REPÚBLICA DEL ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

Tesis de Grado previa a la obtención del título de Ingeniero Ambiental.

TEMA

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA USO RECREACIONAL EN LA MICRO CUENCA MEDIA DEL RÍO MISAHUALLÍ CANTÓN ARCHIDONA PROVINCIA DE NAPO

AUTOR:

Jaime Javier Mancheno Mejía

TUTOR:

Dr. Msc. Raúl Valverde Lara.

PUYO – ECUADOR

DICIEMBRE 2015

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA USO RECREACIONAL EN LA MICRO CUENCA MEDIA DEL RÍO MISAHUALLI CANTÓN ARCHIDONA PROVINCIA DE NAPO" del autor Jaime Javier Mancheno Mejía, Egresado de la carrera de Ingeniería Ambiental.

....

Msc. Pedro Ríos Msc. Jorge Bonilla

.....

Msc. Marco Heredia

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Dios bondadoso, a mis Padres y Docentes, que siempre supieron guiarme e impartir sus conocimientos para ser un buen profesional, y a mis compañeros de estudio que estuvieron en los buenos y malos momentos que vivimos en las aulas de esta querida Universidad.

JAIME JAVIER MANCHENO MEJÍA

DEDICATORIA

La tesis de tema "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA USO RECREACIONAL EN LA MICRO CUENCA MEDIA DEL RÍO MISAHUALLÍ CANTÓN ARCHIDONA PROVINCIA DE NAPO", se la dedico a mis Padres Enrique Mancheno, Flor Mejía por el cuidado y apoyo que me han dado durante toda mi vida y especialmente en los años en que curse mis estudios universitarios, a mi Mujer María Inés y mi Hija Dalila Elizabeth por el apoyo incondicional y compañía brindada durante el tiempo de investigación y a mi Tutor de Tesis que me supo guiar para un feliz término de mi investigación.

JAIME JAVIER MANCHENO MEJÍA

RESPONSABILIDAD

Yo Jaime Javier Mancheno Mejía, asumo la responsabilidad por el estudio de investigación "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA USO RECREACIONAL EN LA MICRO CUENCA MEDIA DEL RÍO MISAHUALLÍ CANTÓN ARCHIDONA PROVINCIA DE NAPO", y toda la información de campo y análisis de la misma que se expresa en este trabajo.

JAIME JAVIER MANCHENO MEJÍA

Contenido

RESUMEN XV

SUMMARY XVI

Lista de abreviaturas XVII

Capítulo I 18

1 Introducción 18

a. Objetivos 19

a.1 Objetivo General. 19

a.2 Objetivos específicos. 19

b. Hipótesis general. 20

b.1 Hipótesis específica 20

Capítulo II 21

2. Revisión literaria 21

Cuenca hidrográfica y datos del río Misahuallí. 21

Recolección de muestras de agua para análisis de laboratorio. 23

Normativa para aguas de uso recreacional. 32

Parámetros físicos, químicos y biológicos del agua. 35

Enfermedades relacionadas con el agua. 38

Capítulo III 40

3. Materiales y métodos 40

3.1 Localización y duración del experimento. 40

3.2 Condiciones meteorológicas. 42

3.3 Materiales y equipos. 45

Metodología y aplicación de encuestas 46

Métodos, procesos y análisis de datos. 47

Evaluación de la calidad de agua del río Misahuallí. 48

3.4 Factores de estudio. 49

3.4.4 Evaluación de la calidad del agua del río Misahuallí. 53

3.5 Metodología de recolección de datos. 54

3.5.7 Medición de caudales en ríos y canales. 59

Método del flotador 60

3.6 Variables. 63

3.7 Manejo del experimento. 64

3.8 Análisis económico de los gastos en el estudio. 65

Capitulo IV 67

4 Resultados Experimentales. 67

4.1 Datos sobre presencia de afluentes y descargas puntuales en el curso del río Misahuallí. 67

4.1.1 Identificación de descargas puntuales en el río Misahuallí. 67

4.1.2 Identificación de afluentes al río Misahuallí. 72

4.2 Datos sobre aplicación de la encuesta socio-sanitaria. 76

4.2.3 Resultados de la aplicación de la encuesta 79

4.3.1 Lugares de recolección de muestras de macroinvertebrados..... 81

4.3.4 Distribución de macroinvertebrados en el río Misahuallí..... 88

4.4 Datos sobre análisis de laboratorio físico, químico y biológico de las aguas del rio Misahuallí. 91

4.4.1 Resultados del análisis físico-químico realizado a las muestras de agua. 91

4.4.3 Resultados de los análisis de Coliformes totales realizados a las muestras de agua. .. 98

5 Discusión. 103

Identificación de descargas puntuales y afluentes. 103

Macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de agua. 103

Coliformes totales. 106

Parámetros de calidad del agua..... 106

Encuesta socio sanitaria 108

6 Conclusiones. 110

7 Recomendaciones. 113

8. Plan de acción para el manejo de la cuenca hídrica del río Misahuallí 114

- Programa de señalética. 114
- Programa de reforestación y conservación de la cuenca hídrica. 114

