacto de los metales pesados sobre las aguas del río Macul y Pichincha.

La pregunta de investigación se expone de la siguiente manera: ¿Cuáles son los metales pesados y su impacto en la calidad del agua del ríos Macul y Pichincha?

La hipótesis general de esta investigación se expresa de la siguiente forma: la presencia de los diferentes metales pesados y macro invertebrados acuáticos, determinan la calidad del agua de los ríos, Macul y Pichincha.

El estudio se realizó en los ríos Macul y Pichincha para analizar los metales pesados que se encuentran en el agua y directamente en los peces. Realizando análisis de agua con diferentes parámetros para analizar el estado físico-químico de la misma.

Se procedió a tomar muestras de agua para los análisis así también como la captura de macroinvertebrados para observar el estado biológico, con la ayuda de embarcaciones se procedió a capturar los peces representativos de la zona en estudio en función a la encuesta realizada a la población circundante, posteriormente se llevó las muestras de peces al laboratorio San marcos para el análisis de agua (físico-químico). Las muestras de peces se llevó en cajas térmicas al Laboratorio inspectorate de la ciudad de Guayaquil.

En los resultados obtenidos revelaron que el metal pesado cadmio es el que está sobre la norma internacional lo que indica que hay presencia de contaminación con este metal que pudiera causar algún problema para la salud.

Mientras que el mercurio hubo presencia pero esta bajo la norma, y los metales plomo y arsénico no fueron detectados en las muestras de peces.

Se planteó como propuesta alternativa un plan de remediación de los metales pesados encontrados en los ríos Macul y pichincha, lo cual ayudará a la restauración y mejoramiento de los dos afluentes estudiados para el abastecimiento de la actividad agropecuaria en las diferentes comunidades campesinas.

SUMARY

In this study we evaluated the impact of heavy metals on the river Macul and Pichincha.

The research question is set out as follows: What are heavy metals and its impact on water quality of rivers and Pichincha Macul?

The general hypothesis of this research is expressed as follows: the presence of different heavy metals and aquatic macroinvertebrates, determine water quality of rivers, Macul and Pichincha.

The study was conducted in rivers and Pichincha Macul to analyze heavy metals found in water and directly in fish. Making water analysis with different parameters to analyze the physico-chemical state of the same.

He proceeded to take water samples for analysis as well as the capture of macroinvertebrates to observe the biological state, with the help of boats proceeded to catch fish representative of the study area according to the survey of the surrounding population then took the fish samples to the laboratory San frameworks for water analysis (physical and chemical). Fish samples were brought to the laboratory in coolers inspectorate of the city of Guayaquil.

The results obtained showed that the heavy metal cadmium is the one about the international standard which indicates the presence of metal contamination that could cause some health problem.

While mercury were present but is under the rule, and the metals lead and arsenic were not detected in the fish samples.

Alternative proposal was raised as a plan for remediation of heavy metals found in rivers and pichincha Macul, which will help the restoration and improvement of the

two tributaries studied for the supply of agricultural activity in different rural communities.

ÍNDICE

PORTADA.....i
CERTIFICACIÓN……..ii
AUTORÍA……...iii
DEDICATORIA……..iv
AGRADECIMIENTO……v
PRÓLOGO……vi
RESUMEN EJECUTIVO……vii
INDICE……..……iv
CAPÍTULO I MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN 1
1.1. UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA 2
1.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA 4
1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 4
1.3.1. Problema general 4
1.3.2. Problemas derivados 4
1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA 5
1.5. JUSTIFICACIÓN 5
1.6. CAMBIOS ESPERADOS CON LA INVESTIGACIÓN 6
1.7. OBJETIVOS 6
1.7.1. General 6
1.7.2. Específicos 6
2.1. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL 8
2.1.1. Efectos del cadmio en el ambiente 8
2.1.2. Efectos del cobre en el ambiente 8
2.1.3. Efectos del plomo en el ambiente 8
2.1.4. Otros efectos de contaminantes en el medio ambiente 9
2.1.5. Contaminantes inorgánicos 9

2.1.6. Contaminantes orgánicos 10
2.1.7. Formas específicas a través de las cuales los contaminantes del agua se introducen en el ambiente 10
2.1.8. Cómo responden los organismos a los contaminantes del agua..... 11
2.1.9. Qué efectos generales pueden tener los contaminantes del agua en los organismos 11
2.1.10. Alteración de la transferencia de energía 13
2.1.11. Fallo reproductor por contaminantes 13
2.1.12. Principal medio de contaminación del agua por metales..... 13
2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA..... 14
2.2.1. Macroinvertebrados acuáticos..... 14
2.2.2. Indicadores biológicos 15
2.2.3. Modificaciones del medio acuático 15
2.2.3.1. Agentes patógenos:..... 16
2.2.4. Bioindicador..... 17
2.2.5. Propiedades de un buen bioindicador 17
2.2.6. El biomonitoreo de la calidad del agua..... 18
2.2.7. Índice ETP 18
2.2.8. Monitoreo ambiental 19
2.2.9. La Calidad del Agua 20
2.2.10. Fuentes de contaminación natural y antrópica: 21
2.2.11. Tipos de contaminantes de las aguas 21
2.2.12. Análisis multivariante..... 22
2.2.13. Análisis de Componentes Principales (ACP)..... 23
2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL 26
2.3.1. Ley orgánica del ambiente..... 26
2.3.2. Ley orgánica de régimen municipal 27

2.3.3. Ley penal del ambiente 28
CAPÍTULO III..... 29
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 29
3.1. MÉTODOS Y TÉCNICAS UTILZIADOS EN LA INVESTIGACIÓN 30
3.1.1. Métodos..... 30
3.1.2. Técnicas 30
3.2. CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN 32
3.3. ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO..... 33
3.4. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN EMPÍRICA 34
3.4.1. Población..... 34
3.4.2. Muestra..... 34
3.4.3. Procedimiento..... 34
3.5. DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN..... 35
3.6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 36
3.7. CONSTRUCCIÓN DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN..... 36
4.1. ENUNCIADO DE LA HIPÓTESIS 38
4.1.1. Hipótesis General 38
4.1.2. Hipótesis específicas..... 38
4.2. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN EMPÍRICA PERTINENTE A LA HIPÓTESIS..... 38
4.3. COMPROBACIÓN/ DISPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS..... 56
5.1. CONCLUSIONES..... 58
5.2. RECOMENDACIONES 59
6.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA 61

PLAN DE REMEDIACIÓN DE LOS METALES PESADOS ENCONTRADOS EN LOS RÍOS MACUL Y PICHINCHA 61
6.2. JUSTIFICACIÓN 61
6.3. FUNDAMENTACIÓN 61
6.4. Objetivo General 62
6.5. Objetivos Específicos 62
6.6. IMPORTANCIA 62
6.7. UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA 63
6.8. FACTIBILIDAD 66
6.9. PLAN DE TRABAJO 66
6.10. ACTIVIDADES 68
6.11. RECURSOS 78
6.12. IMPACTO 78
6.13. EVALUACIÓN 78
BIBLIOGRAFÍA 82
ANEXOS 87

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Resumen de parámetros que se encuentran fuera de la norma en el río Pichincha. 425

Cuadro 2. Factores rotados y Comunalidades (Rotación Varimax) 466

Cuadro 3. Resumen de parámetros se encuentran fuera de la norma en el río Macul..... 49

Cuadro 4. Factores Rotados y Comunalidades (Rotación Varimax)..... 50

Cuadro 5. Prueba de “t” (Fe-La Chola Vs. Fe-Cherry) 52

Cuadro 6. Resumen de parámetros químicos fuera de la norma TULSMA 52

Cuadro 7. Presencia de Fe en los ríos Pichincha, Macul y la norma nacional. 53

Cuadro 8. Presencia de metales pesados en especies de peces de los ríos Macul y Pichincha.. 53

Cuadro 9. Fauna Acuática encontrada en los Ríos Macul y Pichincha.…..... 55

Cuadro 10. Consumo de peces capturados en el Río Macul.…..... 58

Cuadro 11. Consumo de peces capturados en el Río Pichincha. 59

Cuadro 12. Consumo de peces capturados en los ríos Macul y Pichincha, 2012. 60

Cuadro 13. Plan de trabajo para la implementación de la Propuesta.. 72

Cuadro 14. Ubicación geográfica de estaciones de muestreo de ríos en estudio 74

Cuadro 15. Listado de parámetros de monitoreo..... 75

Cuadro 16. Principales aspectos de las medidas planteadas para el componente monitoreo de agua uso doméstico 78

Cuadro 17. Principales aspectos de las medidas planteadas para el componente monitoreo de agua uso doméstico. 79

Cuadro18. Identificación de las áreas a ser repobladas con especies nativas. 79

Cuadro 19. Identificación de especies vegetales a utilizar en la repoblacion de riberas 82

Cuadro 20. Costos de plantas (incluye transporte hasta el sitio. 83

Cuadro 21. Costo inicial (balizado, chapea, coronado, hoyado y plantado…….83

Cuadro 22. Costo Labores culturales hasta el quinto mes de implantación 83

Cuadro 23. Resumen económico de la implementación de la propuesta..... 84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Pág.
Figura 1. Construcción metodológica del objeto de investigación mediante el árbol de problema	**37**
Figura 2. Gráfica de sedimentación: SH2-Tres Gritos, Fe-Tres Gritos, NH3-Cherry, SH2-Cherry, y Fe-Cherr	**46**
Figura 3. Dendograma con enlace de promedios y distancia de coeficiente de correlación.	**47**
Figura 4. Dendograma con enlace simple y distancia de coeficiente de correlación.	**51**
Figura 5. Aforo Río Pichincha (Puente carretero)	**56**
Figura 6. Aforo Río Macul (Puente carretero)	**57**
Figura 7. Registro del consumo de peces señalados en las encuestas realizadas en los ríos Macul Y Pichincha.	**61**

INTRODUCCIÓN

Los ríos, lagos y mares recogen desde tiempos inmemoriales, las basuras producidas por la actividad humana en capacidad de purificación. Pero esta misma facilidad de regeneración del agua y su aparente abundancia, hace que sea el vertedero habitual en el que arrojamos los residuos producidos por nuestras actividades. Pesticidas, desechos químicos, metales pesados, residuos radiactivos entre otros se encuentran, en cantidades mayores o menores, al analizar las aguas de los más remotos lugares del mundo. Muchas aguas están contaminadas hasta el punto de hacerlas peligrosas para la salud humana, y dañinas para la vida.

La degradación de las aguas viene de muy antiguo y en algunos lugares, como la desembocadura del Nilo, existen niveles altos de contaminación desde hace siglos pero ha sido en este siglo cuando se ha extendido este problema a ríos y mares de todo el mundo. Primero fueron los ríos, las zonas portuarias de las grandes ciudades, y las zonas industriales las que se convirtieron en sucias cloacas, cargadas de productos químicos, espumas y toda clase de contaminantes. Con la industrialización y el desarrollo económico este problema se ha ido trasladando a los países en vías de desarrollo, a la vez que en los países desarrollados se producían importantes mejorías.

Los contaminantes de los ríos esteros y lagunas, generalmente son orgánicos pero también existe una alta cantidad de metales pesados los cuales pueden ser evacuados por medios físicos químicos y biológicos este último utilizado en la actualidad. A continuación se sintetizan los capítulos de la tesis.

El capítulo I Marco contextual de la investigación, trata de la ubicación y contextualización de la problemática, situación actual de la problemática con un impacto actual de los metales pesados en la calidad de agua del rio Macul y Pichincha, justificación y objetivos (general y específicos).

Capitulo II marco teórico, habla sobre los antecedentes, fundamentos teóricos, legales basados en las variables de la investigación.

Capitulo III metodología de la investigación abarca métodos y técnicas utilizados en la investigación, construcción metodológica del objetivo de investigación, elaboración de marco teórico y descripción de la investigación.

Capitulo IV análisis e interpretación de los resultados en relación con las hipótesis de investigación contiene analiza los valores de las concentraciones de metales pesados, llegando a un final estudio en la aprobación o desaprobación de las hipótesis planteadas.

Capítulo V conclusiones que son establecidas mediantes los objetivos específicos ya establecidos, así como las recomendaciones para la propuesta presentada.

Capítulo VI propuesta alternativa donde la propuesta planteada es un plan de remediación de los metales pesados encontrados en los ríos Macul y Pichincha.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

Los parámetros físicos-químicos medidos en estaciones ubicadas en las subcuencas del Collay (río de Cuenca), se encontraron de 4 a 7 parámetros se fuera de los niveles permisibles de calidad de agua de acuerdo al Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) para la preservación de la flora y fauna y cuando se requiere solamente desinfección.

La ausencia de la protección de fuentes hídricas y la actividad agrícola y ganadera (uso de agroquímicos) cercanos a las fuentes influyen directamente sobre la calidad de agua especialmente para el consumo humano; la mayoría de los sistemas acuáticos presentan gran cantidad de coliformes, variación de pH y de conductividad, así como la turbiedad. Se evidencio que en algunos sistemas Acuáticos y agua potable, el agua se contamina en la planta de tratamiento y red de conducción, debido a la falta de mantenimiento y mal estado de la infraestructura. Actividades de tipo agropecuarias son las que en mayor medida se desarrollan en las zonas aledañas al río, concluyendo que estas actividades afectan la composición de macro invertebrados, así como también las descargas de aguas servidas (Universidad de Azuay, 2008).

La contaminación aparece de forma natural en los ríos como consecuencia de la descomposición biológica de la materia orgánica, diversas actividades humanas han incrementado sus concentraciones (vertidos industriales y urbanos, escorrentías procedentes de zonas agrícolas y ganaderas, vertidos procedentes de estaciones de tratamiento de aguas residuales y deposición de contaminantes atmosféricos). No obstante, los estudios se han centrado en los efectos indirectos (alteraciones de la estructura trófica, fitotoxicidad, disminución del oxígeno disuelto, etc.), mientras que los efectos directos (toxicidad) sobre las comunidades acuáticas han sido menos estudiados, estos dos compuestos están relacionados por medio del ciclo del nitrógeno, siendo el nitrito una forma de oxidación (Universidad de Alcalá, 2006).

A pesar de la importancia de la comunidad de macro invertebrados bentónicos los ríos Macul y pichincha se encuentra afectado cada vez con mayor frecuencia sin tener un criterio y con deseo de volver a tener el río de años anteriores para así tener una calidad ambiental establecida para salvaguardar dicha comunidad de los efectos tóxicos del amoniaco y del nitrito.

Afectada por procesos de degradación ambiental en forma de rectificaciones fluviales, eliminación de la vegetación, incremento de las concentraciones de compuestos inorgánicos nitrogenados y vertidos de materia orgánica, lo que ocasiona un empobrecimiento de su calidad ecológica.

El caracol exótico Potamopyrgusantipodarum, la planaria Polycelis felina y los Anfípodos Eulimnogammarustoletanus y Echinogammarusechinosetosus.

El caracol exótico muestra una gran tolerancia a los efectos letales del amoniaco y el nitrito, mientras que los anfípodos son muy sensibles al nitrito (Fe. La alta tolerancia de P. antipodaruma estos compuestos como el fosforo (P) y hierro (Fe) podrían explicar en parte su capacidad para habitar zonas con contaminación intermedia por materia orgánica y enriquecimiento en nutrientes. En el caso de P. felina su alta sensibilidad al amoniaco podría hacer a esta especie una buena indicadora de este tipo de contaminación (Alonso y Camargo, 2003).

El agua puede ser contaminada por muchos agentes patógenos (bacterias, virus, hongos, insectos plagas, parásitos) que se incorporan en el agua provenientes de desechos orgánicos que requieren oxígeno. Si hay poblaciones grandes de estos microorganismos, pueden agotar el poco oxigeno del agua, eliminando así las diferentes especies acuáticas; sustancias químicas inorgánicas, ácidos, compuestos por metales tóxicos (plomo, cadmio, cobre) envenenan el agua, los nutrientes vegetales pueden ocasionar distorcionamiento en el proceso fisiológico y morfológico de la flora y fauna acuática, que después mueren y se descomponen quedando un lugar sin vida,

por las sustancias químicas orgánicas , petróleos, plásticos, plaguicidas, detergentes que contrarrestan la vida acuática.

Partículas o sedimentos del suelo por procesos naturales o artificiales que se incorporan al agua, sustancias radiactivas que son utilizadas en los mantenimientos del transporte marítimo o hidroeléctrico, terminan causando al ser humano o especie acuática deformaciones congénitas, cáncer, cambios en la piel y dentro del organismo. (Giacometi y Bersosa, 2006).

1.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA

Las aguas de los ríos actualmente se contaminan más con la basura, aceite, grasa de las lavadoras de carros y productos químicos que desechan los agricultores mientras trabajan en los campos.

En el Ecuador existen leyes que permiten a los ciudadanos tener un ambiente sano y seguro correspondiente a la calidad de agua pero no se las aplica. Los políticos que les corresponde elaborar ordenanzas para que se apliquen sanciones a los que contaminan el agua. Contaminación del agua de los ríos Macul y Pichincha.

1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el impacto generado por los metales pesados en la calidad del agua de los ríos Macul y Pichincha?

1.3.2. Problemas derivados

- ¿Cuál es la composición de la biota acuática de los ríos Macul y Pichincha?
- ¿Cuáles son los niveles de contaminación de los ríos Macul y Pichincha?

- ¿Qué impacto ambiental al recurso hídrico generan los metales pesados?

1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

CAMPO : Contaminación ambiental
ÁREA : Calidad de agua
ASPECTO : Recursos naturales
SECTOR : Cantón Pichincha y Cantón El Empalme
TIEMPO : Julio – Noviembre 2012

1.5. JUSTIFICACIÓN

Los conocimientos adquiridos, capacidades desarrolladas y diferentes estrategias para enfrentar y solucionar la problemática (contaminación ambiental) obtenidas en el transcurso de la Maestría en Desarrollo y Medio Ambiente, ayuda a obtener conocimientos que fueron adquiridos por los diferentes tutores con sus amplios conocimientos para conocer, enfrentar y dar soluciones a problemas que afectaran a todos los seres vivos, con la finalidad de tener conciencia y conocedores de los efectos producidos por el ser humano.

La contaminación de los ríos cada día aumenta considerablemente, afectando a todos los que dependemos del recurso, la pérdida de la cobertura vegetal, la descarga de las petroleras, minerías y desechos arrojados por la humanidad que con lleva a ver afectado el sector agropecuario industrial y humano ya que todos necesitan de buena calidad de agua.

La experiencia vivida se observó que las aguas de estos ríos Macul y pichincha constantemente reciben basuras, desperdicios de minerales, descargas de petróleos y son productos que contaminan a los seres vivos que necesariamente deben encontrarse en el agua así alterando la cadena trófica de los habitantes aledaños a estos ríos.

1.6. CAMBIOS ESPERADOS CON LA INVESTIGACIÓN

Se considera que esta investigación contribuirá con:

- Adaptación de mecanismos necesarios para corregir las deficiencias en la conservación del agua.
- Protegidos los recursos naturales no renovables y los macro invertebrados existentes en el agua.
- Diseñadas las propuestas de solución que propicien el monitoreo de la incidencia de los factores químicos y biológicos presentes en el agua.

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. General

Evaluar el impacto de los metales pesados sobre la calidad del agua de los ríos Macul y Pichincha.

1.7.2. Específicos

- Analizar la biota acuática de los ríos Macul y Pichincha, usando los macro invertebrados como bioindicadores de la calidad del agua.
- Comparar los niveles de contaminación de los, ríos en estudio, aplicando métodos químicos y biológicos.
- Identificar los metales que generan un gran impacto ambiental al recurso hídrico.
- Elaborar un plan de remediación para los metales pesados encontrados en los ríos Macul y Pichincha.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL

2.1.1. Efectos del cadmio en el ambiente

El Cadmio deriva sus características toxicológicas de su semejanza química con el zinc un micro alimento esencial para las plantas, los animales y los seres humanos. El cadmio es bio persistente, y absorbido una vez por un organismo, sigue siendo residente por muchos años (décadas del excedente para los seres humanos) aunque se excreta eventualmente.

En seres humanos, la exposición a largo plazo se asocia a la disfunción renal. La alta exposición puede conducir a la enfermedad obstructora del pulmón y se ha ligado al cáncer de pulmón, aunque los datos referentes al último, son difíciles de interpretar debido a los diferentes factores que originan el cáncer. El cadmio puede también producir efectos en el tejido óseo (osteomalacia, osteoporosis) en seres humanos y los animales. Además, el cadmio también puede estar relacionado con un aumento de la presión arterial y efectos sobre el miocardio de los animales (Orozco, ***et all***, 2005).

2.1.2. Efectos del cobre en el ambiente

El cobre es una sustancia esencial a la vida humana, pero en altas dosis puede causar anemia, daño del hígado y del riñón, y la irritación del estómago e intestino. La gente con la enfermedad de Wilson tiene mayor riesgo para los efectos en su salud por la sobreexposición al cobre. El cobre aparece normalmente en agua potable de las tuberías de cobre, también como de los añadidos diseñados para controlar el crecimiento de algas (Orozco, ***et all***, 2005).

2.1.3. Efectos del plomo en el ambiente

En la exposición de los seres humanos al plomo pueden dar lugar a una amplia gama de efectos biológicos dependiendo el nivel y duración de la exposición. Los diferentes efectos ocurren sobre una amplia gama de dosis, con el feto que se

convierte e infante que es más sensible que el adulto. Los altos niveles de la exposición pueden dar lugar a efectos bioquímicos tóxicos en los seres humanos que alternadamente causan problemas en la síntesis de la hemoglobina, de efectos sobre los riñones, del aparato gastrointestinal, del sistema reproductivo, y daños agudos o crónicos al sistema nervioso (Orozco, ***et all***, 2005).

2.1.4. Otros efectos de contaminantes en el medio ambiente

En la actualidad existe un deterioro importante del medio ambiente, provocado en su mayoría por acción humana, donde las industrias juegan un rol trascendente en este ámbito, debido a la eliminación de sustancias que afectan tanto al aire, suelo y agua. Como consecuencia a esto, se ve directamente afectado todo el sistema natural que compone a estos medios, como lo son la flora y fauna, los cuales sustentan la economía y biodiversidad del país.

A su vez, la sobreexplotación de praderas, el uso indiscriminado de plaguicidas y otras sustancias tóxicas, aplicadas en los sistemas de producción, han provocado en los últimos años serios trastornos, no sólo a la vida humana, sino que también al medio ambiente chileno. Todo esto se ve empeorado por la ausencia de políticas de protección, fiscalización, conservación y preservación por parte del estado. (Rubens S. Ramalho, 2005).

2.1.5. Contaminantes inorgánicos

Algunos contaminantes inorgánicos no son particularmente tóxicos, pero aun así son un peligro para el medio ambiente porque son usados extensivamente. Estos incluyen fertilizantes, tales como nitratos y fosfatos. Los nitratos y fosfatos provocan auges globales en las aguas superficiales, lo que hace que el nivel de oxígeno en el agua disminuya. Esto provoca un stress oxigénico debido a la toma de oxígeno por parte de los microorganismos descomponedores de algas. A esto se le llama eutrofización (Rubens S. Ramalho ***et all***, 2005).

2.1.6. Contaminantes orgánicos

Los PCB's (bifenilos policlorados) son fluidos estables y no reactivos que son utilizados como fluidos hidráulicos, fruidos refrigerantes o de aislamiento en transformadores y plastificadores en pinturas. Existen muchos PCB's diferentes. Ninguno de ellos es soluble en agua. Los insecticidas tales como el DDT son muy peligrosos porque se acumulan en los tejidos grasos de los animales inferiores y se introducen en la cadena alimentaria. Han sido restringidos desde hace décadas.