Programa de capacitación y educación ambiental. 115

Programa de señalética 117

Programa de reforestación y conservación de la cuenca hídrica 120

Programa de monitoreo y seguimiento 122

Índice de cuadros

Cuadro 1. Índice de calidad biótica según la familia de macroinvertebrados. 32

Cuadro 2. Clases de calidad de agua según el índice BMWP. 33

Cuadro 3. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. 37

Cuadro 5. Puntos de recolección de macroinvertebrados. 43

Cuadro 6. Puntos de recolección de muestras de agua. 44

Cuadro 7. Flora existente en el cantón Archidona. 46

Cuadro 8. Fauna existente en el cantón Archidona. 46

Cuadro 10. Fórmula para calcular la muestra y el error muestral. 47

Cuadro 11 Parámetros y técnicas de análisis usadas en el estudio. 49

Cuadro 12. Parámetros a analizarse en los laboratorios. 54

Cuadro 13. Fórmula de cálculo de caudal en ríos. 54

Cuadro 14. Calculo del caudal por método del cubo. 63

Cuadro 15. Calculo del área en ríos y canales. 63

Cuadro 16. Cálculo de la velocidad. 64

Cuadro 17. Calculo del caudal en canales revestidos. 64

Cuadro 18. Análisis económico de gastos en el estudio de la calidad de agua del rio Misahuallí 64

Cuadro 19. Identificación 1Fde afluentes y descargas. 69

Cuadro 20. Cálculo del caudal de la descarga uno. 71

Cuadro 21. Cálculo del caudal de la descarga dos. 72

Cuadro 22. Cálculo del caudal de la descarga tres. 73

Cuadro 23. Cálculo de caudal de la descarga cuatro. 74

Cuadro 24. Medición de la profundidad y caudal del río Punio. 74

Cuadro 25. Cálculo de la profundidad y caudal del río Inchillaqui. 76

Cuadro 26. Cálculo de la profundidad y el caudal del río Ayapata..... 77

Cuadro 27. Resultado de caudales de descargas puntuales y afluentes al rio Misahuallí. 78

Cuadro 28. Número de encuestas a aplicar 79

Cuadro 29. Resultados de la aplicación de la encuesta, para determinar acciones a la salud. . 82

Cuadro 30. Diagrama causa-efecto sobre afecciones en la salud de las personas..... 83

Cuadro 31. Resultados del muestreo 1 de macroinvertebrados como bioindicadores. 84

Cuadro 32. Resultados del muestreo 2 de macroinvertebrados como bioindicadores. 87

Cuadro 33. Resultados del muestreo 3 de macroinvertebrados como bioindicadores. 88

Cuadro 34. Sumatoria del conteo de Macroinvertebrados. 89

Cuadro 35. Líneas de tendencia del conteo de organismos macroinvertebrados. 90

Cuadro 36. Distribución geográfica de macroinvertebrados en el río Misahuallí..... 90

Cuadro 37. Familias de Macroinvertebrados más frecuentes. 91

Cuadro 38. Análisis de la calidad del agua del río Misahuallí usando índice BWP 93

Cuadro 39. Análisis de la calidad de agua del rio Misahuallí usando índice BMWP. 94

Cuadro 40. Resultado del análisis de parámetros físicos y químicos del agua del río Misahuallí en el muestreo 1. 95

Cuadro 41. Resultados del análisis de parámetros físicos y químicos del agua del río Misahuallí en el muestreo 2. 96

Cuadro 42. Resultados del análisis de parámetros físicos y químicos del agua del río Misahuallí en el muestreo 3. 97

Cuadro 43. Promedio de los resultados del análisis de las muestras de agua del río Misahuallí. 98

Cuadro 44. Líneas de tendencia de concentración de oxígeno disuelto. 99

Cuadro 45. Líneas de tendencia de la conductividad eléctrica. 99

Cuadro 46. Líneas de tendencia del potencial de hidrógeno. 100

Cuadro 47. Líneas de tendencia de Fosfatos. 100

Cuadro 48. Resultados del análisis de coliformes totales en el agua del río Misahuallí, muestreo 1. 102

Cuadro 49. Resultados del análisis de coliformes totales en el agua del río Misahuallí, muestreo 2. 103