Los metales no pueden ser rotos en componentes menos peligrosos, porque no son bio-degradables. La única oportunidad que tienen los organismos contra los metales es almacenarlos en tejidos corporales donde no puedan causar ningún daño (Pesson, 2005).

2.1.7. Formas específicas a través de las cuales los contaminantes del agua se introducen en el ambiente

Los vertidos de aguas residuales representan una importante fuente global de contaminación, los residuos domésticos e industriales son vertidos en las aguas superficiales a través de los sistemas de alcantarillado, en algunos casos los residuos industriales son vertidos directamente en las aguas superficiales, la calidad de las aguas residuales que se vierten al agua depende de los contaminantes que contenga y del tratamiento al que haya sido sometida el agua residual antes de ponerse en contacto con las aguas superficiales.

Las aguas residuales domésticas contienen principalmente papel, jabón, orina, heces y detergentes (Bruneau, 2005).

Los metales pesados están asociados con las operaciones de minería y fundición, los cloro fenoles y fungicidas con las fábricas de papel, los insecticidas con las fábricas de pesticidas, diferentes compuestos químicos orgánicos con la industria química y las sustancias radiactivas con las plantas de energía nuclear. Los

buques petroleros y los naufragios vierten gasolina en el mar, y se arrojan pesticidas al agua para controlar las plagas acuáticas, las pinturas de los barcos de descomponen durante los viajes largos y finalmente acaban en el agua, durante el período de crecimiento de los cultivos las plantas absorben nitrógeno y fosfatos, pero cuando las plantas mueren, la materia muerta vegetal los devuelve al suelo y a menudo acaban en las aguas superficiales (Bruneau, 2005).

2.1.8. Respuesta de los organismos a los contaminantes del agua

Cuando los contaminantes entran en el cuerpo de un organismo provoca una serie de cambios, estos cambios pueden o no servir para proteger al organismo contra efectos dañinos, la primera respuesta de un organismo contra los contaminantes es la puesta en acción de un mecanismo protector. En la mayoría de los casos estos mecanismos mantienen la destoxificación de los contaminantes, pero en algunos casos producen sustancias activas que pueden causar más daño a la célula es contaminante original (Petroproducción, 2006).

2.1.9. Efectos generales que pueden tener los contaminantes del agua en los organismos

Los contaminantes del agua pueden tener muchos efectos diferentes en los organismos, dependiendo siempre del contaminante y del organismo en cuestión. A continuación se discute los efectos generales que puede tener un contaminante (Kaczan y Gutiérrez, 2000).

Genotoxicidad

Se sabe de muchos compuestos que causan daños en el ADN cuando entran en el cuerpo de un organismo. Estos compuestos se llaman genotoxinas, debido a su efecto genotóxico. Cuando los contaminantes dañan el ADN, un sistema natural de reparación en el organismo lo devolverá a su estado natural, pero cuando este sistema falla por alguna razón, las células con ADN dañado pueden dividirse. Se producen entonces células mutantes y el defecto se puede extender, haciendo que

la descendencia del organismo tenga serios defectos que son a menudo muy perjudiciales para la salud (Kaczan y Gutiérrez, 2000)

Carcinogenicidad

Existen varios contaminantes carcinógenos, lo que quiere decir que inducen cáncer en el cuerpo de humanos y animales, los contaminantes carcinógenos son contaminantes que intervienen en una o más de las fases de desarrollo de cáncer en un organismo, los contaminantes pueden ser **inductores**; esto significa que introducen propiedades cancerígenas en las células de un organismo.

También pueden ser **promotores**, lo que significa que promueven el crecimiento de células que tienen propiedades cancerígenas por último, pueden ser **progresores**, lo que significa que estimulan la división incontrolada y la propagación de las células de cancerígenas (Kaczan y Gutiérrez, 2000).

Neurotoxicidad

El sistema nervioso de los organismos es muy sensible a los efectos tóxicos de los compuestos químicos tanto naturales como artificiales. Los compuestos químicos que causan efectos neurológicos se llaman neurotóxicas (Kaczan y Gutiérrez, 2000).

Algunos ejemplos de neurotóxinas peligrosas son los insecticidas, y las consecuencias de la neurotoxicidad son variadas, estas pueden ser temblores musculares no coordinados y convulsiones, disfunción de los nervios y transmisiones, mareos y depresión, o incluso total disfunción de algunas partes del cuerpo. La neurotoxicidad puede ser tan seria, que las sinopsis se bloqueen. El bloqueo de las sinapsis provoca la muerte como resultado de la parálisis de los músculos del diafragma y fallo respiratorio (Kaczan y Gutiérrez, 2000).

2.1.10. Alteración de la transferencia de energía

La transformación de la energía en los organismos se hace a través de los sistemas mitocondriales en las células, en la mitocondria se producen moléculas de ATP[1], que transfieren energía a través del cuerpo del organismo, cuando la producción de ATP es alterada, la transferencia de energía cesará. Esto hará al organismo sentirse cansado y carente de vida e incapaz de funcionar con normalidad. (Kaczan y Gutiérrez, 2000)

2.1.11. Fallo reproductor por contaminantes

Los contaminantes que producen fallos en la reproducción debidos al daño en los órganos reproductores se llaman alteradores endocrinos, hay diversas maneras en las que un contaminante puede actuar como alterador endocrino, la primera es un compuesto químico estrógeno, esto es un compuesto químico que imita a un estrógeno uniéndose al receptor del estrógeno, esto tiene como consecuencia la inducción de procesos estrogénicos, haciendo que el organismo experimente un fallo reproductivo debido a una alteración del sistema reproductor, también es posible encontrar compuestos químicos reproductivos femeninos en organismo macho, esto crea organismos hermafroditas (Kaczan y Gutiérrez, 2000).

2.1.12. Principal medio de contaminación del agua por metales

Los metales pesados por medio de la lluvia ácida agrieta los suelos y pueden llegar a las aguas subterráneas o simplemente la lluvia acida, el término de metal pesado refiere a cualquier elemento químico metálico que tenga una alta densidad y sea tóxico o venenoso en concentraciones bajas, los ejemplos de metales pesados incluyen el mercurio (Hg), cadmio (Cd) arsénico (As), cromo (Cr), cobre (Cu), y plomo (Pb). Los metales pesados son componentes naturales de la corteza de terrestre, no pueden ser degradados o ser destruidos. En pequeña escala, se incorporan a nuestros cuerpos, por diferentes vías; alimento, agua potable y aire; y como elementos de rastro, algunos metales pesados (cobre, selenio, cinc) son

[1]Trifosfato de adenosina (ATP)

esenciales en el metabolismo del cuerpo humano; sin embargo, en concentraciones altas pueden conducir al envenenamiento (Saime y Prieto, 2002).

2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1. Macroinvertebrados acuáticos

Los invertebrados que habitan en el fondo de los ríos tienen una gran importancia, ya que su biomasa es con frecuencia la principal componente animal del ecosistema acuático, su actividad biológica es imprescindible para comprender el funcionamiento del río.

Los macro invertebrados acuáticos y principalmente los estados inmaduros de los insectos han sido usados ampliamente como indicadores de la calidad del agua en el monitoreo y manejo de cuencas hidrográficas, debido fundamentalmente por su tamaño relativamente grande, pues son visibles a simple vista presentan ciclos de desarrollo lo suficientemente largos que les hace permanecer en los cursos de agua el tiempo suficiente para detectar cualquier alteración, la diversidad que presentan es tal que hay una casi infinita gama de tolerancia frente a diferentes parámetros de contaminación (Carrera y Fierro, 2001).

A pesar que los estudios ambientales relacionados con la evaluación de la calidad del agua en Colombia, los insectos acuáticos han sido un elemento importante; sin embargo, el uso de estos organismos como bioindicadores no siempre se ha hecho de forma correcta, puesto que se requiere de un conocimiento taxonómico del grupo de organismos empleados, y de técnicas de colección adecuadas que permitan conocer de manera más precisa sus requerimientos ecológicos, así como su distribución espacial y temporal (Carrera y Fierro, 2001).

2.2.2. Indicadores biológicos

Los indicadores biológicos son atributos de los sistemas biológicos que se emplean para descifrar factores de su ambiente, inicialmente, se utilizaron especies o asociaciones de éstas como indicadores y posteriormente, comenzaron a emplearse también atributos correspondientes a otros niveles de organización del ecosistema, como poblaciones, comunidades, entre otras, lo que resultó particularmente útil en estudios de contaminación (UTEQ, 2011).

Las especies indicadoras son aquellos organismos (o restos de los mismos) que ayudan a descifrar cualquier fenómeno o acontecimiento actual (o pasado) relacionado con el estudio de un ambiente, las especies tienen requerimientos físicos, químicos, de estructura del hábitat y de relaciones con otras especies, a cada especie o población le corresponden determinados límites de estas condiciones ambientales entre las cuales los organismos pueden sobrevivir (límites máximos), crecer (intermedios) y reproducirse (límites más estrechos). En general, cuando más estrechos sean sus límites de tolerancia, mayor será su utilidad como indicador ecológico, las especies bioindicadoras deben ser, en general, abundantes, muy sensibles al medio de vida, fáciles y rápidas de identificar, bien estudiadas en su ecología y ciclo biológico, y con poca movilidad. (UTEQ, 2011).

2.2.3. Modificaciones del medio acuático

Los ríos son ecosistemas muy atractivos para el hombre entre otros porque le proporcionan el agua necesaria y constituyen un medio para evacuar fácilmente los residuos. La actividad humana, las prácticas agrícolas, talas y la erosión contribuyen a aumentar la carga de los sólidos en suspensión y la carga orgánica del río; así mismo, la civilización y el desarrollo industrial han conducido a formas diversas de contaminación por trasmisión de elementos al agua, compuestos o microorganismos, entre otros. Se presentan en diversas de polución que implican

transformaciones del medio ambiente, impidiendo el desarrollo de la comunidad biótica.

El agua puede ser contaminada por diferentes factores como por ejemplo:

2.2.3.1. Agentes patógenos:

Bacterias, virus, protozoarios, hongos, nematodos, parásitos que ingresan al agua proveniente de los desechos orgánicos que pueden ser descompuestos por bacterias que usan oxígeno para biodegradables. Si hay poblaciones grandes de estas bacterias, pueden agotar el oxígeno del agua, matando así a la fauna acuática, las sustancias químicas inorgánicas, ácidos, compuestos de metales pesados tóxicos (mercurio, plomo, estroncio, cesio, radio), intoxican el agua; los nutrientes vegetales pueden alterar el crecimiento excesivo de las plantas acuáticas que después mueren y se descomponen, agotando el oxígeno del agua y producen la muerte de las especies acuáticas, quedando sin vida el agua (Giacometi y Bersosa, 2006).

2.2.3.2. Sustancias químicas orgánicas:

Petróleo, plásticos, plaguicidas, detergentes que amenazan y destruyen la vida, sedimentos o materia arrojada de forma natural o artificial, sustancias radiactivas que pueden causar defectos congénitos y cáncer y el calor; ingresos de agua caliente que disminuyen el contenido de oxígeno y hace a los organismos acuáticos muy vulnerables (Giacometi y Bersosa, 2006).

Casi todos los ríos aledaños a las áreas urbanas tienen altos niveles de coliformes, DBO[2], nitrógeno y fosforo, si bien los estudios realizados son escasos, confirman la utilización de pesticidas en la agricultura, algunos de ellos de prohibida importación, en los suelos de las cuencas hidrográficas de aportación

[2] DBO / Demanda bioquímica de oxígeno

del líquido vital en el sistema potable de las ciudades. Desde inicios de la década de los 80, el aumento dramático de la explotación artesanal de minería, genera problemas muy serios de contaminación de metales pesados hacia los ríos que drenan en los diferentes distritos mineros, limitando los diferentes usos y afectando otras actividades en las partes inferiores (Galarraga, 2004).

2.2.4. Bioindicador

Un bioindicador es un indicador consistente en una especie vegetal, hongo o animal; o formado por un grupo de especies (grupo eco-sociológico) o agrupación vegetal cuya presencia (o estado) nos da información sobre ciertas características ecológicas; es decir (físico-químicas, micro-climáticas, biológicas y funcionales) del medio ambiente, o sobre el impacto de ciertas prácticas en el medio. Se utilizan sobre todo para la evaluación ambiental (seguimiento del estado del medio ambiente, o de la eficacia de las medidas compensatorias, o restauradoras) (Ministerio del ambiente, 2003).

2.2.5. Propiedades de un buen bioindicador

- Debe estar suficiente (normalmente, o anormalmente), disperso en el territorio y ser relativamente abundante; y si es posible, fácilmente detectable.

- A menos que se quiera medir la movilidad de las especies, debe ser lo más sedentario posible para reflejar las condiciones locales.

- Debe tener un tamaño que permita el estudio de los diferentes tejidos y sus componentes (músculos, huesos, los órganos en el caso de un animal).

- Debe tolerar los contaminantes en concentraciones similares a las observadas en el medio ambiente contaminado, sin efectos letales.

- También debe sobrevivir fuera del medio natural y tolerar las diferentes condiciones de laboratorio (pH, temperatura).

2.2.6. El biomonitoreo de la calidad del agua

La bioindicación de la calidad del agua es el uso de organismos sensibles a un determinado contaminante con efectos visibles macroscópicamente o microscópicamente a fin de evaluar la calidad del agua, proporciona una información semi-cuantitativa sobre la contaminación del medio acuático y permite evaluar directamente el impacto ambiental de los contaminantes.

El hígado es un importante centro de acumulación de metales pesados, los metales que penetran en un organismo pueden ser absorbidos por metal proteínas que detoxifican los entornos celulares. Son producidas en presencia de contaminantes y son la base del mecanismo de regulación, los lisosomas y gránulos de las células también pueden servir para secuestrar estos metales, el mecanismo varía en función del contaminante y del bioindicador estudiado. Los estudios más recientes permiten conocer la partición sub-celular de los metales en un tejido particular (hígado, branquias, intestino).

2.2.7. Índice ETP

El índice ETP se calcula sumando un punto por cada familia presente en la muestra perteneciente a los órdenes Ephemeropteros, Plecopteros y Trichopteros.

El análisis de ETP se realizó mediante la utilización de estos tres grupos de macro Invertebrados que son indicadores de la calidad de agua, debido a que son más sensibles a la contaminación. En primer lugar se coloca en una columna la clasificación de organismos (taxos), en una segunda columna la abundancia y una última la selección de ETP presentes. Posteriormente los EPT se dividen por la

abundancia total, obteniendo un valor, el cual se lleva a una tabla de calificaciones de calidad de agua que va de muy buena a mala calidad (Carrera y Fierro, 2001).

2.2.8. Monitoreo ambiental

2.2.8.1. Agua

El agua siempre ha representado el mayor de los desafíos para Nuevo León. En cuanto al agua potable existen problemas de abasto, no por falta de capacidad instalada, sino por la escasez natural del vital líquido, dadas las características de la región, en la que conviven períodos de sequía, altas temperaturas y ciclos irregulares de precipitación.

El manejo integral del agua debe de incluir todas las variables del ciclo: desde los medios de obtención del líquido, hasta su almacenamiento, distribución, tratamiento, saneamiento y disposición final, previniendo en todas las partes del proceso cualquier distorsión que provoque su contaminación (Perdomo, Casanova, Ciganda, 2001).

2.2.8.2. Disponibilidad de agua

En cuanto a las cuencas de agua, se debe considerar que la disponibilidad del recurso depende del escurrimiento superficial y la existencia de agua en el subsuelo, esta última se logra con la recarga natural renovable y la inducida por la infiltración en zonas de riego principalmente. La temporalidad de la lluvia y los escurrimientos no permiten aprovechar el recurso de acuerdo a las demandas, por lo que se ha construido infraestructura para su almacenamiento y regulación.

2.2.8.3. La contaminación del agua

Acción y efecto de introducir materias o formas de energía o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica.

2.2.9. La Calidad del Agua

La Unión Europea (UE) establece dos conceptos para controlar la calidad de las aguas: la emisión de contaminantes al medio acuático y los contaminantes existentes en ella para determinar la calidad del agua es necesario analizar parámetros físicos, químicos y biológicos.

2.2.9.1. Parámetros físicos

Son el color, el olor, turbidez, gusto, temperatura (agua más fría= más oxígeno, agua más caliente = menos oxígeno), sustancias flotantes, oxígeno disuelto en el agua (Perdomo, Casanova, Ciganda, 2001).

2.2.9.2. Parámetros químicos:

- **Orgánicos**: son la cantidad de compuestos orgánicos: proteínas, carbohidratos, grasas, aceites. Para determinarlos se utiliza la demanda bioquímica de oxígeno **(DBO).** Si la DBO es baja, hay poca contaminación; si es alta, mucha contaminación.

- **Inorgánicos**: los más usuales son el pH, alcalinidad, cloruros, sulfatos, nitratos, procedentes de la lluvia ácida.

2.2.9.3. Parámetros microbiológicos:

Se basan en la presencia de microorganismos indicadores de las posibles contaminaciones. Para el análisis del agua se utilizan sistemas cuantitativos: [] de microorganismos, y sistemas cualitativos: Sólo informan de la presencia o ausencia de un determinado organismo. Uno de estos métodos consiste en la presencia de organismos bioindicadores o indicadores biológicos, como moluscos, insectos, aves acuáticas y peces.

2.2.10. Fuentes de contaminación natural y antrópica:

2.2.10.1. La contaminación de origen natural

Es la causada por la entrada de agua de polen, esporas, hojas, excrementos de animales arrastrados por escorrentía, gases atmosféricos estos residuos son eliminados normalmente por la capacidad auto depuradora del agua. (Perdomo, Casanova, Ciganda, 2001).

2.2.10.2. La contaminación de origen antrópico:

Hay de diversos tipos:

- **De origen urbano:** Es el resultado del uso del agua en viviendas, actividades comerciales y de servicios, lo que genera aguas residuales, residuos fecales, desechos de alimentos, lejías y detergentes.

- **De origen industrial:** Es la que produce mayor impacto, por la gran variedad de materiales y fuentes de energía que pueden aportar al agua: materia orgánica, metales pesados, incremento de pH y temperatura, aceites, grasas.
- **De origen agrícola:** Deriva del uso de plaguicidas, pesticidas, biácidos, fertilizantes y abonos, que son arrastrados por el agua de riego, llevando consigo sales compuestas de N, P, S y otros elementos que llegan al suelo por lixiviación y contaminar aguas subterráneas. (Lenntech, 2011).

- **Otros:** Vertederos de residuos, restos de combustibles, mareas negras, originadas por el vertido de petróleo crudo sobre el mar.

2.2.11. Tipos de contaminantes de las aguas

2.2.11.1. Contaminantes biológicos:

El agua puede contener materia orgánica y microorganismos que la convierten en causa de enfermedad si se utiliza para necesidades biológicas.

- **Bacterias coliformes:** de la fiebre tifoidea, cólera, disentería, gastroenteris, conjuntivitis.
- **Virus:** hepatitis, polio.
- **Protozoos:** disentería, amebiana**.**
- **Gusanos:** esquistoso miosis.

2.2.11.2. Contaminantes químicos

1) **Biodegradables:** Como nitratos y fosfatos procedentes de los fertilizantes o de la descomposición de materia orgánica. La propia naturaleza es capaz de degradarlos.

2) **No biodegradables:** Son compuestos obtenidos por la síntesis química tales como plásticos, pesticidas, metales pesados, no encuentran organismos con equipos enzimáticos capaces de transformarlos. (Lenntech, 2011).

2.2.12. Análisis multivariante

Según Kowalik et al. (2006) se puede definir a los métodos multivariantes como el conjunto de métodos estadísticos para el tratamiento conjunto de variables con el propósito de analizar, describir e interpretar datos de múltiples variables (Gil Pascual, 2003). Los métodos estadísticos multivariantes pueden usarse para visualizar grandes cantidades de datos y extraer información latente.

Los tipos de investigaciones en las que son utilizados los métodos multivariantes se podrían agrupar en los siguientes casos (Martínez Arias, 1999):

1. Reducción de datos.
2. Clasificación y agrupación.
3. Análisis de las relaciones de dependencia.
4. Construcción de modelos y pruebas (test).

En los programas de monitoreo de la calidad del agua se generan datos multidimensionales complejos que requieren un tratamiento estadístico multivariante para el análisis e interpretación de la información subyacente (Singh et al., 2004).

Dentro de este análisis se consideran diferentes técnicas, un grupo de estas parten de matrices en que los datos corresponden: por filas a individuos y por columnas a variables, otras parten tanto de filas como de columnas, se refieren a variables. Entre las primeras se destacan el Análisis de Componentes principales (ACP) y el Análisis Factorial (AF), entre las segundas se encuentra el Análisis de Correspondencia.

2.2.13. Análisis de Componentes Principales (ACP)

El análisis de componentes principales (en español ACP, en inglés, PCA) es una técnica utilizada para reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos. Intuitivamente la técnica sirve para hallar las causas de la variabilidad de un conjunto de datos y ordenarlas por importancia.

El ACP construye una transformación lineal que escoge un nuevo sistema de coordenadas para el conjunto original de datos en el cual la varianza de mayor tamaño del conjunto de datos es capturada en el primer eje (llamado el primer componente principal), la segunda varianza más grande es el segundo eje, y así sucesivamente. Para construir esta transformación lineal debe construirse primero la matriz de covarianza o matriz de coeficientes de correlación. Debido a la simetría de esta matriz existe una base completa de vectores propios de la misma.

La transformación que lleva de las antiguas coordenadas a las coordenadas de la nueva base es precisamente la transformación lineal necesaria para reducir la dimensionalidad de datos. Además las coordenadas en la nueva base dan la composición en factores subyacentes de los datos iniciales (Salazar R. 2000).

ANÁLISIS FACTORIAL

Esta técnica es una rama del análisis multivariante que busca las relaciones internas de un conjunto de variables cuando estas relaciones pueden ser expresadas linealmente o aproximadamente así (Maxwell, 2006).

El análisis factorial, FA, tiene como propósito simplificar las numerosas relaciones que pudieran darse dentro del conjunto de variables medidas x_1, x_2, …, x_p. Para realizar esto busca factores comunes f_1, f_2, …, f_k, que conecten a las variables originales. Para en verdad hacer más sencilla la estructura que pueda explicar el fenómeno en estudio se debe cumplir que $k < p$. Los factores deben representar a las variables originales de tal forma que se pierda un mínimo de información.

La comunalidad proporciona una medida de la representación de una variable; así Variables completamente representadas tienen comunalidad con valor uno (Pérez, 2005).

En el ACP (Análisis de Componentes Principales) un conjunto de *p* variables correlacionadas observadas es transformado en un número igual de nuevas variables (componentes) que tienen la propiedad de estar incorrelacionadas; en este modelo todas las p componentes son necesarias para reproducir con precisión los coeficientes de correlación de las variables X. En contraste el objetivo del AF (Análisis Factorial) es explicar estas correlaciones en términos de un mucho menor número *m* de variables hipotéticas o factores (Maxwell, 2006).

Un objetivo fundamental del AF es determinar si las variables muestran patrones de relación entre sí, de manera que las variables se puedan dividir en subconjuntos y de forma que las variables en un subconjunto estén fuertemente correlacionadas con cada una de las otras y que las variables en subconjuntos distintos posean bajas Correlaciones entre sí. Debido a esto el FA es usado

frecuentemente para analizar la estructura de correlación de las variables en un conjunto de datos (Johnson, 2000).

Análisis de Clúster o Conglomerados (AC)

El objetivo del análisis cluster es dividir la información constituida por observaciones multivariantes en subgrupos llamados conglomerados (clúster), de forma que las observaciones que se encuentren en determinado conglomerado tengan características semejantes entre sí con respecto a las variables medidas en tanto que aquellas observaciones que pertenezcan a otros conglomerados distintos no sean semejantes a las de otros grupos (Johnson, 2000).

El CA es una técnica no supervisada de reconocimiento de patrones que descubre la estructura intrínseca o comportamiento subyacente del conjunto de datos sin hacer suposiciones de inicio (a príori) acerca de los datos, con el propósito de clasificar los objetos del sistema dentro de categorías o conglomerados en base a su cercanía o similaridad (Singh et al., 2004).

Para efectuar un análisis de este tipo en primer lugar se debe poder medir la semejanza o desemejanza entre dos observaciones o registros y, a continuación, la semejanza o desemejanza entre los conglomerados de observaciones (Johnson, 2000). El agrupamiento es hecho en base a medidas de similaridad o distancias (disimilaridades) (Johnson et al., 1992).

La medida de similaridad más común es el coeficiente de correlación de Pearson. Debido a que un coeficiente de correlación puede tomar los valores del rango [−1, 1] se acostumbra tomar el valor absoluto del valor del coeficiente (Jobson, 1992).

2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

2.3.1. Ley orgánica del ambiente

Esta Ley tiene como objeto el establecimiento de los principios rectores para la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente en favor de la calidad de vida (Art. 1).

En ella se asientan, en su artículo 3°, las acciones que comprenderá la protección, conservación y mejoramiento del medio, entre los cuales se incluyen: la ordenación del territorio, la planificación de los procesos de urbanización, el aprovechamiento racional de los recursos naturales, la prohibición o corrección de actividades que degraden el ambiente, la fomentación de la conciencia ambiental y la participación ciudadana en los problemas relacionados con el ambiente.

Asimismo, establece, a través del artículo 20, las actividades que son susceptibles de degradar el ambiente tales como.

- Las que directa o indirectamente contaminen o deterioren el aire, el agua, los fondos marinos, el suelo o el subsuelo o incidan desfavorablemente sobre la fauna o la flora.
- Las alteraciones nocivas de la topografía.
- Las alteraciones nocivas del flujo natural de las aguas.
- La sedimentación en los cursos y depósitos de aguas.
- Los cambios nocivos del lecho de las aguas.
- La introducción y utilización de productos o sustancias no bio–degradables.
- Las que producen ruidos molestos o nocivos.
- Las que deterioran el paisaje.
- Las que modifiquen el clima.
- Las que produzcan radiaciones ionizantes.

- Las que propenden a la acumulación de residuos, basuras, desechos y desperdicios.
- Las que propenden a la eutrofización de lagos y lagunas.
- Cualesquiera otras actividades capaces de alterar los ecosistemas naturales e incidir negativamente sobre la salud y bienestar del hombre.

2.3.2. Ley orgánica de régimen municipal

Esta Ley tiene por objeto el desarrollo de los principios constitucionales concerniente a la organización, gobierno, administración, funcionamiento y control de los Municipios y otras entidades locales (Art. 1).

En el Título III De la Competencia del Municipio establece en su artículo 36 que los municipios, para la gestión de los intereses y en el ámbito de las competencias podrán promover cualquier clase de actividades y prestar todos aquellos servicios que promuevan la satisfacción de la comunidad. Por ello, dentro de las competencias propias del municipio se encuentran específicamente en los siguientes numerales.

1°.- Acueductos, cloacas, drenajes y tratamiento de aguas residuales.
2°.- Distribución y venta de electricidad y gas en las poblaciones de su jurisdicción.
3°.- Elaborar y aprobar los planes de desarrollo urbano local, formulados de acuerdo con las normas y procedimientos técnicos establecidos por el Ejecutivo Nacional. Igualmente, velará porque los planes nacionales y regionales de ordenación del territorio y de ordenación urbanística se cumplan en su ámbito.
4°.- Promoción y fomento de viviendas, parques y jardines, plazas, playas, balnearios y otros sitios de recreación y deporte; pavimentación de las vías públicas urbanas.
6°.- Ordenación del Tránsito de vehículos y personas en las vías urbanas.

10°.- Protección del ambiente y cooperación con el saneamiento ambiental.

12°.- Aseo urbano y domiciliario, comprendidos los servicios de limpieza, de recogida y tratamiento de residuos.

2.3.3. Ley penal del ambiente

El objeto de esta Ley es tipificar como delitos aquellas acciones que infrinjan las disposiciones relativas a la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente, además que establece las sanciones penales correspondientes (Art. 1).

En su Título II De los Delitos contra el Ambiente, establece las acciones y actividades capaces de causar daños a los recursos naturales y sus respectivas sanciones. Como es el caso del recurso hídrico, que mediante los artículos 28, 30, 32 y 34, se señala como acciones susceptibles de degradarlo, el vertido ilícito de sustancias no biodegradables, los cambios de flujo y sedimentación, la contaminación subterránea y los permisos o autorizaciones ilícitas, respectivamente.

Igualmente, el recurso edáfico puede ser afectado por actividades y objetos degradantes, y la degradación de suelos, topografía y paisaje (Art. 42 y 43, respectivamente). Con respecto al aire o la atmósfera, éstos pueden ser alterados por la emisión de gases (Art. 44) y degradación de la capa de ozono (Art. 47).

En cuanto a la flora, la fauna y sus hábitat, éstos pueden ser perturbados a causa de los incendios de vegetación natural (Art. 50), la destrucción de vegetación en las vertientes (Art. 53), la difusión de enfermedades (Art. 54) y actividades en áreas especiales o ecosistemas naturales (Art. 58).

Por último, en el artículo 61 se dispone las sanciones para la omisión de requisitos sobre impacto ambiental, es decir, el funcionario público que confiera permisos o autorizaciones, sin que antes haya cumplido con el requisito del estudio y evaluación del impacto ambiental.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MÉTODOS Y TÉCNICAS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Métodos

La investigación realizada fue de tipo exploratorio, ya que no se ha encontrado referencias de que se haya efectuado otra investigación en el país utilizando a los macroinvertebrados acuáticos como indicador de la calidad de agua en los ríos Macul y Pichincha.

Esta investigación permitió la familiarización con los grupos de macro invertebrados que se encontraron y su relación con la calidad de agua del sector en estudio.

En correspondencia a la investigación, en los lugares estudiados se observó durante el período definido las propiedades químicas y biológicas, así como su comportamiento en el ecosistema y su recuperabilidad.

Para conocer la influencia de los metales que son incorporados al río, se recurrió a una encuesta en el sector para conocer los motivos, porque los habitantes arrojan desperdicios orgánicos e inorgánicos a las fuentes naturales y que especies de peces habitan en los actuales momentos y desde que tiempo empezó a extinguirse los diferentes peces conocidos en los lugares estudiados.

3.1.2. Técnicas

Las técnicas utilizadas para la investigación fueron:

- **Observación de campo**: Se definió mediante esta técnica las estaciones de muestreo ya que los macroinvertebrados pueden vivir en restos de vegetales en descomposición, debajo de las plantas acuáticas, en el lodo o en la arena en el fondo del río, debajo de las piedras donde el caudal es fuerte o en lugares que el agua esta retenida.

- **Captura de macroinvertebrados:** La toma de muestras de macroinvertebrados se realizó utilizando la red súber que consta de un marco metálico de 900 cm^2 al cual está sujeta una red de nylon; la red se coloca en el fondo del río contra la corriente, se removió el sustrato para liberar la biota presente. Posteriormente se tamizó la muestra para capturar los macroinvertebrados. las muestras deben ser conservadas en alcohol al 75% hasta poder identificar las especies mediante el estereoscopio.
  Se tomaron tres muestras en cada sitio

- **Observación en estereoscopio**: Se utilizó un estereoscopio 10X para la identificación y clasificación de los macroinvertebrados

- **Comparación con claves:** Se comparan las diferentes estructuras de los especímenes con claves existentes para la identificación.

- **Análisis EPT y análisis de sensibilidad**: Se determinó la abundancia y riqueza de los EPT (Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera) en las muestras y se comparó con los índices establecidos.

- **Captura de peces:** Se realizó con la ayuda de trasmallo en repetidas ocasiones y en ocho sitios con un recorrido de 700 metros en cada lugar; los peces capturados fueron clasificados por especie, se retiraron al azar siete peces de cada especie, para ser conservados con hielo hasta llegar al laboratorio en la ciudad de Guayaquil.

- **Análisis físico químico y bacteriológico de las muestras**: En base a los reportes de análisis físicos, químicos y bacteriológicos realizados por el Grupo Químico Marcos en enero del 2012 y proporcionados por HIDRONACIÓN se identificaron tres estaciones de muestreo de interés

para este estudio, tanto en el río Macul (La Chola, Murucumba y La Unión), como en el río Pichincha (Cherry, Tres Gritos y Santa Lucía).

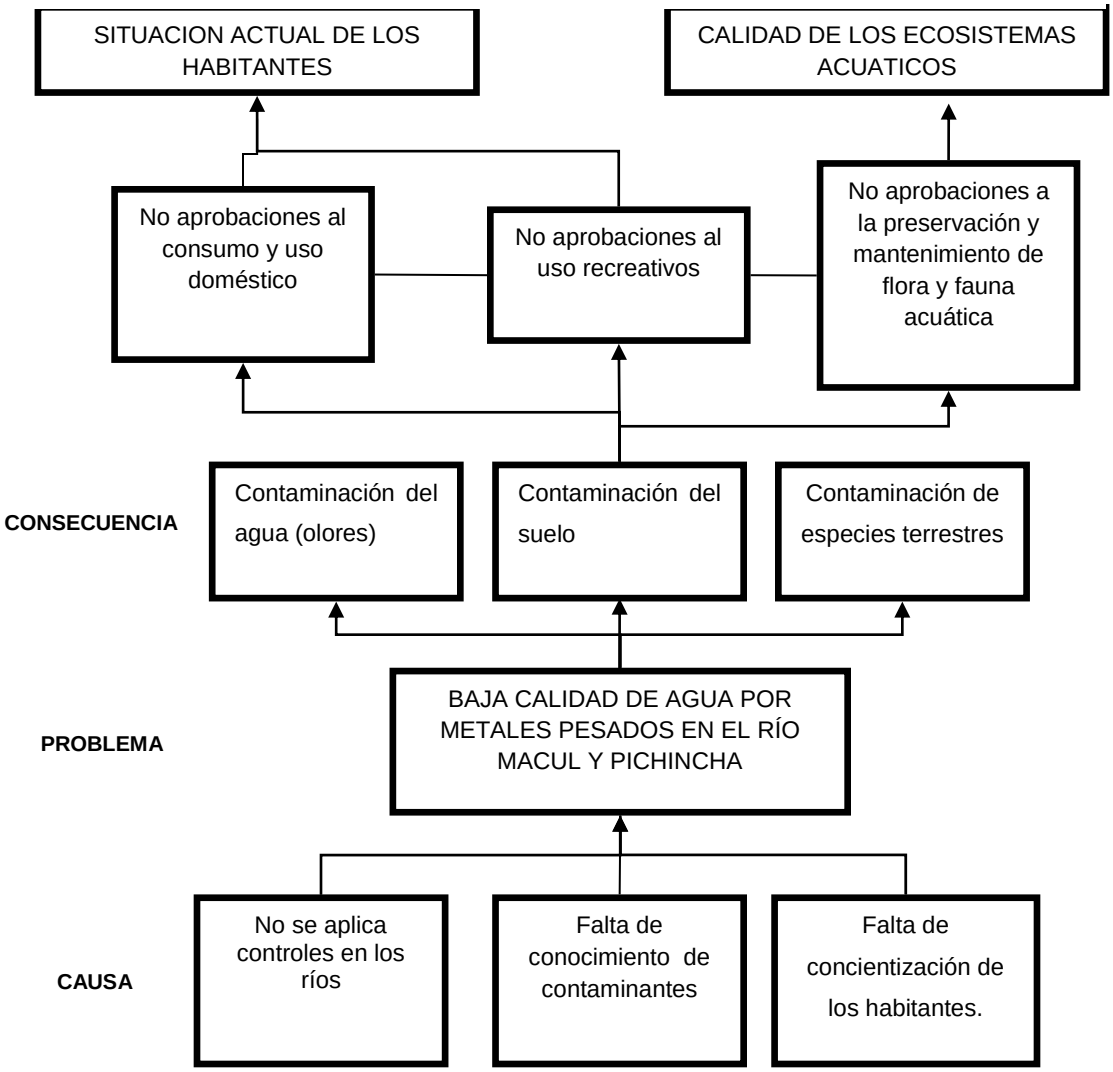
Cabe resaltar que en cada estación, toma las muestras a 0, 3, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 metros aguas arriba gracias a la recomendación del Grupo Químico MARCOS

- **Aplicación de cuestionario:** se diseñó un cuestionario comprendido de veinte preguntas, el mismo que fue aplicado a las familias que se encuentran en las riberas de los dos cursos de agua, para lo cual se selección las 20 familia que hay se encontraron. Con el análisis se establecieron las especies de peces de mayor consumo en los lugares.

3.2. CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN

Para la construcción metodológica del objeto de investigación se utilizó la técnica del árbol del problema bajo estudio, de manera que dicho objeto, queda expuesto a través de sus nexos e interrelaciones mediante el análisis causa – efecto, todo lo cual se muestra mediante la Figura 3.1.

Figura 1. Construcción metodológica del objeto de investigación mediante el árbol de problema



3.3. ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO

El marco teórico, fue elaborado mediante el tratamiento de los antecedentes del estudio, la fundamentación conceptual donde se realiza la conceptualización de los términos que pudieran afectar la comprensión del lector, la Fundamentación Teórica de los objetivos específicos, donde se da a conocer al lector sobre los macroinvertebrados como indicadores de contaminación y los efectos de los

metales pesados en la cadena trófica, la Fundamentación legal del estudio, la Hipótesis, y las variables de la investigación.

3.4. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN EMPÍRICA

3.4.1. Población

La población en estudio son los ríos Macul en toda su extensión a partir del puente Carretero Quevedo – El Empalme; y el río Pichincha en sus afluentes Río (Tachell Estero Zapata y Estero Germul).

3.4.2. Muestra

Previo a la toma de la muestra se realizó un mapeo para identificar el recorrido y lugares donde se tomaron las muestras y registrar las actividades que sucedan en las zonas de estudio y los ambientes que lo rodean, para realizar la presente investigación en los ríos en estudio se fijaron los puntos en la orilla (tanto en los bordes derecho e izquierdo y centro del río) realizando un total de 10 sub muestras, se procederá a mezclarlas y obtener una sola muestra por río, y el mismo procedimiento se aplicó la recolección de macro invertebrados con remociones de plantas acuáticas, piedras, madera ya que estos obstáculos son hospederos para los macro invertebrados para esconderse, realizando el muestreo en diez lugares del río y serán depositados en envases de vidrío con soluciones de alcohol 75%, para ser trasladados al laboratorio para determinar el subconjunto de la población e identificación de los metales pesados en donde se aplicara los instrumentos para la obtención de la información.

3.4.3. Procedimiento

La secuencia de actividades investigativas fue la siguiente:

a) Toma de muestras de macro-invertebrados, en los seis puntos (tres puntos en cada río) en una distancia de 700 metros aguas arriba del punto inicial

de muestreo; Envío de las muestras debidamente conservadas al laboratorio grupo Marcos

b) Toma de muestras de peces de consumo en las dos riberas de los ríos en estudio, con la utilización de trasmallo para barrido de fondo, en una distancia de 15 metros, cubetas para conservación de peces cajas térmicas con hilo para preservación de las muestras;

c) Elaboración de cuadros de frecuencia, porcentajes y gráficos a partir de los resultados del cuestionario de entrevista; análisis e interpretación de los resultados;

d) Se utilizaron cinco variables para los sitios de muestra y así mismo para cada sector escogido de cada río para aplicar el análisis estadístico multivariante (Análisis de Componentes Principales ACP, Análisis Factorial y Análisis de Conglomerados) con la información contenida en los informes de laboratorio del Grupo Químico Marcos;

e) Comparación de los valores obtenidos con la norma nacional;

f) prueba estadística de los resultados con el propósito de comprobar o desaprobar la hipótesis de investigación.

g) Elaboración del informe de investigación, es decir, la escritura de la Tesis de Grado.

3.5. DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La información de la entrevista se describió empleando cuadros de frecuencia; los informes de laboratorio fueron analizados estadísticamente mediante el análisis multivariante para determinar los metales pesados de mayor impacto en los dos cursos de agua.

La verificación de las hipótesis planteadas se realizó mediante pruebas de “t” Student.

3.6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El procesamiento de datos se lo determino en el laboratorio, en donde con la ayuda de claves de identificación se registraron los diferentes grupos de macroinvertebrados presentes, la abundancia de individuos y los metales pesados y su índice de cada elemento presente.

El análisis EPT (Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera) fue procesado en la hoja electrónica de Excel 2007, y consistió en el uso de estos tres grupos de macro invertebrados como indicadores de la calidad de agua por ser más sensibles a los contaminantes; posteriormente se relacionó la abundancia de individuos con la presencia de los EPT expresado en porcentaje y este valor se lo relacionó con la escala de calidad (Quijije, 2012).

3.7. CONSTRUCCIÓN DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN

El informe de investigación siguió rigurosamente los lineamientos establecidos por la Unidad de Postgrado para este programa de maestría. Es decir, se elaboraron los seis capítulos estipulados, con las temáticas y subtemáticas asociadas a la especificidad de dichos capítulos. Asimismo, se mantuvo una proporción equilibrada, según las características de cada uno, en cuanto a sus extensiones, no plasmándose más que lo que realmente resultó en algo significativo y relevante para el estudio desarrollado

.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS EN RELACIÓN CON LAS HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

4.1. ENUNCIADO DE LA HIPÓTESIS

4.1.1. Hipótesis General

La presencia de los diferentes metales pesados disminuye la calidad de agua de los ríos Macul y Pichincha.

4.1.2. Hipótesis específicas

- La situación actual de los río Macul y Pichincha tiene un alto nivel de contaminación por metales pesados.

- Los metales pesados afectan negativamente la naturaleza del río estudiado

- La presencia de metales pesados alteran directamente con la biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos en los ríos Macul y Pichincha

4.2. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN EMPÍRICA PERTINENTE A LA HIPÓTESIS

4.2.1. Metales pesados que generan impacto ambiental negativo al recurso hídrico.

Luego de realizar el análisis estadístico de todos los parámetros analizados (de los registrados en los muestreos), se determinó que el metal pesado que mayor impacto provoca tanto en el río Pichincha, como en el río Macul, es el Hierro (Fe^{++}), la concentración del mismo es mucho mayor en la Estación Cherry = 1,264 mg/l (Río Pichincha) que en la Estación La Chola = 0,5492 mg/l (Río Macul).
En la Cuadro 4.2.5 se observa las concentraciones encontradas y su comparación con la normativa vigente.

Cuadro 7. Presencia de Fe en los ríos Pichincha, Macul y la norma nacional

Río	Concentración (mg/dm^3)	*TULSMA(mg/dm^3)
Pichincha (Est. Cherry)	1,264	0,3
Macul (Est. La Chola)	0,5492	

*Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio ambiental, Cuadro 3 "Criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas Cálidas dulces"

Cuadro 8. Presencia de metales pesados en especies de peces de los ríos Macul y Pichincha.

Río	Especie	Concentración metales pesados (mg/kg de peso)						
		Cd	Norma*[3]	Pb	Norma*	Hg	Norma*	As
MACUL	BANTE	0,1	0,05	ND	0,2	0,4	0,5	ND
	VIEJA	0,07		ND		0,3		ND
PICHINCHA	BOCA CHICO	0,07		ND		0,3		ND
	TILAPIA	0,08		ND		0,3		ND

A partir de los informes de los análisis de laboratorio de las estaciones (puntos de muestreo) en el río Pichincha: Tres Gritos, Cherry y Santa Lucia; y en el río Macul (La Chola, Murucumba y La Unión) cuyas muestras de agua fueron procesadas en enero del año 2013, se tomaron los parámetros que exceden la norma: TULSMA, *"Criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas cálidas dulces"*, estos parámetros son: Oxígeno Disuelto (OD) mg/l, Amoniaco (NH_3) mg/l, Sulfuro de Hidrogeno (SH_2) mg/l, y Hierro (Fe^{+3})mg/l.

4.2.1.1. Río Pichincha

Para el análisis de componentes principales se tomaron los valores de los parámetros que se encuentran fuera de la norma y se obtuvieron 10 componentes principales para: OD-Tres Gritos (1,925); Amoniaco-Tres Gritos (0,072); Sulfuro de Hidrógeno Tres Gritos (16,4); Hierro Tres Gritos (0,4148); OD Cherry (1,319);

[3] * Directiva 2001/22/CE de la Comisión de 8 de *marzo de 2001, por la que se fijan* métodos de toma de muestras y de análisis para el control oficial del contenido máximo de plomo, cadmio, mercurio y 3-MCPD en los productos alimenticios

Amoniaco Cherry (0,291); Sulfuro de Hidrógeno Cherry (33); Hierro Cherry (1,264); OD Santa Lucia (1,714); Amoniaco Santa Lucia (0,039) como se puede observar en la Cuadro 1.

Cuadro 1. Resumen de parámetros que se encuentran fuera de la norma en el río Pichincha.

Distancia desde la estación de Muestreo (aguas abajo)	ESTACIÓN TRES GRITOS				ESTACIÓN CHERRY				SANTA LUCIA	
	Oxígeno Disuelto mgO2/l	Amoniaco mg/l	Sulfuro de Hidrogeno mg/l	Hierro mg/l	Oxígeno Disuelto mgO2/l	Amoniaco mg/l	Sulfuro de Hidrogeno mg/l	Hierro mg/l	Oxígeno Disuelto mgO2/l	Amoniaco mg/l
Técnica utilizada	4500 O B	4500 AMONIA F	4500 S D	PEE-GQM-FQ-18	4500 O B	4500 AMONIA F	4500 S D	PEE-GQM-FQ-18	4500 O B	4500 AMONIA F
0	5,2	0,04	7,0	0,0190	4,41	0,14	12	0,0190	5,1	0,03
3	4,16	0,1	9,0	0,0190	3,8	0,09	12	0,0190	4,72	0,1
5	3,25	0,25	10,0	0,0190	2,1	0,15	12	0,0190	1,49	0,01
10	2,1	0,09	11,0	0,54	0,85	0,5	13	2,376	1,38	0,17
15	1,12	0,08	10,0	0,573	0,55	0,62	16	2,063	1,25	0,03
20	0,97	0,03	11,0	0,385	0,42	0,8	15	2,567	0,92	0,01
25	0,84	0,02	18,0	0,494	0,35	0,04	15	1,63	0,86	0,01
30	0,65	0,02	25,0	0,634	0,23	0,47	21	1,875	0,62	0,01
35	0,65	0,02	25,0	0,634	0,23	0,47	21	1,875	0,62	0,01
40	0,58	0,04	28,0	0,726	0,24	0,05	107	1,036	0,41	0,01
SUMA	19,25	0,72	164,0	4,148	13,19	2,91	330	12,64	17,14	0,39
PROMEDIO	**1,925**	**0,072**	**16,4**	**0,4148**	**1,319**	**0,291**	**33**	**1,264**	**1,714**	**0,039**
NORMA	**≥5**	**0,02**	**0,0002**	**0,3**	**≥5**	**0,02**	**0,0002**	**0,3**	**≥5**	**0,02**

Elaboración: Montenegro, R. 2013.