Cuadro 50. Resultados del análisis de Coliformes totales en el agua del rio Misahuallí, muestreo 3. 104

Cuadro 51. Sumatoria de los análisis de coliformes totales en muestras de agua del río Misahuallí 105

Cuadro 52. Líneas de tendencia de concentración de coliformes totales. 105

Cuadro 53. Características del curso del río en los puntos de muestreo de macroinvertebrados. 108

Cuadro 54. Especies vegetales a usar en la reforestación de la cueca hídrica del río Misahuallí. 123

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fotografía aérea del cantón de Archidona, con puntos de interes para el estudio. 22

Figura 2. Imagen del cantón Archidona con puntos inicial, final y de recoleccion de macroinvertebrados y muestras de agua. 42

Figura 3. Esquema de diagrama causa-efecto (espina de pez). 48

Figura 4. Multiparamétrico hq 40d, para medir parámetros físicos y químicos 55

Figura 5. Método Hach 10127 para determinación de fosforo total en muestras de agua. 56

Figura 6. Técnica para el Análisis Microbiológico de Coliformes totales. 57

Figura 7. Descargas puntuales de agua al curso del río Misahuallí. 67

Figura 8. Punto uno de descarga en el Capoa. 68

Figura 9. Descarga en la entrada sur del balneario el Capoa. 69

Figura 10. Descarga tres en el sector Sinchi Sacha. 70

Figura 11. Descarga puntual cuatro en el río Misahuallí. 71

Figura 12. Afluentes del río Misahuallí. 72

Figura 13. Río Punio, afluente uno. 73

Figura 14. Río Inchillaqui, afluente dos. 74

Figura 15. Río Ayapata, afluente tres. 75

Figura 16. Lugares donde se levantó la encuesta sobre afecciones a la salud. 77

Figura 17. Distribución geográfica de macroinvertebrados en el río Misahuallí……...91

Figura 18. Señalética para informativa, preventiva y prohibitiva para el manejo ambiental del curso del río Misahuallí. 118

ÍNDICE DE APENDICE

Apéndice 1. Encuesta socioeconómica aplicada para conocer la perspectiva de las personas sobre la calidad de agua del río Misahuallí y efectos en su salud. 59

RESUMEN

La falta de información sobre el nivel de contaminación actual del agua del río Misahuallí, la existencia de afluentes y descargas puntuales, la extracción de material pétreo, los posibles efectos negativos en la salud de las personas y en la función ecológica del río, ha motivado este estudio de investigación.

Por aquello se aplicó métodos de investigación científica y técnicas de muestreo para determinar la calidad del agua del río Misahuallí; se identificaron las descargas puntuales y afluentes del río en el curso norte – sur por la ciudad de Archidona en una extensión de 5 km aproximadamente, desde el puente a la comunidad Batancocha hasta el puente vía Tena cerca de la posada de "Los Moretes", determinando lugares de recolección de muestras de agua, para analizar parámetros como: oxígeno disuelto, potencial de hidrogeno, conductividad eléctrica, fosfatos, coliformes totales y las poblaciones de macroinvertebrados, su distribución y las características de su hábitat respectivamente.

Para complementar el estudio se aplicaron encuestas destinadas a deducir la perspectiva de las personas que viven cerca al río Misahuallí sobre la calidad del agua.

Con esta información recolectada, aplicación de índices biológicos de calidad del agua, comparación de los resultados con los límites permisibles de parámetros para aguas de uso recreacional, e interpretación de la información teniendo en cuenta los ríos afluentes de considerable magnitud, las características de autodepuración y disolución del río Misahuallí, se determina una calidad de agua ligeramente contaminada en el área de estudio.

SUMMARY

This research study was motivated by the lack of information on current water pollution level of the river Misahuallí, the existence of tributaries and point discharges, the extraction of stone material, the possible negative effects on people´s health and the ecological function of the river.

Scientific research methods were applied in several steps in order to determine the water quality of the river Misahuallí: the point discharges and tributaries of the river in the north-south course was identified through the town of Archidona in an area of approximately 5 km from the Batancocha community bridge to the bridge via Tena close to the guesthouse "Los Moretes", determining collection sites in order to get water samples and macroinvertebrates, to analyze parameters such as dissolved oxygen, potential of hydrogen, electrical conductivity, phosphates, total coliforms and populations of macroinvertebrates, their distribution and their habitat characteristics.

Surveys were designed in order to complete the study to deduce the perspective on water quality of people who live near the river Misahuallí.

With this information collected, application of biological water quality indices, comparing the results with the permissible limits of parameters in water recreational use, and interpretation of information, taking into account the tributaries of considerable magnitude and self-purification capacity and dissolution of the river Misahuallí, quality slightly contaminated water is determined.