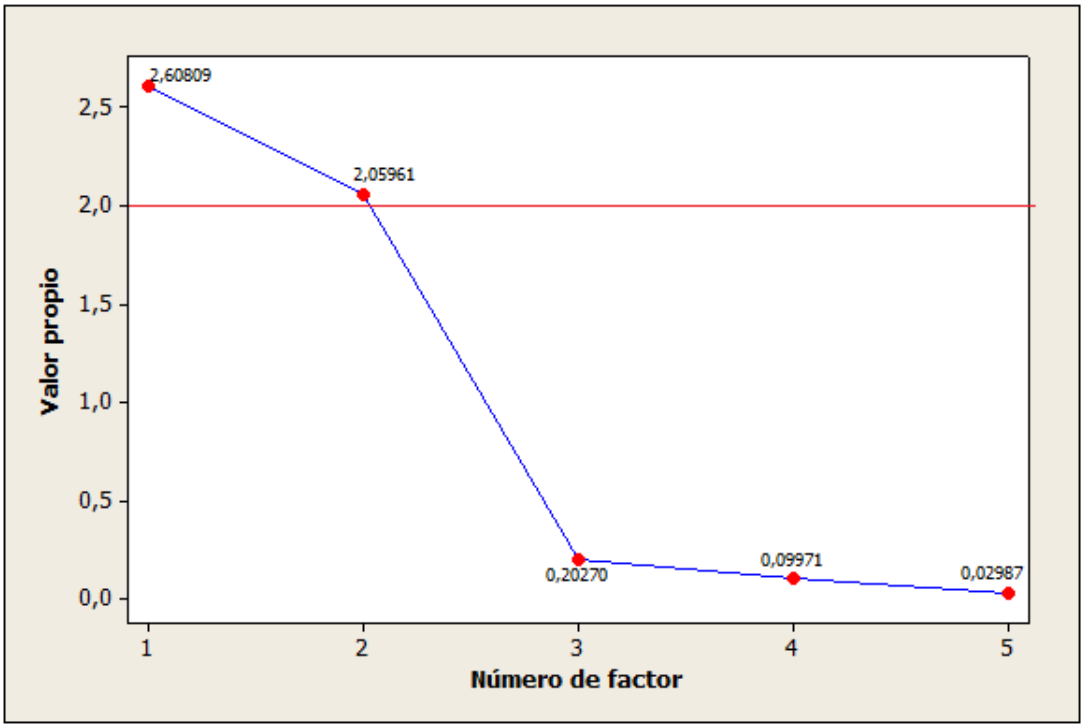
Luego de la primera extracción y del análisis factorial se obtuvieron los siguientes parámetros (Variables) con sus respectivas Comunalidades:

Cuadro 2. Factores rotados y Comunalidades (Rotación Varimax)

PARÁMETROS	F1	F2	COMUNALIDAD
SH_2-Tres Gritos	0,966	-0,058	0,937
Fe-Tres Gritos	0,834	0,518	0,965
NH_3- Cherry	-0,309	0,900	0,905
SH_2-Cherry	0,918	-0,232	0,896
Fe-Cherry	0,182	0,965	0,964
Varianza	**2,6013**	**2,0664**	**4,6677**
% de la Varianza	**52,0**	**41,3**	**93,4**

Elaboración: Montenegro, R. 2013.

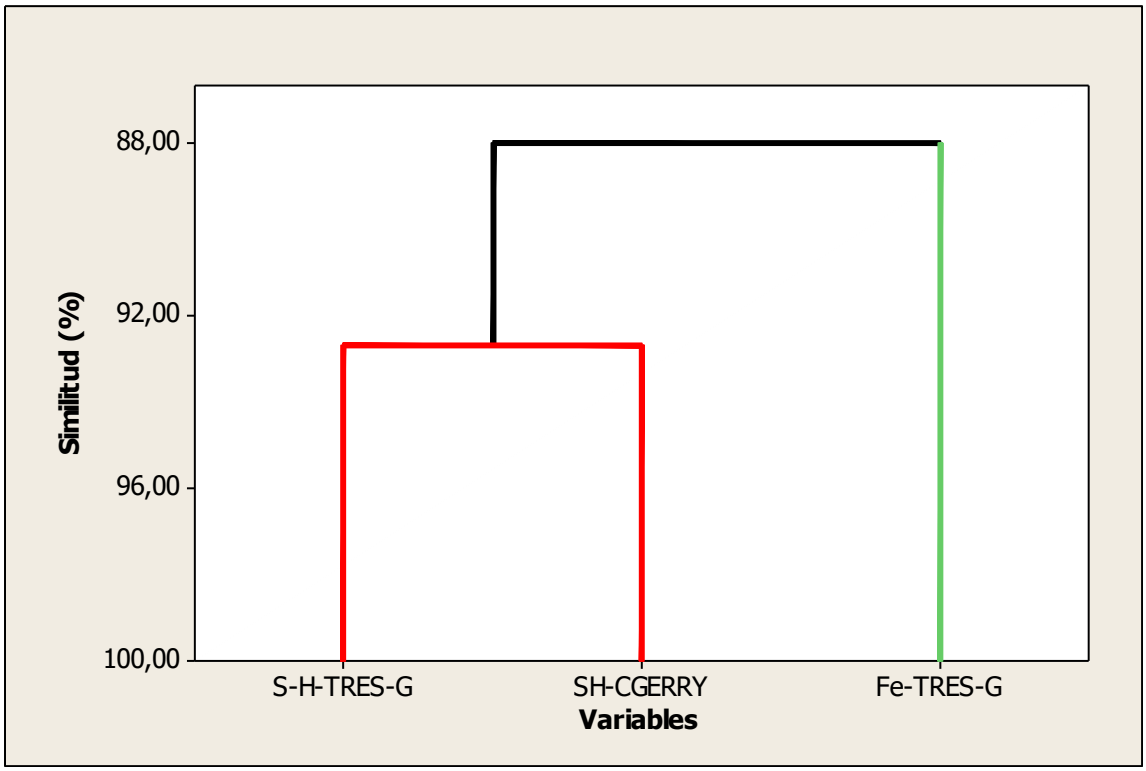
Figura 2. Gráfica de sedimentación: SH_2-Tres Gritos, Fe-Tres Gritos, NH_3-Cherry, SH_2-Cherry, y Fe-Cherry



Elaboración: Montenegro, R. 2013.

En el Cuadro 2. Se muestran los primeros dos factores (FACTOR 1 y FACTOR 2) considerados los más importantes cuyas varianzas (valores propios) de 2.6013 y 2.0664 y explican el 52% y 41.3% de la varianza total respectivamente (Ver Figura 2). Los coeficientes que aparecen debajo de F1 y F2 muestran como calcular las puntuaciones de los factores; F1 = 0.966 *(SH2 Tres Gritos) + 0.834*(Fe Tres Gritos) – 0.309* (NH3 Cherry) + 0.918 *(SH2 Cherry) + 0.182 *(Fe Cherry) y F2 = -0,058 *(SH2-Tres Gritos) + 0,518 *(Fe-Tres Gritos) + 0,900 *(NH3- Cherry) - 0,232 * (SH2-Cherry) + 0,965 * Fe-Cherry. Para proceder a realizar una segunda extracción se toman en cuenta los parámetros que tienen coeficientes de puntuación más altos y signo positivo en el factor 1, estos son: SH2-Tres Gritos (0,966), Fe- Tres Gritos (0,834), SH2- Cherry (0,918), y proceder a realizar el Análisis de Conglomerados el mismo que se muestra en la Figura3.

Figura 3. Dendograma con enlace de promedios y distancia de coeficiente de correlación.



Elaboración: Montenegro, R. 2013.

De la Figura 3. Se desprende que entre las variables: SH_2 en Tres Gritos y SH_2 en Cherry no existen diferencias estadísticas significativas (son estadísticamente similares), pero Hierro en Tres Gritos es diferente estadísticamente con los dos anteriores.

4.2.1.2. Río Macul

Para el análisis de Componentes principales se tomaron los valores de los parámetros que excedieron la norma y se obtuvieron 14 componentes principales para: OD-La Chola; NH_3-La Chola; H_2S-La Chola; Ba-La Chola; Fe-La Chola; OD-Murucumba; NH_3-Murucumba; H_2S-Murucumba; Ba-Murucumba; Fe-Murucumba; OD-La Unión; NH_3-La Unión; H_2S-La Unión; y Fe-La Unión.

Cuadro 3. Resumen de parámetros que se encuentran fuera de la norma en el río Macul.

Distancia en m	ESTACIÓN LA CHOLA					ESTACIÓN MURUCUMBA					ESTACIÓN LA UNIÓN			
	OD mgO_2/l	NH_3 mg/l	SH_2 mg/l	Ba mg/l	Fe mg/l	OD mgO_2/l	NH_3 mg/l	SH_2 mg/l	Ba mg/l	Fe mg/l	OD mgO_2/l	NH_3 mg/l	SH_2 mg/l	Fe mg/l
Técnica	4500 O B	4500 AMONIA F	4500 S D	3500 Ba	PEE-GQM-FQ-18	4500 O B	4500 AMONIA F	4500 S D	3500 Ba	PEE-GQM-FQ-18	4500 O B	4500 AMONIA F	4500 S D	PEE-GQM-FQ-18
0	5,1	0,03	10	2	0,019	5,01	0,15	190	2	0,019	5,91	0,02	160	0,019
3	4,65	0,02	30	2	0,019	4,25	0,13	180	1	0,019	5,1	0,01	160	0,019
5	2,92	0,2	40	2	0,019	3,88	0,22	160	1	0,019	1,45	0,04	170	0,019
10	1,4	0,13	40	2	1,018	1,22	0,07	190	1	0,768	0,91	0,14	140	0,876
15	1,14	0,19	80	2	0,923	1,13	0,1	180	1	0,836	0,75	0,01	120	0,647
20	0,93	0,27	80	2	0,956	0,93	0,12	260	1	0,888	0,7	0,05	220	0,442
25	0,71	0,24	80	1	0,804	0,87	0,15	270	1	0,871	0,6	0,07	200	0,306
30	0,62	0,2	70	1	0,671	0,85	0,15	280	1	0,68	0,51	0,13	220	0,556
35	0,57	0,07	80	1	0,592	0,8	0,1	280	1	0,617	0,36	0,01	240	0,073
40	0,36	0,01	480	2	0,471	0,21	0,01	270	1	0,558	0,32	0,01	260	0,109
SUMA	18,4	1,36	990	17	5,492	19,15	1,2	2260	11	5,275	16,61	0,49	1890	3,066
PROM.	**1,84**	**0,136**	**99**	**1,7**	**0,5492**	**1,915**	**0,12**	**226**	**1,1**	**0,5275**	**1,661**	**0,049**	**189**	**0,3066**
NORMA	**≥5**	**0,02**	**0,0002**	**1,0**	**0,3**	**≥5**	**0,02**	**0,0002**	**1,0**	**0,3**	**≥5**	**0,02**	**0,0002**	**0,3**

Luego de la primera extracción y del análisis factorial se obtuvieron los siguientes variables (parámetros) con sus respectivas Comunalidades:

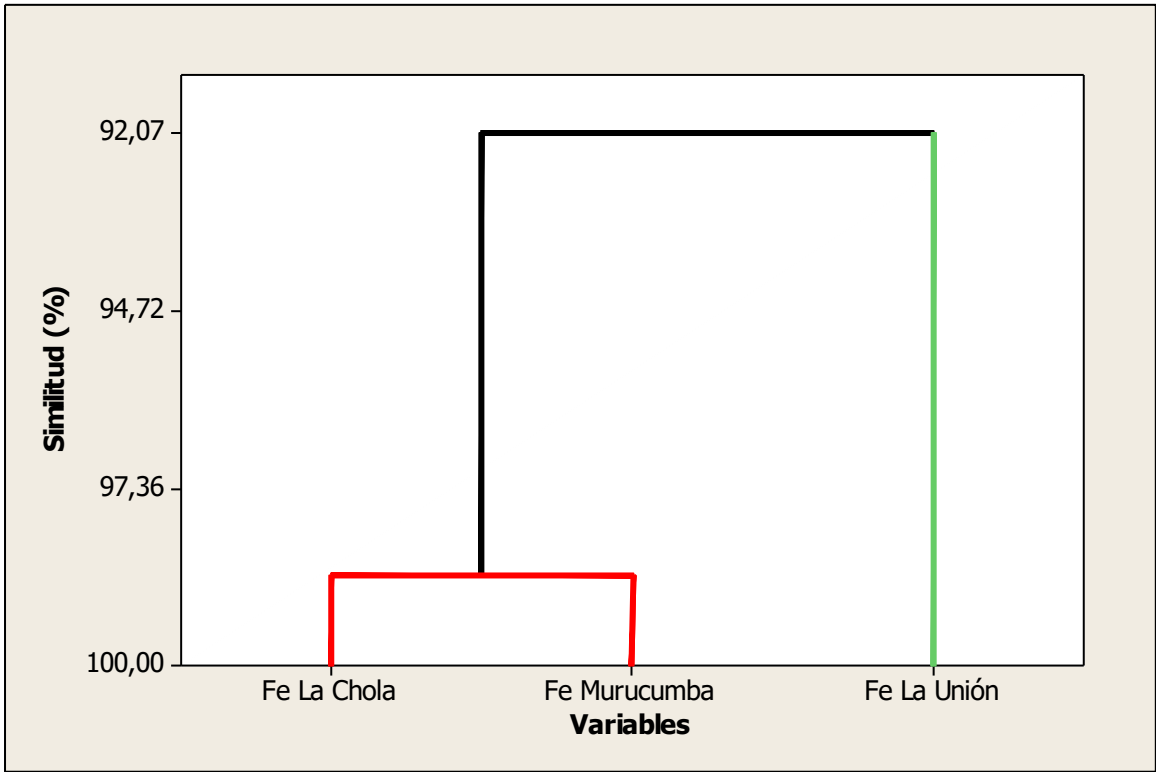
Cuadro 4. Factores Rotados y Comunalidades (Rotación Varimax)

VARIABLE	Río Macul	Río Pichincha	COMUNALIDAD
NH_3-La Chola	0,731	0,117	0,548
SH_2-La Chola	-0,177	-0,770	0,624
Fe-La Chola	0,924	-0,230	0,906
SH_2-Murucumba	0,290	-0,884	0,866
Fe-Murucumba	0,869	-0,403	0,917
NH_3-La Unión	0,719	0,141	0,536
SH_2-La Unión	-0,101	-0,937	0,888
Fe-La Unión	0,913	0,192	0,870
Varianza	**3,6180**	**2,5382**	**6,1562**
% de la Varianza	**0,452**	**0,317**	**0,770**

Elaboración: Montenegro, R. 2013.

Como se observa en la Cuadro 4 los primeros dos factores, nos permiten hacer una segunda extracción y determinar las variables más discriminantes que son: Fe en Las Chola (0.924), Fe en Murucumba (0.869) y Fe en La Unión (0.913), que son los que tienen coeficientes de puntuación más altos.

Figura 4. Dendograma con enlace simple y distancia de coeficiente de correlación.



Elaboración: Montenegro, R. 2013.

Del dendograma se deduce que las variables más discriminantes de todo el análisis realizado son Fe en La Chola, Fe en Murucumba (similares estadísticamente) y Fe en La Unión estadísticamente diferentes los dos anteriores.

Para conocer cuál de los dos ríos se encuentra más contaminado por Hierro (Fe), se planteó una separación de medias en las estaciones de muestreo de mayor impacto de los dos ríos, esto es La Chola en el Río Macul y Cherry en el Río Pichincha:

Cuadro 5. Prueba de "t" (Fe-La Chola Vs. Fe-Cherry)

VARIABLE No. 1		VARIABLE No. 2	
Punto de Muestreo La Chola (río Macul)		Punto de Muestreo Cherry (río Pichincha)	
Número de casos	9	Número de casos	9
Promedio	0.5579	Promedio	1.2893
Varianza	0.1812	Varianza	1.0970
STD.	04256	STD.	1.0474
Varianza de la diferencia entre promedios		0.0452	
STD de la diferencia		0.2126	
Valor de "t"		-3.4412	
Grados de libertad efectivos		8	
Probabilidad de "t"		0.0088	
Resultado: **EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE LOS PROMEDIOS POR LO TANTO SE RECHAZA LA HIPÓTESIS DE IGUALDAD DE PROMEDIOS.** **EL CONTENIDO DE Fe. EN LA ESTACIÓN CHERRY (RÍO PICHINCHA) ES ESTADISTICAMENTE MAYOR AL CONTENIDO DE Fe. EN LA ESTACIÓN LA CHOLA (RÍO MACUL)**			

Lo anotado coincide claramente con lo descrito en la cuadro 0.6 "Resumen de parámetros que se encuentran fuera de la norma TULSMA" en los muestreos efectuados en los ríos Macul y Pichincha.

Cuadro 6. Resumen de parámetros químicos fuera de la norma TULSMA

SITIOS DE MUESTREO	NORMA	OD	NH_3	SH_2	Fe	Ba
		≥ 5 mg/l	0,02 mg/l	0,0002 mg/l	0,3 mg/l	1 mg/l
RIO PICHINCHA	Tres gritos	1,925	0,072	16,4	0,4148	
	Cherry	1,319	0,291	33	1,264	
	Sta. Lucia	1,714	0,039	200	0,2603	
RIO MACUL	La chola	1,84	0,136	99	0,5492	1,7
	Murucumba	1,915	0,12	226	0,5275	1,1
	La unión	1,661	0,049	189	0,3066	

Elaboración: Montenegro, R. 2013.

4.2.1. Variable Dependiente: *Calidad del agua en el río Macul y Pichincha*

4.2.1.3. Presencia de macro invertebrados como bioindicadores de la calidad del agua en los ríos Macul y Pichincha

A continuación se muestra el resultado de la presencia de macroinvertebrados en las muestras de agua de los dos ríos en estudio.

Cuadro 9. Fauna Acuática encontrada en los Ríos Macul y Pichincha.

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	No. INDIVIDUOS CAPTURADOS		ETP PRESENTES	
				R. PICHINCHA	**R. MACUL**	**R. PICHINCHA**	**R. MACUL**
Molusca	Gastropoda		***Thiaridae***	8	0	0	0
			Hidrobiidae	4	0	0	0
Artrópoda	Insecta	Hemiptera	***Belostomatidae***	4	0	0	0
		Odonata	***Gomphidae***	2	0	0	0
		Coleoptera	***Hydrophilidae***	4	0	0	0
		Coleoptera	***Lutrochidae***	1	0	0	0
			Dryopidae	1	0	0	0
		Ephemeroptera	***Baetidae***	10	0	10	0
		Diptera	***Simuliidae***	1	0	0	0
		Diptera	***Chironomidae***	22	70	0	0
			?	0	12	0	0
Anélida		Oligochatea	***Tubifex***	2	0	0	0
			Total	**59**	**82**	**10**	**0**
			Riqueza	11	2		

Índice ETP (%)	16,95	0
Ponderación ETP	Mala	Mala

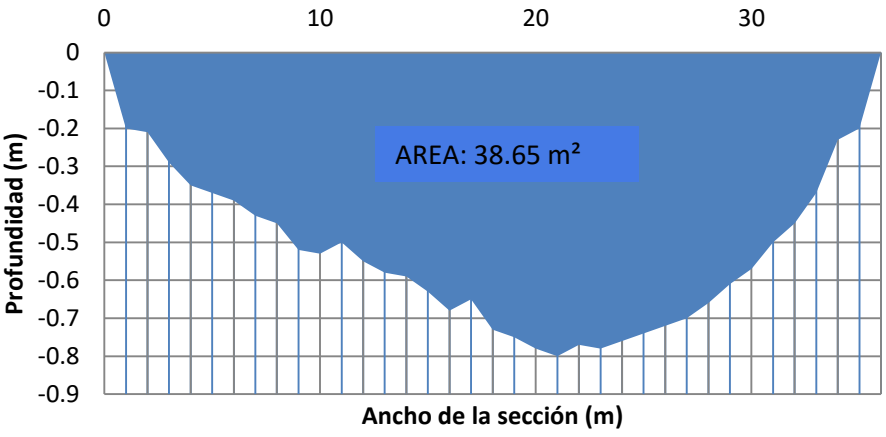
De acuerdo al índice ETP la condición del agua en esta época del año 2012 (mes de octubre), en el Río Pichincha se identificaron 10 ETP del orden *Ephemeroptera*; familia *Baetidae*, mientras que en el Río Macul, no se identificaron ETP. De la cuadro de ponderación (anexo 1), correspondiente a éste índice el medio acuático del Río Pichincha se clasifica como Malo.

4.2.1.4. Aforo de gasto líquido para determinar caudal de río Pichincha y Macul

Luego de determinar la calidad del agua de los ríos en estudio se procedió a determinar la cantidad de agua que escurría por medio de un aforo de gasto líquido.

Río Pichincha

Figura 5.
Aforo Río Pichincha (Puente carretero)



Aforo de Gasto Líquido: **17 oct-2012 10:30 a.m.**

$$\int_0^{36} (-0.000005)x^3 + 0.001x^2 + 0.031x + 0.142\ dx$$

Área = 38.65 m^2

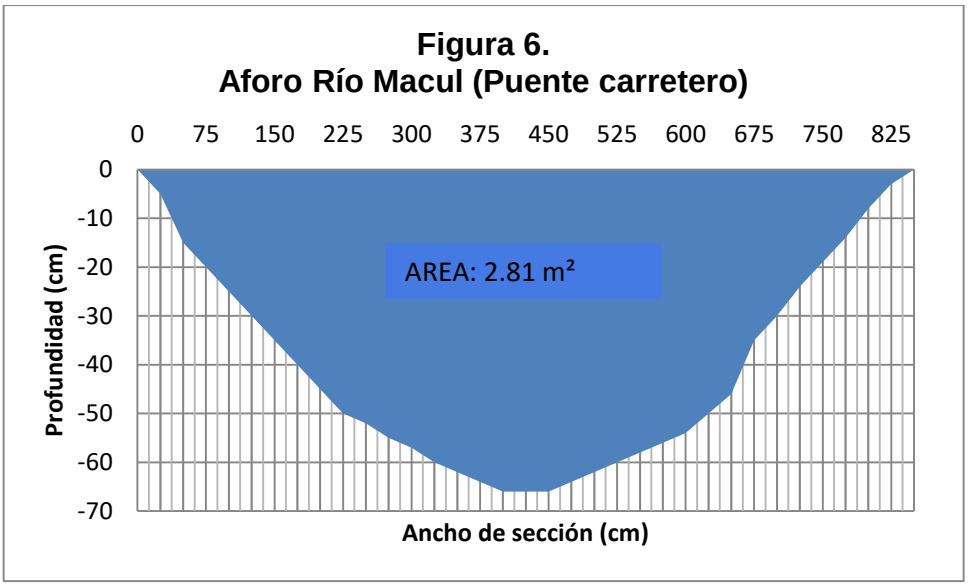
Velocidad del Agua = 0.11 m/s

Caudal = 16.23 m^3/s

El Caudal encontrado en el Río Pichincha es de 16.23 m^3/s

Río Macul:

Figura 6.
Aforo Río Macul (Puente carretero)



Aforo de Gasto Líquido: **18 oct-2012 10:00 a.m.**

$$\int_0^{850} (-0.00041)x^2 + 0.315x - 2.032\ dx$$

Área = 28136.3 Cm^2 = 2.81 m^2

Velocidad del agua = 0.11 m/s

Caudal = 1.83 m^3/s

La cantidad encontrada es de 1.83 m^3/s

Del resultado de los aforos se deduce que los dos cursos de agua se encuentran en un nivel bajo correspondiente a la época de estiaje del año.

Por último para conocer si los habitantes del sector, consumen pescado capturado en éstos cursos de agua se aplicó el cuestionario a 20 familias de las riberas de los dos ríos en estudio, en el que se incluyeron las especies de peces más recurrentes en estos lugares.

Cuadro 10. Consumo de peces capturados en el Río Macul.

N.-	Especie de Pez	Personas encuestadas (Río Macul)																				∑x
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	Bante	x		x		x	x	x	x	x		x	x		x		x	X		x	X	14
2	Tilapia		x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	X	x	x	X	17
3	Bocachico	x		x	x	x		x	x	x		x		x	x	x	x	X	x	x		15
4	Dica		x		x	x	x			x	x	x	x	x								9
5	Guanchiche				x				x						x							3
6	Vieja	x	x	x		x	x	x			x	x	x	x								10
7	Robalo								x							x						2
8	Bagre																	X				1
9	Sabaleta																	X				1
10	Dama					x			x			x	x									4
11	Ratón		x				x			x		x										4
12	Barbudo	x			x										x							3
13	Dica blanca												x									1
14	Cherre												x									1
15	Cachama			x																		1
16	Sábalo															x						1
	∑ X	4	4	5	5	5	5	4	6	5	3	6	7	4	5	4	3	5	2	3	2	**87**

Cuadro 11. Consumo de peces capturados en el Río Pichincha.

N.-	Especie de Pez	Personas encuestadas (Río Pichincha)																			∑ X
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	Bante	x					x			x		x			x		X					6
2	Tilapia		x		x		x		x		x		x	x	x	x	X	X	x		X	13
3	Bocachico	x		x		x		x		x		x			x		X	X		X		10
4	Dica		x		x		x			x		x		x				X				7
5	Guanchiche				x	x			x				x		x	x						6
6	Vieja	x		x		x		x			x	x	x	x					x		X	10
7	Robalo																					0
8	Bagre						x															1
9	Sabaleta																					0
10	Dama	x	x	x		x		x	x		x	x	x	x		x			x	X	X	14
11	Ratón				x			x			x			x			X					5
12	Barbudo		x			x	x	x				x	x							X	X	8
13	Dica blanca			x		x			x	x			x			x		X				7
14	Cherre				x		x					x		x	x		X			X		7
15	Cachama	x	x			x		x			x			x				X			X	8
16	Sábalo		x	x	x				x			x	x			x	X		x			9
	∑ X	5	6	5	6	7	6	6	5	4	5	8	7	7	5	5	6	5	4	4	5	**111**

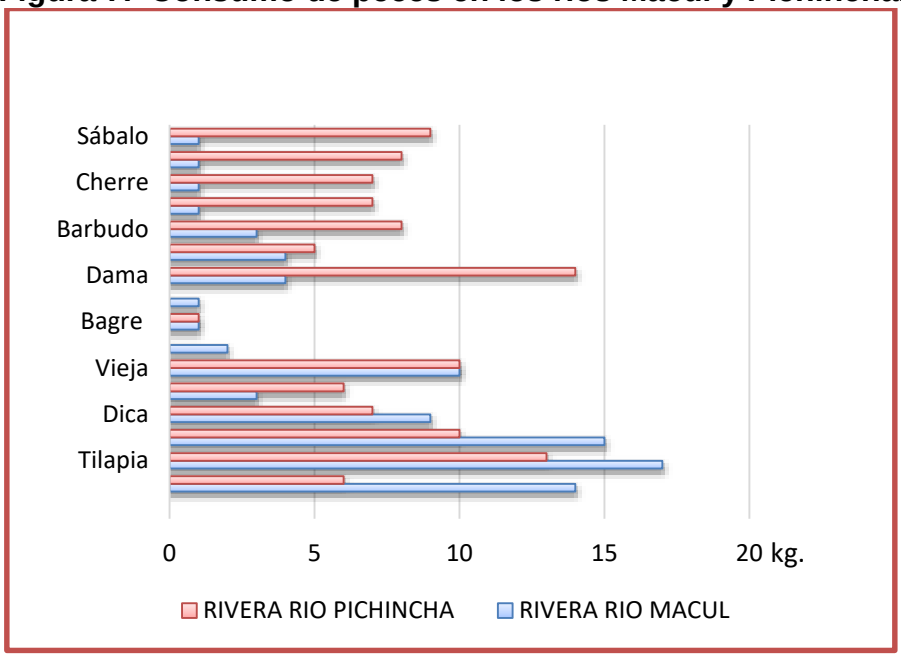
Cuadro 12. Consumo de peces capturados en los ríos Macul y Pichincha, 2012.

N.-	ESPECIES DE PECES	R. MACUL	R.PICHINCHA	TOTAL
1	Bante	14	6	**20**
2	Tilapia	17	13	**30**
3	Bocachico	15	10	**25**
4	Dica	9	7	**16**
5	Guanchiche	3	6	**9**
6	Vieja	10	10	**20**
7	Robalo	2	0	**2**
8	Bagre	1	1	**2**
9	Sabaleta	1	0	**1**
10	Dama	4	14	**18**
11	Ratón	4	5	**9**
12	Barbudo	3	8	**11**
13	Dica blanca	1	7	**8**
14	Cherre	1	7	**8**
15	Cachama	1	8	**9**
16	Sábalo	1	9	**10**
	TOTAL	**87**	**111**	**198**
	MEDIA	**5,4**	**6,5**	
	VAR	**31,9**	**18,5**	
	STD	**5,6**	**4,3**	
	PROB. "t"	**0,4192**		
	LIM. INF	**-1,683**		
	LIM. SUP.	**3,833**		

Resultado: No existen diferencias significativas entre los promedios de peces capturados en los ríos Macul y Pichincha, por lo tanto se acepta la hipótesis de igualdad e medias.

La diferencia de medias para α = 0,95 están dentro de los límites 1,075 ± 2,756 (límite inferíor = -1,683; y límite superíor = 3,833)

Figura 7. Consumo de peces en los ríos Macul y Pichincha.



Elaboración: Montenegro, R. 2013.

4.3. COMPROBACIÓN/ DISPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

De acuerdo a los análisis químicos realizados en este estudio, la concentración de Fe en las estaciones de muestreo, La Chola (río Macul) = 0,5492 mg/dm^3 y Cherry (Río Pichincha) = 1,264mg/dm^3 y su comparación con la normativa nacional 0,3mg/dm^3 demuestran que tanto en el río Pichincha como en el río Macul se sobrepasa los límites, además el análisis de macroinvertebrados ETP mostró una calidad de agua contaminada, por lo tanto se confirma la hipótesis: “La presencia de los diferentes metales pesados disminuye la calidad de agua de los ríos Macul y Pichincha”.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Por los resultados expuestos en la presente investigación se concluye lo siguiente:

- De acuerdo a los análisis químicos realizados la concentración de Fe en las estaciones de muestreo de La Chola (R. Macul) = 0,5492 mg/dm^3 y Cherry (R. Pichincha) = 1,264mg/dm^3 y su comparación con la normativa nacional 0,3mg/dm^3 demuestran que tanto en el río Pichincha como en el río Macul se sobrepasa la norma, por lo tanto se verifica la hipótesis: “La presencia de los diferentes metales pesados disminuye la calidad de agua de los ríos Macul y Pichincha”;

- De todas las variables analizadas estadísticamente, la más discriminante en los ríos Macul y Pichincha es el Fe. El río que contiene las más altas concentraciones de Fe (Cherry 1.264mg/l) es el río Pichincha;

- El metal pesado encontrado en los peces capturados para el estudio fue el Cadmio (con valores que oscilan entre 0.07 y 0.1 mg/kg de peso);

- En el río Pichincha, se encontraron 10 ETP del orden *Ephemeroptera*; familia *Baetidae*, mientras que en el Río Macul, no se identificaron ETP. De la cuadro de ponderación (anexo 1: Clases de Calidad según % ETP), el índice clasifica al medio acuático del Río Pichincha como Malo (mes octubre/2012);

- Los caudales encontrados en esta época del año (octubre/2012) fueron: Río Macul 2.81 y Río Pichincha 38.65 m^3/s.;

- El mayor consumo de peces de agua dulce se da en las riberas del Río Macul, y las especies de peces preferidas por la población ribereña son: Bante, Tilapia, Bocachico y Vieja.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para evitar el arrastre de sedimentos de fondo y entre ellos los metales pesados, es necesario reforestar las dos orillas de los ríos en estudio con especies nativas en tres estratos para frenar la energía cinética de las gotas de lluvia y evitar los procesos erosivos;

- En el listado de parámetros a analizar debe ser incluido el cadmio, ya que éste fue el metal pesado que se encontró en los peces capturados.

- La toma de muestras para los análisis de estos dos cuerpos de agua se están realizando en los meses de: enero y julio y deberían efectuarse en los meses de marzo y octubre (mes más lluvioso y mes más seco del año);

- Una vez que sea implementada la propuesta de este trabajo investigativo el medio acuático del río Pichincha poco a poco recuperara la calidad del agua y por ende la de las especies que se desarrollan en él.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA ALTERNATIVA

6.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA

PLAN DE REMEDIACIÓN DE LOS METALES PESADOS ENCONTRADOS EN LOS RÍOS MACUL Y PICHINCHA

6.2. JUSTIFICACIÓN

La Propuesta de remediación propende mejorar la calidad del agua de los ríos Macul y Pichincha ya que estos dos importantes cursos de agua sirven de fuente de abastecimiento para la actividad agro-pecuaria a las comunidades campesinas: Porvenir adentro; San Honorato; San Perico; San Gregorio; San Andrés; Río Chota; La Barbarita; La Tarabita; La Virgen; La Playita; El Cafetal; entre otras., que se asientan en las riberas de los mismos.

6.3. FUNDAMENTACIÓN

Las formaciones litológicas de los ríos en estudio corresponden a piedemonte con conos de deyección y esparcimiento, las formas de relieve superficiales son planas de disección variable ligeramente onduladas con pendientes dominantes de entre 0 y 40%. El suelo que predomina en las riberas de dos ríos son franco-arenosos medianamente profundos (1-1.2 m.) con saturación de bases mayores al 50% y con fuerte reacción al fluoruro de sodio (NaF), que cubren suelos rojizos arcillosos profundos (IGM – ORSTOM, 1981)

En la actualidad en la zona predominan los pastos artificiales de zona cálida, vegetación herbácea densa sembrada con gramíneas introducidas tales como el pasto Saboya, elefante, etc.

Debido a la fragilidad de las riberas éstas debieron dejarse en estado natural ya que se trata de suelos arenosos de terrazas bajas, sin embargo los procesos colonizadores en su afán de satisfacer las necesidades socio-económicas de la familia campesina, reemplazó la cubierta vegetal nativa por pasto y en muchos

casos dejando desprotegidas las orillas para ser utilizadas como abrevaderos principalmente para el ganado vacuno y caballar.

Mejorar la calidad de cursos de agua es una tarea muy difícil y costosa ya que se trata de grandes volúmenes que drenan de extensas áreas, que es lo que se pretende remediar, sin embargo, detener los procesos erosivos y el arrastre de sedimentos es factible en la medida que la comunidad campesina, las Instituciones estatales, gobiernos locales y organizaciones No gubernamentales de Desarrollo se propongan.

6.4. OBJETIVO GENERAL

Elaborar una Propuesta de mejoramiento de la calidad del agua en los ríos Macul y Pichincha.

6.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los sitios (estaciones) de muestreo de la calidad del agua y los parámetros a monitorear;
- Estimar el área donde se debe ejecutar la re-vegetación natural; y
- Definir los costos de la alternativa propuesta.

6.6. IMPORTANCIA

El agua es el solvente más abundante, y es capaz de incorporar una gran cantidad de sustancias al estar en contacto con los terrenos por los cuales circula; es por eso que debido a las prácticas del uso del suelo tienen impactos importantes, tanto en la disponibilidad como en la calidad del recurso hídrico. Kiersch (2000) reporta que indirectamente, el uso de la tierra podría afectar las concentraciones de metales pesados, en las aguas superficiales y subterráneas, incrementando la movilidad de los metales de origen humano o geológico en el suelo mediante los procesos erosivos.

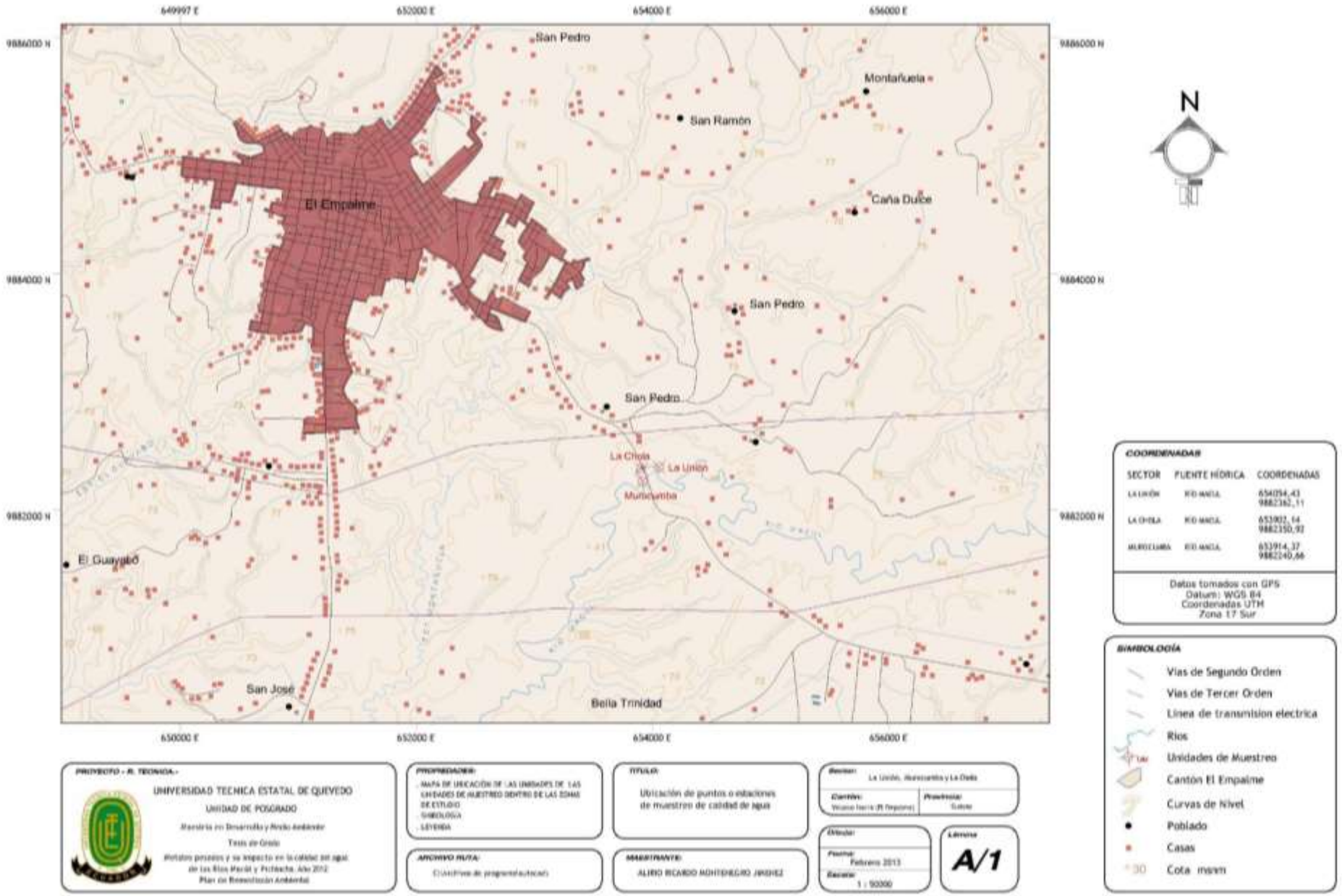
Navarro y Sabater (2004) comentan que los metales llegan a los cursos de agua a través de múltiples vías. Mientras que una fracción se retiene en suelos y sedimentos. Otra circula libremente por el agua de los ríos, embalses y lagunas. Estudios de contaminación por metales pesados que se realizan en cuerpos de agua, ya sean de origen natural o artificial, se considera prioritariamente el contenido de estos contaminantes en la fase acuosa. Los contaminantes inorgánicos que se detectan comúnmente incluyen nitrato, sulfato, cloro, hierro y manganeso, los cuales se pueden originar de muchas fuentes (McQuillan et al., 2000).

Sería importante antes de aplicar la estrategia de repoblación de la riberas de los ríos Macul y Pichincha, contar con análisis físico-químicos del agua, en otros meses del año, para conocer más de cerca el proceso de lixiviación principalmente del hierro y el cadmio, que son los dos metales pesados encontrados en los análisis realizados.

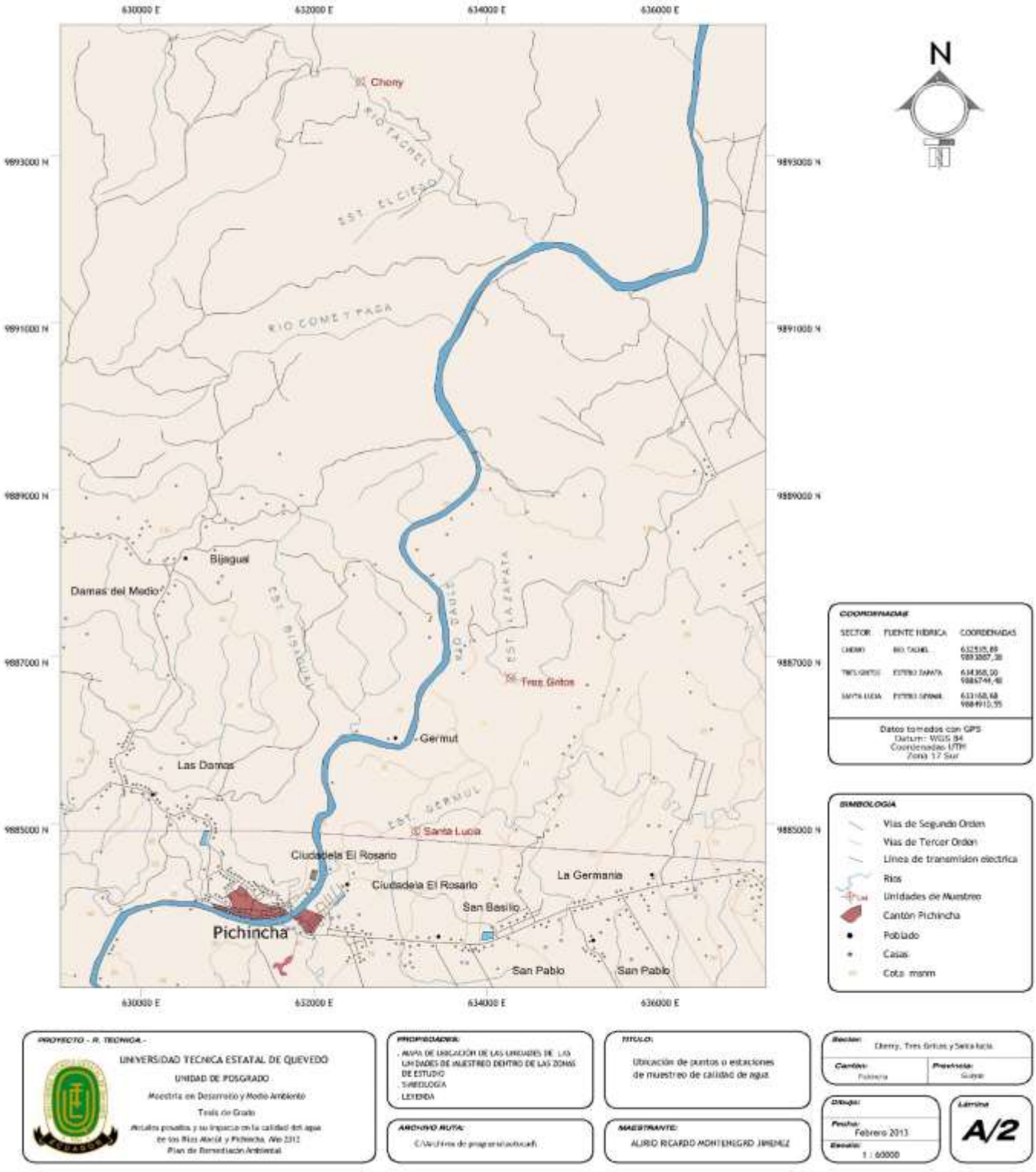
6.7. UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA

La presente propuesta trata de identificar las estaciones de muestreo de los parámetros de calidad del agua tanto en el río Macul cantón El Empalme y en los afluentes del río Pichincha (Daule en Pichincha) en el cantón Pichincha, así como el área considerada para la repoblación de las riberas con especies nativas del lugar.

UBICACIÓN DE PUNTOS O ESTACIONES DE MUESTREO DE CALIDAD DE AGUA.



UBICACIÓN DE PUNTOS O ESTACIONES DE MUESTREO DE CALIDAD DE AGUA.



6.8. FACTIBILIDAD

Teniendo en cuenta el interés mostrado por HIDRONACIÓN y los Gobiernos Autónomos Descentralizados de El Empalme y Pichincha, se considera que la Propuesta es viable, y los costos de implementación serán asumidos por HIDRONACIÓN, en el marco del Plan de Manejo Ambiental del PROYECTO DE USO MULTIPLE JAIME ROLDOS AGUILERA.

6.9. PLAN DE TRABAJO

En la Cuadro 6.9.1 se presenta el Plan de Trabajo concerniente a la implementación de la Propuesta.

Cuadro 13. Plan de trabajo para la implementación de la Propuesta.

No.	ACTIVIDAD	OBJETIVO	RESPONSABLE	INICIO	TERMINACIÓN	COSTO (USD)
1	Socialización de la Propuesta con los representantes de las Instituciones mencionadas	Socializar la Propuesta.	Ing. Ricardo Montenegro	01/06/2012	11/06/2012	100.00
2	Socialización de la Propuesta con los Líderes Comunitarios	Socializar la Propuesta.	Ing. Ricardo Montenegro.	27/06/2012	05/07/2012	100.00
3	Preparación de cartografía temática	Identificar los puntos de muestreo	Ing. Ricardo Montenegro	20/07/2012	27/07/2012	200.00
4	Geo-referenciación de los sitios de monitoreo e identificación de los parámetros a monitorear	Identificar los parámetros a muestrear	Ing. Ricardo Montenegro	06/08/2012	14/08/2012	200.00
5	Identificación de las áreas a ser repobladas con especies nativas	Determinar las áreas en cada curso de agua	Ing. Ricardo Montenegro	25/08/2012	31/08/2012	300.00
6	Identificación de especies a utilizar en la repoblación de riberas	Clasificar las especies vegetales a utilizarse	Ing. Ricardo Montenegro	10/09/2012	18/09/2012	50.00*
7	Determinación de costos para la implementación de la propuesta	Determinar los costos de la propuesta	Ing. Ricardo Montenegro	22/09/2012	28/09/2012	50.00
	TOTAL					100,00

* Dependiendo de comprar o de construir. Elaborado por Montenegro (2013).

6.10. ACTIVIDADES

- La Socialización de la Propuesta con los representantes de HIDRONACIÓN, GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO DE EL EMPALME y GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO DE PICHINCHA, se realizó el día 01/06/2012.
- Socialización de la Propuesta con los Líderes Comunitarios, se realizó el día 27/06/2012
- Preparación de cartografía temática se realizó en día 20/07/2012
- Geo-referenciación de los sitios de monitoreo e identificación de los parámetros a monitorear 06/08/2012
- Preparación de cartografía temática. En las Láminas A1 y A2 se presenta la identificación de los sitios para la muestreo de la calidad de agua 25/08/2012
- Los puntos (Estaciones de Muestreo), tomados en cuenta para el desarrollo de esta investigación son:

Cuadro 14. Ubicación geográfica de estaciones de muestreo de ríos en estudio

RÍO	ESTACIÓN	LATITUD (UTM)	LONGITUD (UTM)
PICHINCHA	CHERRY	632792.99E	9884225.91N
	SANTA LUCIA	633165.13E	9884910.55N
	TRES GRITOS	634232.60E	9886656.93N
MACUL	LA UNIÓN	654054.43E	9882362.11N
	MURUCUMBA	653902.14E	9882350.92N
	LA CHOLA	653914.37E	9882240.66N

Elaboración: Montenegro, R. 2013.

Los parámetros a muestrear son los siguientes:

Cuadro 15. Listado de parámetros de monitoreo

Parámetro	Unidades	Unidades
Coliformes Fecales-NMP	NMP/100ml	9221 E
Coliformes Totales-NMP	NMP/100ml	9221 B
Cryptosporidium	No.quistes/1	9222 E
Giardia Lambia	No.quistes/1	No.quistes/1
Potencial de Hidrogeno		9711 B
Conductividad Eléctrica	us/cm	PEE-GQM-FQ-13
Temperatura	ºC	PEE-GQM-FQ-02
Turbidez	NTU	PEE-GQM-FQ-25
Oxígeno Disuelto	mgO2/l	4500 O B
Amoniaco	mg/l	4500 AMONIA F
Cloruros	mg/l	PEE-GQM-FQ-08
Fluor	mg/l	4500 F D
Fosfatos	mg/l	PEE-GQM-FQ-11
Nitratos	mg/l	PEE-GQM-FQ-10
Nitritos	mg/l	PEE-GQM-FQ-14
Sulfatos	mg/l	PEE-GQM-FQ-28
Sulfuro de Hidrogeno	mg/l	4500 S D
Aluminio	mg/l	PEE-GQM-FQ-12
Antimonio	mg/l	3500 Sb
Bario	mg/l	3500 Ba
Cobre	mg/l	PEE-GQM-FQ-19
Cromo Total	mg/l	3500 Cr B
Dureza total	mgCO3Ca/l	PEE-GQM-FQ-26
Hierro	mg/l	PEE-GQM-FQ-18
Manganeso	mg/l	3500 Mn B
Níquel	mg/l	3500 Ni / Hach 8
Zinc	mg/l	PEE-GQM-FQ-24
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	PEE-GQM-FQ-023

A este listado hay que agregar el Cadmio, metal pesado que se encontró en la muestra de peces capturados en los dos afluentes.

6.10.1.1. Protocolo del Monitoreo

La toma de las muestras se realiza siguiendo los procedimientos recomendados por el *"Stándard MethodsfortheExaminations of Wáter and Wastewater"* en su más reciente edición. Además se consideran las siguientes Normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN):

- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2164:98. Agua: Calidad del Agua, muestreo, manejo y conservación de muestras
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98. Agua: Calidad del Agua, muestreo, técnicas de muestreo.

Análisis de la información.- Los resultados obtenidos de los monitoreos de calidad de agua se compararán con los valores límite establecido en el Texto Único de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA) Cuadro 3 "Criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la flora y fauna en Aguas Cálidas dulces".

Resultados obtenidos de la evaluación.- Con los resultados de los análisis de agua durante el período de monitoreo se presentará la información correspondiente a:

- Objetivo del monitoreo de aguas
- Definición de la localización de los sitios de monitoreo. Se presentará coordenadas del sitio y localización en la carta.
- Contaminantes a evaluar, parámetros a medir
- Instalaciones requeridas para los puntos de muestreo de ser el caso.
- Toma de muestras.
- Requerimiento de equipos, procedimiento a emplear para la toma y transporte de muestras hasta el laboratorio.
- Ensayos de análisis de laboratorio y control, justificación, procedimientos a emplear, equipos, métodos de control.
- Análisis de resultados y recomendaciones.

6.10.1.2. Indicadores de cumplimiento

Las evidencias de cumplimiento de este programa son los reportes que contienen los parámetros analizados por el laboratorio acreditado, en nuestro caso concreto el “Grupo Químico Marcos”

El programa de monitoreo de la calidad del agua servirá para conocer la calidad del agua para diversos usos, para luego implementar medidas correctivas.

6.10.1.3. Objetivos

- Contribuir a mantener la calidad del agua superficial de los ríos Pichincha y Macul con la finalidad de salvaguardar la vida acuática en dichos cursos de agua.

- Garantizar la calidad del agua para los usos: agrícola, pecuario y agua de saneamiento y esparcimiento.

Cuadro 17. Principales aspectos de las medidas planteadas para el componente monitoreo de agua uso doméstico

Nombre de la Medida: Monitoreo de la Calidad del Agua superficial
Tipo de Medida: Control y Prevención
Descripción de la Medida: Análisis Físico – Químicos, orgánicos, bacteriológicos y metales pesados de agua para la preservación de la flora y fauna.
Impactos a Mitigar: Posible afectación de la calidad del agua superficial en la época de estiaje.
Área de Afectación: LOCAL **Se pretende evitar:** **Medio Físico:** Alteración de la calidad debido a contaminación de los cuerpos de agua. **Salud:** Afectaciones a la salud humana y animal de las Comunidades Campesinas

Económico: Gastos innecesarios en sistemas de tratamiento del agua. **Social y Cultural***:* Desaprobación de la población
Ejecutor de la Medida: Laboratorio acreditado/Empresa Técnica Contratada
Frecuencia: 2 Tomas de muestra al año (en los meses: abril y noviembre)
Costo Estimado: Análisis de la Calidad del agua: $ 80.00 (2 análisis de Cadmio)

Elaboración: Montenegro, R. 2013.

6.10.1.4. Características del diseño de repoblación de las orillas de los ríos Macul y Pichincha con especies nativas de la zona

Cuadro 17. Identificación de las áreas a ser repobladas con especies nativas.

CURSO DE AGUA	LONGITUD (Km).	ANCHO DE FRANJA (m)	AREA (m^2)	AREA (Ha.)
Río Macul	11,364.4	10	227,288.0	22,73
Río Tachel	4,080.8	6	48,969.6	4,89
Estero Zapata	6,323.7	6	75,884.4	7,59
Estero Germul	9,133.5	6	109,602.0	10,96
TOTAL				46,17

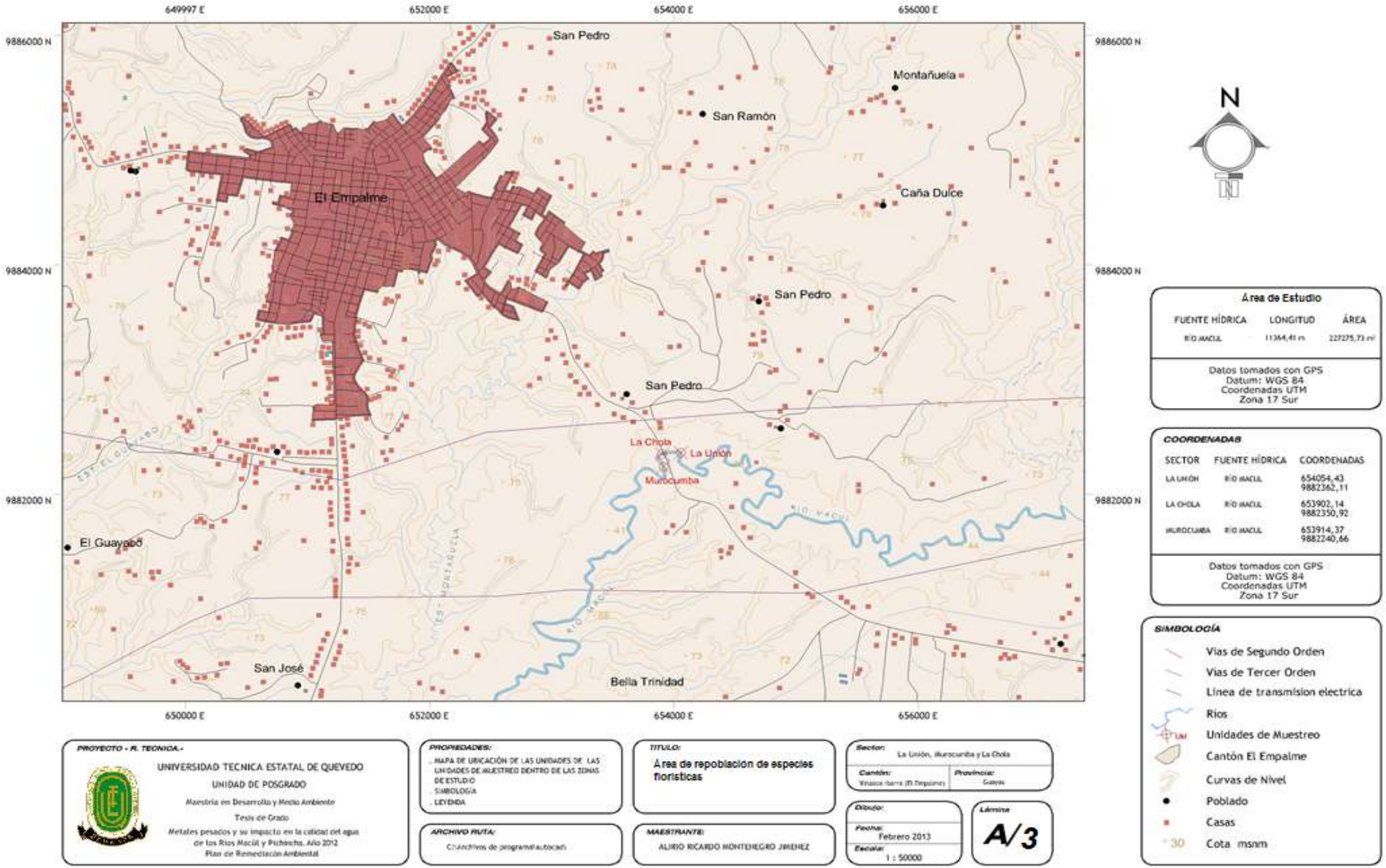
Elaboración: Montenegro, R. 2013.

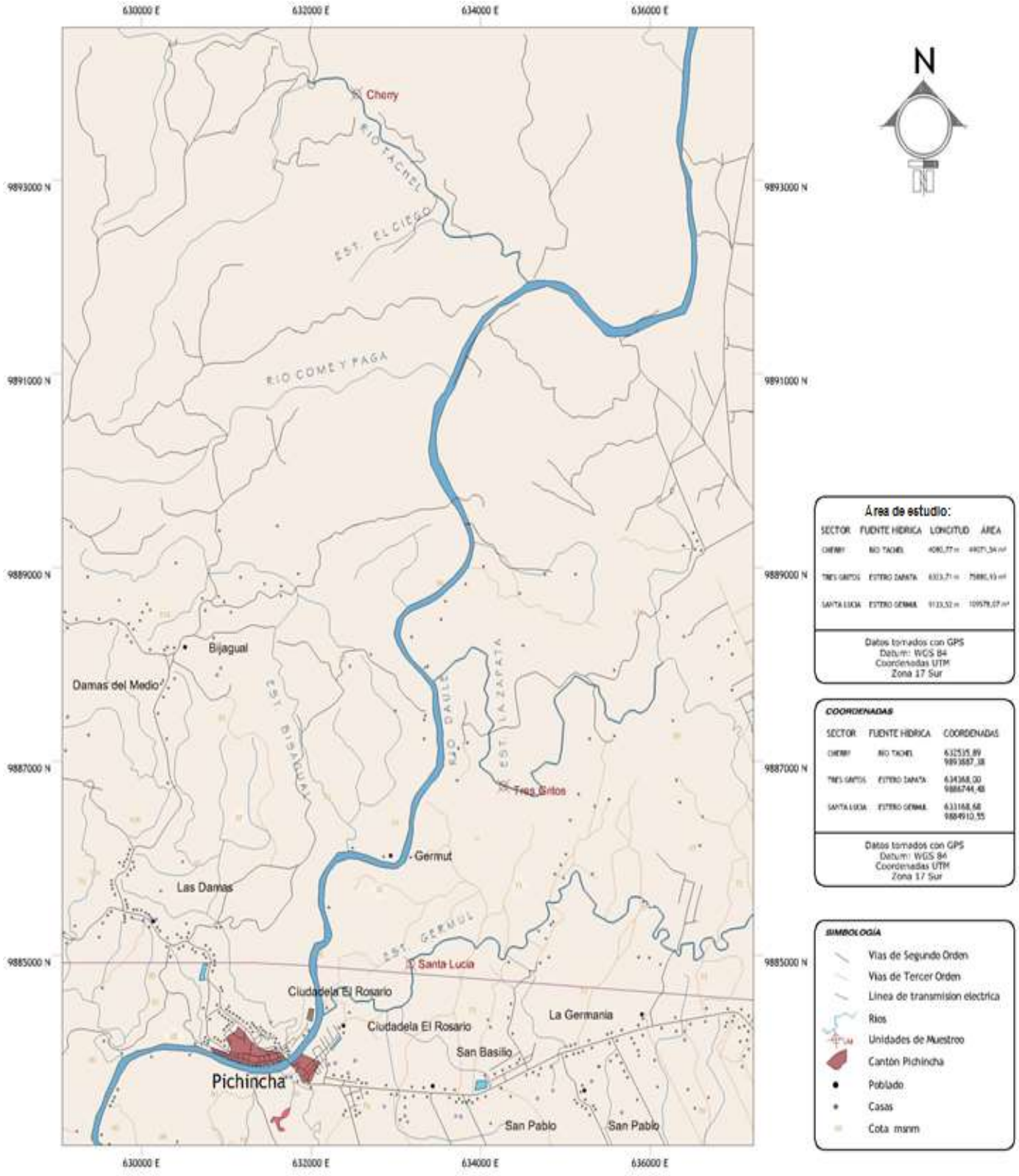
Cuadro 18. Identificación de especies vegetales a utilizar en la repoblación de riberas.

ESTRATO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
ALTO	Fruta de Pan; Marañón; Laurel; Pechiche; Amarillo Lagarto; Samán.	*Artocarpusaltilis;* *Anacardiumoccidentale;* *Cordiaalliodora;* *Vitexcymosa;* *Centralubiumparacuse Tul;* *Samaneasaman.*

MEDIO	Palo Prieto; Guayaba; Guaba; Matapalo; Membrillo.	*Erythrinaglamea L;* *Inga edulisMart;* *Inga sp.* *Ficus casapiensis* *Cydonia oblonga*
BAJO	Toquilla; Bijao; Heliconias; Anturíos.	*Carludovicapalmata;* *Calathealutea;* *Heliconia bihai;* *Anthuriumandreanum Linden*

Elaboración: Montenegro, R. 2013.


649997 E
652000 E
654000 E
656000 E
9886000 N
9884000 N
9882000 N
650000 E
San Pedro
Montañuela
San Ramón
Caña Dulce
El Empalme
San Pedro
San Pedro
La Chola
La Unión
Murocumba
El Guayabo
San José
Bella Trinidad
N
Área de Estudio
FUENTE HÍDRICA
LONGITUD
ÁREA
RÍO MACUL
11364,41 m
227275,73 m²
Datos tomados con GPS
Datum: WGS 84
Coordenadas UTM
Zona 17 Sur
COORDENADAS
SECTOR
FUENTE HÍDRICA
COORDENADAS
LA UNIÓN
RÍO MACUL
654054,43
9882362,11
LA CHOLA
RÍO MACUL
653902,14
9882350,92
MUROCUMBA
RÍO MACUL
653914,37
9882240,66
Datos tomados con GPS
Datum: WGS 84
Coordenadas UTM
Zona 17 Sur
SIMBOLOGÍA
Vias de Segundo Orden
Vias de Tercer Orden
Linea de transmision electrica
Rios
Unidades de Muestreo
Cantón El Empalme
Curvas de Nivel
Poblado
Casas
Cota msnm
PROYECTO - R. TECNICA.-
UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE POSGRADO
Maestría en Desarrollo y Medio Ambiente
Tesis de Grado
Metales pesados y su impacto en la calidad del agua de los Rios Macúl y Pichincha. Año 2012
Plan de Remediación Ambiental
PROPIEDADES:
. MAPA DE UBICACIÓN DE LAS UNIDADES DE LAS UNIDADES DE MUESTREO DENTRO DE LAS ZONAS DE ESTUDIO
. SIMBOLOGÍA
. LEYENDA
ARCHIVO RUTA:
C:\Archivos de programa\Autocad\
TITULO:
Área de repoblación de especies floristicas
MAESTRANTE:
ALIRIO RICARDO MONTENEGRO JIMENEZ
Sector:
La Unión, Murocumba y La Chola
Cantón:
Provincia:
Guayas
Dibujo:
Fecha:
Febrero 2013
Escala:
1 : 50000
Lámina
A/3



Área de estudio:

SECTOR	FUENTE HIDRICA	LONGITUD	ÁREA
CHERRY	RIO TACHEL	4090,77 m	49071,24 m²
TRES GRITOS	ESTERO ZAPATA	6333,71 m	75880,93 m²
SANTA LUCIA	ESTERO GERMUL	9133,52 m	109579,07 m²

Datos tomados con GPS
Datum: WGS 84
Coordenadas UTM
Zona 17 Sur

COORDENADAS

SECTOR	FUENTE HIDRICA	COORDENADAS
CHERRY	RIO TACHEL	632515,89 9893887,38
TRES GRITOS	ESTERO ZAPATA	634368,00 9886744,48
SANTA LUCIA	ESTERO GERMUL	633168,68 9884910,55

Datos tomados con GPS
Datum: WGS 84
Coordenadas UTM
Zona 17 Sur

SIMBOLOGÍA

- Vias de Segundo Orden
- Vias de Tercer Orden
- Linea de transmision electrica
- Rios
- Unidades de Muestreo
- Cantón Pichincha
- Poblado
- Casas
- Cota msnm

PROYECTO - R. TECNICA:

UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE POSGRADO

Maestría en Desarrollo y Medio Ambiente

Tesis de Grado

Metales pesados y su impacto en la calidad del agua de los Rios Macul y Pichincha. Año 2012
Plan de Remediación Ambiental

PROPIEDADES:

. MAPA DE UBICACIÓN DE LAS UNIDADES DE LAS UNIDADES DE MUESTREO DENTRO DE LAS ZONAS DE ESTUDIO
. SIMBOLOGÍA
. LEYENDA

TITULO:

Área de repoblación de especies floristicas

Sector: Cherry, Tres Gritos y Santa lucia

Cantón: Pichincha | **Provincia:** Guayas

Dibujo:

Fecha: Febrero 2013

Escala: 1 : 60000

Lámina A/4

ARCHIVO RUTA:

C:\Archivos de programas\autocad\

MAESTRANTE:

ALIRIO RICARDO MONTENEGRO JIMENEZ

Costo de la plantas (incluye el transporte hasta el sitio a implantarse)

Cuadro 19. Costo de plantas (incluye transporte hasta el sitio a implantarse)

CURSO DE AGUA	ESTRATO	NÚMERO DE PLANTAS	COSTO UNITARÍO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
RÍO MACUL	ALTO (Densidad de siembra 8 m)	2842	0.25	710.50
	MEDIO (Densidad de siembra 5 m)	4546	0.30	1363.80
	BAJO (Densidad de siembra 3 m)	7576	0.30	2272.80
RÍO TACHEL	ALTO (Densidad de siembra 8 m)	510	0.25	127.50
	MEDIO (Densidad de siembra 5 m)	816	0.30	244.80
	BAJO (Densidad de siembra 3 m)	1360	0.30	408.00
ESTERO ZAPATA	ALTO (Densidad de siembra 8 m)	791	0.25	197.75
	MEDIO (Densidad de siembra 5 m)	1265	0.30	379.50
	BAJO (Densidad de siembra 3 m)	2108	0.30	632.40
ESTERO GERMUL	ALTO (Densidad de siembra 8 m)	1142	0.25	285.50
	MEDIO (Densidad de siembra 5 m)	1827	0.30	548.10
	BAJO (Densidad de siembra 3 m)	3045	0.30	913.50
TOTAL				**8084.15**

Elaboración: Montenegro, R. 2013.

Implementación de las 46.17 Ha. los mismos incluyen la plantación de especies (Chapea, coronas, hoyado y plantado), y el mantenimiento de las mismas hasta

los cuatro meses de edad, tiene un costo estimado de $700,00/Ha lo que da un total de $ 32,319.00.

Cuadro 20. Costo Labor Inicial: Balizado, chapea, coronado, hoyado y plantado.

LUGAR	CANTIDAD DE PLANTAS	COSTO UNITARÍO	COSTO TOTAL
Río Macul	14964	0.60	8978.40
Río Tachel	2686	0.60	1611.60
Estero Zapata	4164	0.60	2498.40
Estero Garmul	6014	0.60	3608.40
SUBTOTAL			**16696.80**

Elaboración: Montenegro, R. 2013.

Cuadro 21. Costo Labores culturales hasta el quinto mes de implantación

LUGAR	LABOR CULTURAL	CANTIDAD	COSTO UNITARÍO	COSTO TOTAL
R. MACUL	1ER mes (Corona)	14964	0.10	1496.40
	3ER mes (Chapia y corona)	14964	0.20	2992.80
	5TO mes (Corona)	14964	0.10	1496.40
R. TACHEL	1ER mes (Corona)	2686	0.10	268.60
	3ER mes (Chapia y corona)	2686	0.20	537.20
	5TO mes (Corona)	2686	0.10	268.60
ESTERO ZAPATA	1ER mes (Corona)	4164	0.10	416.40
	3ER mes (Chapia y corona)	4164	0.20	832.80
	5TO mes (Corona)	4164	0.10	416.40
ESTERO GARMUL	1ER mes (Corona)	6014	0.10	601.40
	3ER mes (Chapia y corona)	6014	0.20	1202.80
	5TO mes (Corona)	6014	0.10	601.40
SUBTOTAL				**11131.20**

Elaboración: Montenegro, R. 2013.

La dirección técnica de los trabajos a realizarse, por el lapso de 5 meses ($ 1,200.00/mes), tiene un costo de $ 6,000.00

Cuadro 22. Resumen económico de la implementación de la propuesta.

ACTIVIDAD	COSTO

• Compra y transporte de plantas	8084.15
• Labor inicial: Balizado, chapea, Corona y hoyado y plantado	16696.80
• Labores culturales hasta el quinto mes de implantación	11131.20
• Dirección Técnica (5 meses)	6,000.00
TOTAL	**41912.15**

Elaboración: Montenegro, R. 2013.

6.11. RECURSOS

Según el Plan de Trabajo elaborado, los recursos económicos necesarios para la implementación de la Propuesta alcanza una cifra de 41,912.15 U.S. DÓLAR, esto es para lo que tiene que ver con la reforestación de las riberas de los ríos en cuestión, en este presupuesto no se toma en cuenta el costo de los análisis de agua por cuanto los mismos están debidamente presupuestados.

6.12. IMPACTO

Los resultados de la implementación de la Propuesta se reflejarán en el mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones aledañas que en cierta medida, dependientes de los ríos Macul y Pichincha, para el desarrollo de sus actividades económicas y sustento de vida. Por lo tanto, se verán mejoradas actividades como la agricultura, la ganadería, la pesca, el esparcimiento y otras, además de aspectos importantes como la salud humana, animal y vegetal. Todo, debido a la eliminación de elementos contaminantes del agua como sales de diferentes metales pesados y no pesados, a la retención de sedimentos y a la detención de procesos erosivos de las riberas que obtendrá como resultado de la implementación de esta propuesta.

6.13. EVALUACIÓN

La evaluación, una vez implementada la Propuesta deberá realizarse los análisis de laboratorio trimestralmente, esto permitirá determinar el grado de eficiencia de las especies florísticas implantadas en lo que respecta a la retención de procesos de erosión hídrica y al control de sedimentos, de igual forma se podrá detectar la disminución en la lixiviación de metales pesados

debido al arrastre de sedimentos y al mejoramiento de la capacidad de depuración de estos dos importantes curso de agua.

BIBLIOGRAFÍA

ALBERT Y BADILLO. 2006. Antecedentes sobre la contaminación por metales Pesados. **CENTROS** para el Control y la Prevención de las Enfermedades de los Estados Unidos 2006, Torreon, Mexico. Primera edición.

ALONSO, A. Y J.A. CAMARGO, 2005. Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de macro invertebrados bentónicos como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. Asociación española de ecología terrestre, Ecosistemas, revista científica y técnica de ecología y medio ambiente 2005. Cabecera en el río Henares Guadalajara, España. XI Congreso de la

Asociación Española de Limnología y III Congreso Ibérico de Limnología Madrid.

BLOG VERDE, 2009. Contaminación de los ríos. Blog sobre ecología y medio ambiente. Julio 2009. http://www.elblogverde.com

BRUNEAU, R 2005. Investigación sobre la gestión de cuencas hídricas: Una revisión de los proyectos del IDRC en Asia y América Latina. IDRC-CRDI. Ottawa, Canadá. Documento de trabajo N 18, centro internacional de investigaciones para el desarrollo. P 18 – 94.

CARRERA, C. FIERRO, K. 2001. Manual de monitoreo ambiental, como indicadores de la calidad de agua. Los macroinvertebrados acuáticos, 2001. Editorial, Eco ciencia. 2001, Quito, Ecuador.

DECRETO EJECUTIVO 1088 de 15 de Mayo de 2008 el Presidente de la República del Ecuador, regular el aprovechamiento de las aguas marítimas, superficiales, subterráneas y atmosféricas del territorio nacional.

GALARRAGA, R. 2004. Estado y Gestión de los Recursos Hídricos en el Ecuador. Departamento de Ciencias del Agua Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

GIACOMETI, J. Y BERSOSA, F. 2006. Macro invertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de la calidad de agua en el río Alambi. Boletín técnico N 6 IASA I.Sangolqui- Ecuador, Junio 2006.

Gil Pascual, J. A. 2003. “Métodos de investigación en educación. Volumen III: Análisis multivariante”. Universidad Nacional de Educación a Distancia.

INFORVALDIVIA. 2012. monitoreo-ambiental. (en línea). Consultado el día 5 de junio del 2012. Disponible en www.inforvaldivia.bliggo.com

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR IGM – ORSTOM. Programa Nacional de Regionalización Agraria PRONAREG.1981. Mapa de Formaciones Vegetales y uso actual del suelo de Quevedo, escala 1.200000.

JOBSON, J. D. 1992. “Applied multivariate data analysis. Volume II: Categorical and multivariate methods”. Springer texts in Statistics. Springer-Verlag New York, Inc.

JOHNSON, D. E. 2000. “Métodos multivariados aplicados al análisis de datos”. International Thomson Editores.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. 1992. “Applied multivariate statistical analysis”. Prentice-Hall International, Inc.

KACZAN, T. C. & GUTIERREZ, L.2000. Introducción a la Evaluación del Impacto Ambiental- Escuela Cuarto Nivel Académico F.R.C. U.T.N. Córdoba- Argentina. Publicación 1997, p 35 – 83, Universidad Nacional del Nordeste.

KOWALIK, C.; EINAX, J. W. 2006. “Modern chemometric data analysis – methods for the objective evaluation of load in river systems”. Acta hydrochim. hydrobiol. 34. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

LA LEY DE AGUAS CODIFICACIÓN N16, Registro Oficial 339 de 20 de Mayo del 2004, conservación, defensa y mejoramiento del ambiente. Constitución de la República del Ecuador.

LEIVA, A. 2011. Evaluación y Monitoreo del Impacto Ambiental Generado por las Actividades Humanos de Producción Minera Agropecuaria,

Educativa y de Infraestructura y de Servicios. Módulo VIII. Maestría en Desarrollo y Medio Ambiente. Quevedo 2011.

LENNTECH. 2011. Tipos de contaminantes de las aguas, contaminantes biológicos y contaminantes químicos. (en línea). Consultado el día 5 de junio del 2012. Disponible en http://www.lenntech.es/cgi-bin/search.cgi?language_id=24&project_id=1&searchmode=bool&q=Tipos+de+contaminantes+de+las+aguas%2C+contaminantes+biol%C3%B3gicos+y+contaminantes+qu%C3%ADmicos

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO 2011. II promoción modulo VI. Evaluación y monitoreo del impacto ambiental generado por las actividades humanos de producción minera agropecuaria, educativa y de infraestructura y de servicios.

MARTÍNEZ A, R. 1999. “El análisis multivariante en la investigación científica”. Editorial La Muralla, S. A. /Editorial Hespérides.

MAXWELL, A. E. 2006. “Factor analysis”. Enciclopedia of Statistical Sciences. Standard article. John Wiley & Sons, Inc.

MINISTERÍO DEL AMBIENTE 2003. Manual de indicadores del ambiente y los recursos naturales, Guatemala Diciembre 2003.

MONOGRAFIAS. 2011.Losbioindicadores como herramienta de evaluación de la calidad de agua en uno de los afluentes del Río Combeima. (en línea). Consultado el día 5 de junio del 2012. Disponible en www.monografias.com.

MONTES, C. (sf) Los bioindicadores como herramienta de evaluación de la calidad de agua en uno de los afluentes del Río Combeima, Ibague, Tolima, Colombia. Universidad Antioquia. Medellin, junio 2003.

OROZCO, (et al) C. PEREZ, A. GONZALES, M. RODRIGUES, F. 2005. Contaminación Ambiental, una visión desde la química, 2005. Edición Thomson, 2005 Ingenieria Ambiental.

PERDOMO, C. CASANOVA, O. CIGANDA, V 2001. Contaminación de aguas subterráneas con nitratos y coliformes en el Litoral de Uruguay. Uruguay, editorial, Agrociencia, volumen 5, p. 10 – 22. 2011

PÉREZ LÓPEZ, C. 2005. "Métodos estadísticos avanzados con SPSS". International Thomson Editores Spain Paraninfo, S. A.

PESSON, P 2OOO. La contaminación de las aguas continentales, obra colectiva. Incidencia sobre la biocenosis acuática. Ediciones Mundi-Prensa Madrid 2000. P 150 – 230.

PETROPRODUCCION, 2006. Evaluación del Impacto Ambiental del Proyecto Eliminación de Piscinas Contaminadas en el Distrito Amazónico y Limpieza de Derrames. 2006. Editorial Escuela Politécnica del Ejercito, p 55 – 145.

QUIJIJE, R. 2011.Restauracion de Espacios Degradados. Módulo VIII. II Promoción. Universidad Técnica Estatal de Quevedo 2011.

ROMERO, F. 2004. Manejo Integrado de Plagas: Las bases, los conceptos, su mercantilización. Universidad Autónoma Chapingo. México. 109 P

ROMERO, P.A 2002. Contaminación y Medio Ambiente. Impresión ligera. ESPOCH, Riobamba, Ecuador.

RUBENS S. R, 1996, Tratamiento de aguas residuales, Editorial REVERTÉ, S.A, pagina Nº 10.

SAIME, C Y PRIETO, B.2002. El agua, sus formas, efectos, abastecimientos, usos, daños, control y conservación.

SALAZAR, R. Componentes principales y análisis de conglomerados aplicados al estudio de la variabilidad climática (en línea).

SEOANEZ, M 2000. Www. Educar Chile.cl. Libro de contaminación natural. Ecología y Medio Ambiente 2000.

SINGH, K. P.; MALIK, A.; MOHAN, D.; SINHA, S. 2004. “Multivariate statistical techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality of Gomti River (India) – a case study”. Wáter Research, Volume 38, Issue 18. Elsevier.

UNIVERSIDAD DE ALCALA 2006. Departamento de Ecología; 28871. Alcalá de Henares. Madrid. España

UNIVERSIDAD DEL AZUAY-IERSE 2008. Inventarío de Recursos Hídricos de las subcuencas, Paute y Collay.2008.

ANEXOS

ANEXO 1 CLASES DE CALIDAD SEGÚN % EPT

Porcentaje EPT	Calidad de Agua
75-100%	Muy Buena
50-74%	Buena
25-49%	Regular
0-24%	Mala

ANEXO 2. SISTEMA PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE MONITOREO-BIOLÓGICO BMWP (BIOLOGICALMONITORINGWORKINGPARTY SCORE SUSTEM).

Ordenes	Familia	Puntaje
Plecóptera	Perlidae	
Ephemeroptera	Oligoneuridae, Euthyplociidae, Polymtarcydae	
Trichoptera	Odontoceridae, Glossosomatidae, Rhyacophilidae Calamoceratidae, Hydroptilidae, Anomalopsychidae, Atriplectididae.	10
Coleóptera	Psephenidae, Ptilodactylidae, Lampyridae.	
Odonata	Polythoridae.	
Díptera	Blepharoceridae.	
Unionoida	Unionidae. (CI: Bivalvia o Pelecypoda)	

Acari Hidroida	Lymnessiidae. (CI: Arachnoidae o Hidracarina) Hidridae. (CI: Hydrosa)	
Ephemeroptera Tricoptera Coleóptera Odonata Díptera Gordioidae Lepidóptera Mesogastropoda Hirudiniformes	Leptophlebiidae, Efemeridae. Hydrobiosidae, Philopotamidae, Xiphocentronidae Gyrinidae. Scirtidae. Gomphidae, Megapodagrionidae, Coenagrionidae. Simulidae Gordioidae, Chordodidae. (CI: Nematomorpha) Pyralidae Ampullariidae. (CI: Gastropoda) Hirudinae. (CI: Hirudinea)	9
Ephemeroptera Trichoptera Coleóptera	Baetidae, Caenidae. Hidropsychidae, Leptoceridae, Helicopsychidae. Dytiscidae, Dryopidae	8

Odonata	Lestidae, Calopterypidae.	
Hemíptera	Pleidae, Saldidae, Guerridae, Vellidae, Hebridae	
Díptera	Dicidae	
Decápoda	Palaemonidae, Pseudothelpusidae. (Cl Crustacea)	
Basommatophora	Chilinnidae. (Cl: Gastropoda)	
Ephemeroptera	Tricorythidae, Leptohyphidae.	
Trichoptera	Polycentropodidae.	
Coleóptera	Elmidae, Staphylinidae	
Odonata	Aeshnidae.	
Hemíptera	Naucoridae, Notonectidae, Mesolvellidae, Corixidae.	7
Díptera	Psychodidae Ancylidae, Planorbidae. (Cl: Gastropoda)	
Basommatophora	Ancylidae, Planorbidae, (Cl: Gastropoda)	
Mesogastropoda	Melaniidae, Hydrobiidae, (Cl: Gastropoda)	

Archeogastropoda	Neritidae…(Cl: Gastropoda) +	

Ordenes	Familia	Puntaje
Coleóptera	Limnichidae, Lutrochidae	
Odonata	Libellulidae	
Hemíptera	Belostomatidae, Hydrometridae, Gelastocoridae Nepidae.	6
Díptera	Dolichopodidae	
Megaloptera	Corydalidae, Sialidae..	
Decápoda	Atyidae.. (Cl Crustacea)	
Anphipoda	Hyalellidae.(Cl: Crustacea)	
Tricladida	Planariidae, Dugesiidae...	
Coleóptera	Chrysomelidae, Haliplidae, Curculionidae.	
Díptera	Tabanidae, Stratomyidae, Empididae.	5
Basommatophora	Thiaridae. (Cl: Gastropoda).	
Coleóptera	Hidrophilidae,Noteridae, Hydraenidae, Noteridae.	
Díptera	Tipulidae, Ceratopogonidae.	4

Basommatophora	Limnaeidae, Sphaeridae.(CI: Gastropoda)	
Díptera Basommatophora Glossiphoniiformes	Culicidae, Muscidae, Sciomizidae. Physidae, (CI: Gastropoda) Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Cylicobdellidae	3
Díptera Heplotaxida	Chironomidae, Ephydridae, Syrphidae. Todas las familias (Excepto tubifex)	2
Haplotaxida	Tubificidae (Tubifex)	1

ANEXO 3 CLASES, VALORES Y CARACTERÍSTICAS PARA AGUAS NATURALES CLASIFICADAS MEDIANTE EL ÍNDICE BMWP.

Clase	Rango	Calidad	Características	Color Cartográfico
1 en romanos	>-121	Muy buena	Aguas muy Limpias	Azul oscuro
2	101-120	Buena	Aguas Limpias	Azul claro
3	61-100	Aceptable	Aguas Medianamente Contaminadas	Verde
4	36-60	Dudosa	Aguas Contaminadas	Amarillo

5	16-35	Critica	Aguas muy Contaminadas	Naranja
6	<-15	Muy critica	Aguas Fuertemente Contaminadas	Rojo

ANEXO 4ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BACTERÍOLÓGICOS

Grupo Químico Marcos

RESULTADOS ESTACION LA CHOLA

No. de Laboratorio		15342-1	15342-2	15342-3	15342-4	15342-5	15342-6	15342-7	15342-8	15342-9	15342-10	
Identificación		Aqua de ortación LA CHOLA - VISIBILIDAD DISCO SECCHI (1,15 mtr).	Aqua de ortación LA CHOLA - (3 mtr).	Aqua de ortación LA CHOLA - (5 mtr).	Aqua de ortación LA CHOLA - (10 mtr).	Aqua de ortación LA CHOLA - (15 mtr).	Aqua de ortación LA CHOLA - (20 mtr).	Aqua de ortación LA CHOLA - (25 mtr).	Aqua de ortación LA CHOLA - (30 mtr).	Aqua de ortación LA CHOLA - (35 mtr).	Aqua de ortación LA CHOLA - (40 mtr).	TULSMA Tabla 3 "Criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas Cálidas dulces"
Fecha Muestreo		13/01/2012	13/01/2012	13/01/2012	13/01/2012	13/01/2012	13/01/2012	13/01/2012	13/01/2012	13/01/2012	13/01/2012	
Hora de Muestreo		12:15	12:10	12:05	12:03	12:00	11:56	11:51	11:48	11:45	11:40	
Parámetro (Unidades)	Método	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	LMP
Coliformes Fecales-NMP NMP/100ml	9221 E	< 1	< 1	< 1	41	11	< 1	129	54	20	2	200
Coliformes Totales-NMP NMP/100ml	9221 B	37	27	22	448	34	15	128	121	44	31	--
Cryptosporidium #quistes/l	9222 E	2	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	--
Giardia Lambia #quistes/l	9711 B	4	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	--
Potencial de Hidrogeno -	PEE-GQM-FQ-01	7,16	7,33	6,94	6,59	6,32	6,49	6,34	6,39	6,33	6,35	6,5 - 9,0
Conductividad Electrica us/cm	PEE-GQM-FQ-15	60,2	62,4	63,0	71,3	69,3	68,8	68,4	68,0	68,4	69,2	--
Color Real UCIPt	2120 B	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	--
Olor ---	2150 B	inodora	inodora	indodora	innodora	inodora	inodora	olor a sulfuros	olor a sulfuros	olor a sulfuros	olor a sulfuros	--
Temperatura °C	PEE-GQM-FQ-02	26,50	26,70	26,40	25,40	25,30	25,10	25,10	24,9	24,80	24,80	Condiciones naturales ± 3 unidades °C
Turbidez NTU	PEE-GQM-FQ-25	5,38	1,41	2,34	1,75	1,78	0,97	0,29	1,47	2,45	2,47	--
Oxigeno Disuelto mgO2/l	4500 O D	5,10	4,65	2,92	1,40	1,14	0,93	0,71	0,62	0,57	0,36	No menor al 80% que arroje a 5 mg/l.
Amoniaco mg/l	4500 AMONIA F	0,03	0,02	0,20	0,13	0,19	0,27	0,24	0,20	0,07	< 0,01	0,02
Cloruros mg/l	PEE-GQM-FQ-08	3,51	3,95	3,51	3,51	3,95	4,82	3,95	3,07	3,95	3,95	--
Fluor mg/l	4500 F D	< 0,02	< 0,02	0,07	< 0,02	0,06	< 0,02	< 0,02	0,11	< 0,02	< 0,02	--
Fosfatos mg/l	PEE-GQM-FQ-11	0,29	0,15	0,14	0,40	0,16	0,08	0,24	0,22	0,13	0,10	--
Nitratos mg/l	PEE-GQM-FQ-18	1.530	< 0,420	< 0,420	< 0,420	< 0,420	0,690	< 0,420	< 0,420	0,800	< 0,420	--
Nitritos mg/l	PEE-GQM-FQ-14	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	0,008	< 0,008	0,008	0,064	0,008	--
Sulfatos mg/l	PEE-GQM-FQ-28	1,6	3,7	< 0,25	1,9	0,9	< 0,25	0,7	< 0,25	< 0,25	0,7	--
Sulfuro de Hidrogeno mg/l	4500 S D	10.000	30.000	40.000	40.000	80.000	80.000	80.000	70.000	80.000	480.000	0,0002
Aluminio mg/l	PEE-GQM-FQ-12	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	0,1
Antimonio mg/l	3500 Sb	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	--
Bario mg/l	3500 B.	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1,0
Cobre mg/l	PEE-GQM-FQ-13	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,02
Cromo Total mg/l	3500 Cr B	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,05
Dureza total mgCO3Ca/l	PEE-GQM-FQ-25	20,0	20,0	22,0	26,0	24,0	24,0	26,0	26,0	24,0	20,0	--
Hierro mg/l	PEE-GQM-FQ-18	< 0,0190	< 0,0190	< 0,0190	10.180	0,9230	0,9560	0,8040	0,6710	0,5920	0,4710	0,3
Manganeso mg/l	3500 Mn B	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1
Niquel mg/l	3500 Ni / Nickel B	0,02	< 0,02	0,02	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,025
Zinc mg/l	PEE-GQM-FQ-24	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	0,18
Solidos Disueltos Totales mg/l	PEE-GQM-FQ-823	32	31	32	36	35	34	34	34	34	35	--

OBSERVACION:

Hay valores que sobrepasan las normas en referencia pero mayormente la situación se puede deber a los bajos niveles de agua al momento del muestreo, esto ocaciona valores anormales de determinados parametros que están influenciados por la luz, corrientes y turbidez. Esta campaña a sido la de novel mas bajo desde que GQM hace realiza los monitoreos por lo que es mejor tecnicamente hacer la comparacion con la siguiente campaña en cuanto los niveles esten recuperados. La presencia de olor a sulfuros a mayor profundidad es normal a partir de los 10 metros y ha sido reportada en todas las campañas de monitoreo desde el 2000.

Q.F. Fernando Marcos

Grupo Químico Marcos

RESULTADOS ESTACION MURUCUMBA

No. de Laboratorio		15343-1	15343-2	15343-3	15343-4	15343-5	15343-6	15343-7	15343-8	15343-9	15343-10	
Identificación		Aqua de ortación MURUCUMBA - VISIBILIDAD DISCO SECCHI (1,05 mtr).	Aqua de ortación MURUCUMBA - (3 mtr).	Aqua de ortación MURUCUMBA - (5 mtr).	Aqua de ortación MURUCUMBA - (10 mtr).	Aqua de ortación MURUCUMBA - (15 mtr).	Aqua de ortación MURUCUMBA - (20 mtr).	Aqua de ortación MURUCUMBA - (25 mtr).	Aqua de ortación MURUCUMBA - (30 mtr).	Aqua de ortación MURUCUMBA - (35 mtr).	Aqua de ortación MURUCUMBA - (40 mtr).	TULSMA Table 3 "Criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas Cálidas dulces"
Fecha Muestreo		13/01/2012	13/01/2012	13/01/2012	13/01/2012	13/01/2012	13/01/2012	13/01/2012	13/01/2012	13/01/2012	13/01/2012	
Hora de Muestreo		10:40	10:33	10:30	10:26	10:23	10:20	10:15	10:10	10:00	9:50	
Parámetro (Unidades)	Método	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	LMP
Coliformes Fecales-NMP NMP/100ml	9221 E	< 1	15	7	112	17	2	208	165	98	68	200
Coliformes Totales-NMP NMP/100ml	9221 B	20	62	31	112	31	6	272	165	98	78	--
Cryptosporidium #quistes/l	9222 E	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	--
Giardia Lambia #quistes/l	9711 B	12	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	--
Potencial de Hidrogeno -	PEE-GQM-FQ-01	7,04	7,10	6,99	6,45	6,36	6,45	6,34	6,38	6,31	6,39	6,5 - 9,0
Conductividad Electrica us/cm	PEE-GQM-FQ-15	61,9	62,1	61,9	71,0	69,1	69,0	69,2	69,1	69,6	73,5	--
Color Real UCIPt	2120 B	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	--
Olor ---	2150 B	inodora	inodora	inodora	inodora	inodora	olor a sulfuros	olor a sulfuros	olor a sulfuros	olor a sulfuros	olor a sulfuros	--
Temperatura °C	PEE-GQM-FQ-02	26,50	26,60	26,60	25,40	25,30	25,00	25,10	23,80	25,10	24,80	Condiciones naturales + 3 máximo 32
Turbidez NTU	PEE-GQM-FQ-25	0,00	5,40	2,22	2,34	0,87	1,46	0,88	1,39	2,74	2,56	--
Oxigeno Disuelto mgO2/l	4500 O B	5,01	4,25	3,88	1,22	1,13	0,93	0,87	0,85	0,80	0,21	No menor al 80% que marque 4,5 mg/l.
Amoniaco mg/l	4500 AMONIA F	0,15	0,13	0,22	0,07	0,10	0,12	0,15	0,15	0,10	0,01	0,02
Cloruros mg/l	PEE-GQM-FQ-08	3,51	3,07	3,51	3,51	3,95	4,38	3,95	3,95	3,07	3,95	--
Fluor mg/l	4500 F D	< 0,02	0,11	0,02	< 0,02	0,11	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	--
Fosfatos mg/l	PEE-GQM-FQ-11	0,13	0,27	0,11	0,17	0,16	0,17	0,18	0,16	0,14	0,17	--
Nitratos mg/l	PEE-GQM-FQ-18	< 0,420	< 0,420	< 0,420	< 0,420	< 0,420	< 0,420	< 0,420	< 0,420	< 0,420	< 0,420	--
Nitritos mg/l	PEE-GQM-FQ-14	0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	0,008	< 0,008	< 0,008	--
Sulfatos mg/l	PEE-GQM-FQ-28	< 0,25	0,3	< 0,25	< 0,25	0,6	< 0,25	2,4	1,2	< 0,25	1,8	--
Sulfuro de Hidrogeno mg/l	4500 S D	190.000	180.000	160.000	190.000	180.000	260.000	270.000	280.000	280.000	270.000	0,0002
Aluminio mg/l	PEE-GQM-FQ-12	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	0,1
Antimonio mg/l	3500 Sb	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	--
Bario mg/l	3500 Ba	2	< 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,0
Cobre mg/l	PEE-GQM-FQ-13	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,02
Cromo Total mg/l	3500 Cr B	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,05
Dureza total mgCO3Ca/l	PEE-GQM-FQ-26	24,0	22,0	24,0	22,0	22,0	26,0	24,0	24,0	26,0	26,0	--
Hierro mg/l	PEE-GQM-FQ-18	< 0,0190	< 0,0190	< 0,0190	0,7680	0,8360	0,8880	0,8710	0,6800	0,6170	0,5580	0,3
Manganeso mg/l	3500 Mn B	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1
Niquel mg/l	3500 Ni / Hach 8	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,025
Zinc mg/l	PEE-GQM-FQ-24	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	0,18
Solidos Disueltos Totales mg/l	PEE-GQM-FQ-823	31	31	31	36	35	35	35	35	35	37	--

OBSERVACION:

Hay valores que sobrepasan las normas en referencia pero mayormente la situación se puede deber a los bajos niveles de agua al momento del muestreo, esto ocaciona valores anormales de determinados parametros que están influenciados por la luz, corrientes y turbidez. Esta campaña a sido la de novel mas bajo desde que GQM hace realiza los monitoreos por lo que es mejor tecnicamente hacer la comparacion con la siguiente campaña en cuanto los niveles esten recuperados. La presencia de olor a sulfuros a mayor profundidad es normal a partir de los 10 metros y ha sido reportada en todas las campañas de monitoreo desde el 2006.

Q.F. Fernando Marcos
Director Técnico

Grupo Químico Marcos

RESULTADOS ESTACION TRES GRITOS

No. de Laboratorio		15397-1	15397-2	15397-3	15397-4	15397-5	15397-6	15397-7	15397-8	15397-9	15397-10	15397-11	TULSMA Table 3 "Criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas Cálidas dulces"
Identificación		Aqua de ortación TRES GRITOS - VISIBILIDAD DISCO SECCHI (0,90 mtr).	Aqua de ortación TRES GRITOS - (3 mtr).	Aqua de ortación TRES GRITOS - (5 mtr).	Aqua de ortación TRES GRITOS - (10 mtr).	Aqua de ortación TRES GRITOS - (15 mtr).	Aqua de ortación TRES GRITOS - (20 mtr).	Aqua de ortación TRES GRITOS - (25 mtr).	Aqua de ortación TRES GRITOS - (30 mtr).	Aqua de ortación TRES GRITOS - (35 mtr).	Aqua de ortación TRES GRITOS - (40 mtr).	Aqua de ortación TRES GRITOS - (45 mtr).	
Fecha Muestreo		14/01/2012	14/01/2012	14/01/2012	14/01/2012	14/01/2012	14/01/2012	14/01/2012	14/01/2012	14/01/2012	14/01/2012	14/01/2012	
Hora de Muestreo		10:00	9:57	9:55	9:52	9:50	9:47	9:45	9:40	9:37	9:35	9:30	
Parámetro (Unidades)	Método	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	LMP
Coliformes Fecales-NMP NMP/100ml	9221 E	4	61	78	48	544	37	58	256	128	123	22	200
Coliformes Totales-NMP NMP/100ml	9221 B	24	66	144	57	400	17	66	288	176	160	208	--
Cryptosporidium #quistes/l	9222 E	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	--
Giardia Lambia #quistes/l	9711 B	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	--
Potencial de Hidrogeno -	PEE-GQM-FQ-01	7,57	7,19	6,64	7,38	6,7	6,58	6,7	6,75	6,83	6,82	7,07	6,5 - 9,0
Conductividad Electrica us/cm	PEE-GQM-FQ-15	61,1	70,3	62,5	109,2	108,3	109,1	107,1	100,1	107,7	90,5	110,9	--
Color Real UCIPt	2120 B	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	--
Olor ---	2150 B	inodora	inodora	inodora	inodora	inodora	0	olor a sulfuros	olor a sulfuros	olor a sulfuros	olor a sulfuros	olor a sulfuros	--
Temperatura °C	PEE-GQM-FQ-02	26,5	26,8	26,9	25,7	25,6	25,5	25,4	25,3	25,2	25,3	25,1	Condiciones naturales - 3 máximo 30
Turbidez NTU	PEE-GQM-FQ-25	6,13	0,45	6,13	0,28	0,39	0,67	0,93	9,03	9,95	8,24	9,99	--
Oxigeno Disuelto mgO2/l	4500 O D	5,2	4,16	3,25	2,1	1,12	0,97	0,84	0,65	0,58	0,38	0,24	No menor al 80% y no menor a 5 mg/l.
Amoniaco mg/l	4500 AMONIA F	0,04	0,1	0,25	0,09	0,08	0,03	0,02	0,02	0,04	0,05	0,05	0,02
Cloruros mg/l	PEE-GQM-FQ-08	2,63	2,19	2,19	3,07	3,07	3,07	2,19	3,95	3,51	3,95	3,07	--
Fluor mg/l	4500 F D	< 0,02	0,04	0,04	0,03	0,03	0,27	< 0,02	0,11	0,02	< 0,02	< 0,02	--
Fosfatos mg/l	PEE-GQM-FQ-11	0,11	0,1	0,09	0,18	0,22	0,11	0,17	0,2	0,1	0,14	0,19	--
Nitratos mg/l	PEE-GQM-FQ-18	< 0,420	< 0,420	< 0,420	< 0,420	0,47	< 0,420	< 0,420	< 0,420	< 0,420	< 0,420	< 0,420	--
Nitritos mg/l	PEE-GQM-FQ-14	< 0,008	< 0,008	< 0,008	0,01	0,015	0,082	0,154	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	--
Sulfatos mg/l	PEE-GQM-FQ-28	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	3,1	1,2	2,1	3,2	7,7	8,2	11,8	--
Sulfuro de Hidrogeno mg/l	4500 S D	7	9	10	11	10	11	18	25	28	35	107	0,0002
Aluminio mg/l	PEE-GQM-FQ-12	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	0,1
Antimonio mg/l	3500 Sb	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	--
Bario mg/l	3500 Ba	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	2	1,0
Cobre mg/l	PEE-GQM-FQ-13	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,02
Cromo Total mg/l	3500 Cr B	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,05
Dureza total mgCO3Ca/l	PEE-GQM-FQ-25	30	24	24	44	46	42	40	42	40	36	44	--
Hierro mg/l	PEE-GQM-FQ-18	< 0,0190	< 0,0190	< 0,0190	0,54	0,573	0,385	0,494	0,634	0,726	0,739	1,036	0,3
Manganeso mg/l	3500 Mn B	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1
Niquel mg/l	3500 Ni / Ni...k B	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,025
Zinc mg/l	PEE-GQM-FQ-24	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	0,18
Solidos Disueltos Totales mg/l	PEE-GQM-FQ-823	31	35	31	45	54	53	54	50	54	45	55	--

OBSERVACION:

Hay valores que sobrepasan las normas en referencia pero mayormente la situación se puede deber a los bajos niveles de agua al momento del muestreo, esto ocaciona valores anormales de determinados parametros que están influenciados por la luz, corrientes y turbidez. Esta campaña a sido la de novel mas bajo desde que GQM hace realiza los monitoreos por lo que es mejor tecnicamente hacer la comparacion con la siguiente campaña en cuanto los niveles esten recuperados. La presencia de olor a sulfuros a mayor profundidad es normal a partir de los 10 metros y ha sido reportada en todas las campañas de monitoreo desde el 2008.

Q.F. Fernando Marcos
Director Técnico

RESULTADOS ESTACION CHERRY

No. de Laboratorio		15398-1	15398-2	15398-3	15398-4	15398-5	15398-6	15398-7	15398-8	TULSMA Tabla 3 "Criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas Cálidas dulces"
Identificación		Agua de estación CHERRY - VISIBILIDAD DISCO SECCHI (1,12 mtr).	Agua de estación CHERRY - (3 mtr).	Agua de estación CHERRY - (5 mtr).	Agua de estación CHERRY - (10 mtr).	Agua de estación CHERRY - (15 mtr).	Agua de estación CHERRY - (20 mtr).	Agua de estación CHERRY - (25 mtr).	Agua de estación CHERRY - (30 mtr).	
Fecha Muestreo		14/01/2012	14/01/2012	14/01/2012	14/01/2012	14/01/2012	14/01/2012	14/01/2012	14/01/2012	
Hora de Muestreo		9:05	9:00	8:55	8:50	8:45	8:40	8:35	8:32	
Parámetro (Unidades)	Método	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	LMP
Coliformes Fecales-NMP NMP/100ml	9221 E	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	200
Coliformes Totales-NMP NMP/100ml	9221 B	23	37	30	59	39	24	92	144	--
Cryptosporidium #quistes/1	9222 E	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	--
Giardia Lambia #quistes/1	9711 B	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	--
Potencial de Hidrogeno -	PEE-GQM-FQ-01	7,24	7,06	6,95	6,53	6,46	6,65	6,4	6,55	6,5 - 9,0
Conductividad Electrica us/cm	PEE-GQM-FQ-13	63,1	70,3	66,2	90,5	86,2	88	87,4	88,6	--
Color Real UCIPt	2120 B	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	--
Olor ---	2150 B	inodora	inodora	inodora	olor a sulfuros	olor a sulfuros	olor a sulfuros	olor a sulfuros	olor a sulfuros	--
Temperatura °C	PEE-GQM-FQ-02	26,9	26,7	26,6	25,6	25,5	25,4	25,3	25,4	Condiciones naturales + 3 máximo 32
Turbidez NTU	PEE-GQM-FQ-25	2,26	0,42	No Reportado	5,52	0,4	1,16	1,53	2,26	--
Oxigeno Disuelto mgO2/l	4500 O D	4,41	3,8	2,1	0,85	0,55	0,42	0,35	0,23	No menor al 80% y no menor a 5 mg/l.
Amoniaco mg/l	4500 AMONIA F	0,14	0,09	0,15	0,5	0,62	0,8	0,04	0,47	0,02
Cloruros mg/l	PEE-GQM-FQ-08	2,63	2,19	< 1,93	2,63	< 1,93	2,19	< 1,93	2,19	--
Fluor mg/l	4500 F D	0,17	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,04	0,13	0,11	0,09	--
Fosfatos mg/l	PEE-GQM-FQ-11	0,17	0,13	0,15	0,21	0,29	0,3	0,39	0,28	--
Nitratos mg/l	PEE-GQM-FQ-10	0,45	< 0,420	< 0,420	1,55	1,15	0,7	0,43	< 0,420	--
Nitritos mg/l	PEE-GQM-FQ-14	< 0,008	< 0,008	< 0,008	0,02	0,07	0,024	0,548	0,158	--
Sulfatos mg/l	PEE-GQM-FQ-20	2,7	< 0,25	< 0,25	0,9	1,2	1	0,4	0,4	--
Sulfuro de Hidrogeno mg/l	4500 S D	12	12	12	13	16	15	15	21	0,0002
Aluminio mg/l	PEE-GQM-FQ-12	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	0,1
Antimonio mg/l	3500 Sb	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	--
Bario mg/l	3500 Ba	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	2	1,0
Cobre mg/l	PEE-GQM-FQ-13	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,02
Cromo Total mg/l	3500 Cr B	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,05
Dureza total mgCO3Ca/l	PEE-GQM-FQ-26	22	28	34	50	30	30	28	28	--
Hierro mg/l	PEE-GQM-FQ-10	< 0,0190	< 0,0190	< 0,0190	2,376	2,063	2,567	1,63	1,875	0,3
Manganeso mg/l	3500 Mn B	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1
Niquel mg/l	3500 Ni / Hach 8	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,025
Zinc mg/l	PEE-GQM-FQ-24	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	0,18
Solidos Disueltos Totales mg/l	PEE-GQM-FQ-023	32	34	33	45	43	44	44	45	--

OBSERVACION:

Hay valores que sobrepasan las normas en referencia pero mayormente la situación se puede deber a los bajos niveles de agua al momento del muestreo, esto ocaciona valores anormales de determinados parametros que estan influenciados por la luz, corrientes y turbidez. Esta campaña a sido la de novel mas bajo desde que GQM hace realiza los monitoreos por lo que es mejor tecnicamente hacer la comparacion con la siguiente campaña en cuanto los niveles esten recuperados. La presencia de olor a sulfuros a mayor profundidad es normal a partir de los 10 metros y ha sido reportada en todas las campañas de monitoreo desde el 2008

Q.F. Fernando Marcos
Director Técnico

RESULTADOS LA UNION

No. de Laboratorio		15345-1	15345-2	15345-3	15345-4	15345-5	15345-6	15345-7	15345-8	15345-9	15345-10	
Identificación		Aqua de ortación UNION RIO DAULE Y PERIPA - VISIBILIDAD DISCO SECCHI (1,20 mtr).	Aqua de ortación UNION RIO DAULE Y PERIPA - (3 mtr).	Aqua de ortación UNION RIO DAULE Y PERIPA - (5 mtr).	Aqua de ortación UNION RIO DAULE Y PERIPA - (10 mtr).	Aqua de ortación UNION RIO DAULE Y PERIPA - (15 mtr).	Aqua de ortación UNION RIO DAULE Y PERIPA - (20 mtr).	Aqua de ortación UNION RIO DAULE Y PERIPA - (25 mtr).	Aqua de ortación UNION RIO DAULE Y PERIPA - (30 mtr).	Aqua de ortación UNION RIO DAULE Y PERIPA - (35 mtr).	Aqua de ortación UNION RIO DAULE Y PERIPA - (40 mtr).	TULSMA Table 3 "Criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas Cálidas dulces"
Fecha Muestreo		12/01/2012	12/01/2012	12/01/2012	12/01/2012	12/01/2012	12/01/2012	12/01/2012	12/01/2012	12/01/2012	12/01/2012	
Hora de Muestreo		12:02	11:58	11:53	11:49	11:43	11:38	11:30	11:22	11:18	11:15	
Parámetro (Unidades)	Método	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	LMP
Coliformes Fecales-NMP NMP/100ml	9221 E	3	< 1	37	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	200
Coliformes Totales-NMP NMP/100ml	9221 B	65	27	95	7	34	8	9	18	7	96	--
Cryptosporidium #quistes/l	9222 E	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	--
Giardia Lambia #quistes/l	9711 B	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	--
Potencial de Hidrogeno -	PEE-GQM-FQ-01	7,20	7,27	6,65	6,41	6,54	6,50	6,50	6,48	6,48	6,43	6,5 - 9,0
Conductividad Electrica us/cm	PEE-GQM-FQ-13	62,8	63,5	61,2	84,3	98,3	100,2	103,1	64,4	115,4	140,1	--
Color Real UCIPt	2120 B	incolora	incolora	incolora	incolora	0	incolora	incolora	incolora	incolora	0	--
Olor ---	2150 B	indodora	inodora	inodora	inodora	inodora	olor a sulfuros	olor a sulfuros	olor a sulfuros	olor a sulfuros	olor a sulfuros	--
Temperatura °C	PEE-GQM-FQ-02	27,40	27,10	26,80	27,20	25,80	25,70	25,40	27,10	25,50	26,33	Condiciones naturales ± 3 máximo 32
Turbidez NTU	PEE-GQM-FQ-25	5,03	1,75	3,47	1,24	0,94	1,06	1,87	0,66	1,78	1,00	--
Oxigeno Disuelto mgO2/l	4500 O B	5,91	5,10	1,45	0,91	0,75	0,70	0,60	0,51	0,36	0,32	No menor al 80% a su menor a 5 mg/l.
Amoniaco mg/l	4500 AMONIA F	0,02	0,01	0,04	0,14	< 0,01	0,05	0,07	0,13	0,01	< 0,01	0,02
Cloruros mg/l	PEE-GQM-FQ-08	3,07	3,07	3,51	4,82	2,63	3,07	3,51	3,51	10,08	10,96	--
Fluor mg/l	4500 F D	< 0,02	0,05	< 0,02	0,03	0,15	0,29	0,20	0,04	< 0,02	< 0,02	--
Fosfatos mg/l	PEE-GQM-FQ-11	0,19	0,17	0,17	0,25	0,23	0,17	0,50	0,34	0,21	0,25	--
Nitratos mg/l	PEE-GQM-FQ-18	< 0,420	< 0,420	< 0,420	< 0,420	< 0,420	< 0,420	< 0,420	< 0,420	< 0,420	< 0,420	--
Nitritos mg/l	PEE-GQM-FQ-14	< 0,008	< 0,008	< 0,008	0,008	0,027	0,041	0,012	< 0,008	0,131	0,133	--
Sulfatos mg/l	PEE-GQM-FQ-28	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	0,5	1,3	1,8	0,5	--
Sulfuro de Hidrogeno mg/l	4500 S D	160.000	160.000	170.000	140.000	120.000	220.000	200.000	220.000	240.000	260.000	0,0002
Aluminio mg/l	PEE-GQM-FQ-12	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	0,1
Antimonio mg/l	3500 Sb	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	--
Bario mg/l	3500 Ba	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1	1,0
Cobre mg/l	PEE-GQM-FQ-13	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,02
Cromo Total mg/l	3500 Cr B	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,05
Dureza total mgCO3Ca/l	PEE-GQM-FQ-25	22,0	22,0	20,0	32,0	40,0	36,0	38,0	40,0	38,0	40,0	--
Hierro mg/l	PEE-GQM-FQ-18	< 0,0190	< 0,0190	< 0,0190	0,8760	0,6470	0,4420	0,3060	0,5560	0,0730	0,1090	0,3
Manganeso mg/l	3500 Mn B	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1
Niquel mg/l	3500 Ni / Hach 8	0,09	0,07	0,06	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,025
Zinc mg/l	PEE-GQM-FQ-24	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	0,18
Solidos Disueltos Totales mg/l	PEE-GQM-FQ-823	31	32	31	42	49	50	51	32	58	70	--

OBSERVACION:

Hay valores que sobrepasan las normas en referencia pero mayormente la situación se puede deber a los bajos niveles de agua al momento del muestreo, esto ocaciona valores anormales de determinados parametros que están influenciados por la luz, corrientes y turbidez. Esta campaña a sido la de novel mas bajo desde que GQM hace realiza los monitoreos por lo que es mejor tecnicamente hacer la comparacion con la siguiente campaña en cuanto los niveles esten recuperados. La presencia de olor a sulfuros a mayor profundidad es normal a partir de los 10 metros y ha sido reportada en todas las campañas de monitoreo desde el 2008.

Q.F. Fernando Marcos

Grupo Químico Marcos

RESULTADOS ESTACION SANTA LUCIA

No. de Laboratorio		15346-1	15346-2	15346-3	15346-4	15346-5	15346-6	15346-7	15346-8	15346-9	15346-10	TULSMA Table 3 "Criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas Cálidas dulces"
Identificación		Agua de ertación SANTA LUCIA - VISIBILIDAD DISCO SECCHI (0,95 mtr).	Agua de ertación SANTA LUCIA - (3 mtr).	Agua de ertación SANTA LUCIA - (5 mtr).	Agua de ertación SANTA LUCIA - (10 mtr).	Agua de ertación SANTA LUCIA - (15 mtr).	Agua de ertación SANTA LUCIA - (20 mtr).	Agua de ertación SANTA LUCIA - (25 mtr).	Agua de ertación SANTA LUCIA - (30 mtr).	Agua de ertación SANTA LUCIA - (35 mtr).	Agua de ertación SANTA LUCIA - (40 mtr).	
Fecha Muestreo		12/01/2012	12/01/2012	12/01/2012	12/01/2012	12/01/2012	12/01/2012	12/01/2012	12/01/2012	12/01/2012	12/01/2012	
Hora de Muestreo		16:55	16:45	16:40	16:37	16:31	16:26	16:22	16:17	16:10	16:00	
Parámetro (Unidades)	Método	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	LMP
Coliformes Fecales-NMP NMP/100ml	9221 E	5	7	7	< 1	< 1	21	7	23	16	16	200
Coliformes Totales-NMP NMP/100ml	9221 B	114	22	38	44	18	30	30	59	18	2600	--
Cryptosporidium #quistes/1	9222 E	3	1	1	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	--
Giardia Lambia #quistes/1	9711 B	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	--
Potencial de Hidrogeno -	PEE-GQM-FQ-01	7,25	7,13	6,78	6,37	6,42	7,15	6,38	6,40	6,46	6,42	6,5 - 9,0
Conductividad Electrica us/cm	PEE-GQM-FQ-13	79,5	74,9	82,6	89,1	89,6	76,9	85,7	90,4	89,8	85,7	--
Color Real UCIPt	2120 B	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora	--
Olor ---	2150 B	inodora	inodora	inodora	inodora	inodora	inodora	olor a sulfuros	olor a sulfuros	olor a sulfuros	olor a sulfuros	--
Temperatura °C	PEE-GQM-FQ-02	27,20	27,00	26,90	25,70	25,60	27,30	25,30	25,30	25,30	25,40	Condiciones naturales ± 3 grados C
Turbidez NTU	PEE-GQM-FQ-25	2,31	0,90	1,40	1,70	2,70	2,90	1,70	1,50	1,40	4,50	--
Oxigeno Disuelto mgO2/l	4500 O B	5,10	4,72	1,49	1,38	1,25	0,92	0,86	0,62	0,41	0,39	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l.
Amoniaco mg/l	4500 AMONIA F	0,03	0,10	0,01	0,17	0,03	0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	0,01	0,02
Cloruros mg/l	PEE-GQM-FQ-08	2,19	2,19	2,19	2,19	< 1,93	3,07	2,19	2,19	2,19	2,19	--
Fluor mg/l	4500 F D	0,06	0,20	< 0,02	< 0,02	0,07	0,07	0,20	0,17	< 0,02	0,04	--
Fosfatos mg/l	PEE-GQM-FQ-11	0,15	0,14	0,13	0,21	0,15	0,13	0,22	0,14	0,25	0,25	--
Nitratos mg/l	PEE-GQM-FQ-10	< 0,420	< 0,420	< 0,420	0,630	< 0,420	< 0,420	< 0,420	< 0,420	< 0,420	< 0,420	--
Nitritos mg/l	PEE-GQM-FQ-14	0,042	0,011	< 0,008	0,009	0,213	0,149	0,092	0,144	0,129	< 0,008	--
Sulfatos mg/l	PEE-GQM-FQ-28	< 0,25	3,0	1,8	1,7	2,2	2,7	1,8	1,1	2,6	2,6	--
Sulfuro de Hidrogeno mg/l	4500 S D	70.000	60.000	120.000	150.000	160.000	220.000	250.000	270.000	260.000	440.000	0,0002
Aluminio mg/l	PEE-GQM-FQ-12	< 0,039	< 0,039	0,080	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	0,1
Antimonio mg/l	3500 Sb	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	--
Bario mg/l	3500 Ba	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1	1,0
Cobre mg/l	PEE-GQM-FQ-13	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,02
Cromo Total mg/l	3500 Cr B	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,05
Dureza total mgCO3Ca/l	PEE-GQM-FQ-26	32,0	34,0	34,0	36,0	32,0	32,0	38,0	34,0	34,0	30,0	--
Hierro mg/l	PEE-GQM-FQ-18	< 0,0190	< 0,0190	< 0,0190	0,5150	0,3880	< 0,0190	0,4370	0,3790	0,5540	0,2540	0,3
Manganeso mg/l	3500 Mn B	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1
Niquel mg/l	3500 Ni / Nickel B	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,025
Zinc mg/l	PEE-GQM-FQ-24	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	< 0,059	0,18
Solidos Disueltos Totales mg/l	PEE-GQM-FQ-823	38	37	41	45	45	39	43	45	45	43	--

OBSERVACION:

Hay valores que sobrepasan las normas en referencia pero mayormente la situación se puede deber a los bajos niveles de agua al momento del muestreo, esto ocaciona valores anormales de determinados parametros que est influenciados por la luz, corrientes y turbidez. Esta campaña a sido la de novel mas bajo desde que GQM hace realiza los monitoreos por lo que es mejor tecnicamente hacer la comparacion con la siguiente campaña en cuant niveles esten recuperados. La presencia de olor a sulfuros a mayor profundidad es normal a partir de los 10 metros y ha sido reportada en todas las campañas de monitoreo desde el 2008.

Q.F. Fernando Marcos