Lista de abreviaturas

I.	BMWP	Índice de monitoreo biológico
II.	COOTAD	Código orgánico de organización territorial y descentralización
III.	GADMA	Gobierno autónomo descentralizado municipal de Archidona
IV.	INEN	Instituto ecuatoriano de normalización
V.	NTE	Normativa técnica ecuatoriana
VI.	OMS	Organización mundial de la salud
VII.	PDOT	Plan de ordenamiento territorial
VIII.	TULSMA	Texto unificado de legislación ambiental, medio ambiente
IX.	UTM	Transversal de mercator universal
X.	WGS 84	Sistema geodésico mundial 1984

Capítulo I

1 Introducción

A lo largo de la historia los asentamientos poblacionales y ciudades se han establecido cerca a lugares donde se encuentra el recurso agua, indispensable para la vida, ya sea que esta se encuentre en lagos o ríos y las personas aprovechan este recurso para; cocinar, beber, pescar, aseo personal y recreación. Debido a que las ciudades están cerca a los ríos y lagos que tienen una gran capacidad de disolución y arrastre de materiales, se vuelven receptores de las descargas de aguas servidas y demás desechos provenientes de las ciudades y todas las actividades socio-económicas que se realizan diariamente en ellas.

El río Misahuallí nace en las estribaciones orientales de la cordillera de los Andes, que forman el valle donde están las ciudades de Tena y Archidona; el mencionado río es objeto de nuestro estudio en su recorrido norte – sur, delimitando la margen derecha de la ciudad de Archidona en una distancia de 5 kilómetros aproximadamente.

Este estudio se basa principalmente en determinar la calidad del agua del río Misahuallí y si esta cumple con la calidad de aguas de uso recreacional.

Para lo cual, se ha realizado un estudio de campo basado en la identificación de descargas puntuales y afluentes al río Misahuallí, aplicación de encuestas cerradas en lugares estratégicos, recolección de organismos macroinvertebrados en varios lugares presentes en el curso del río para referencia de las condiciones ambientales, recolección de muestras de agua para realizar un análisis físico, químico y biológico; y poder determinar la calidad actual del agua del río Misahuallí.

a. Objetivos

a.1 Objetivo General.

Determinar la calidad del agua del río Misahuallí y la influencia de la misma en el uso recreacional del agua.

a.2 Objetivos específicos.

a.2.1 Identificar las descargas puntuales y afluentes que vierten sus aguas en el río Misahuallí.

a.2.2 Determinar si el agua del río Misahuallí cumple con los parámetros físicos, químicos y biológicos, para uso recreacional.

a.2.3 Caracterizar el tipo, abundancia y distribución de macro invertebrados en las aguas del rio Misahuallí.

a.2.4 Identificar los posibles efectos en la salud de la población por la calidad del agua del río Misahuallí.

a.2.5 Evaluar la calidad ambiental del agua del río Misahuallí en función del cumplimiento de la normativa ambiental para uso recreacional del agua, la abundancia de macro invertebrados como indicadores biológicos y la presencia o ausencia de enfermedades relacionadas con el agua.

b. Hipótesis general.

La calidad del agua del río Misahuallí se ve afectada a lo largo de su curso por factores naturales o antropogénicos, determinando las propiedades físicas, químicas y biológicas, y el tipo de uso que se le da al agua.

b.1 Hipótesis específica

b.1.1 El río Misahuallí al tener una de las principales cuencas hidrográficas en la provincia de Napo, es receptor de afluentes secundarios y de aguas servidas del Cantón Archidona.

b.1.2 Para establecer el uso del agua de un río, esta debe cumplir con la normativa ambiental vigente.

b.1.3 La variedad y abundancia de la biota acuática, son bioindicadores de la calidad del agua

b.1.4 Las personas que habitan en el área de influencia directa del río o usan frecuentemente el agua, son susceptibles a presentar reacciones de algún tipo en su salud debido a la calidad de la misma.

b.1.5 Las pruebas de laboratorio del agua en cumplimiento de la normativa ambiental para uso recreacional del agua, la existencia y variedad de vida acuática y la ausencia de enfermedades relacionadas con el agua son claros indicadores de la calidad de la misma.

Capítulo II

2. Revisión literaria

Se plantearon diversos temas de investigación, en la revisión literaria para realizar un estudio con sustentación teórica válida y relevante, se establecieron pautas generales en orden lógico y organizado, sin descartar posteriores temas de interés para la investigación.

- Información sobre el río Misahuallí.
- Aforo de caudales en ríos y canales.
- Recolección de muestras de agua para análisis en laboratorio.
- Recolección de macro invertebrados y uso como bioindicadores.
- Normativa para aguas de uso recreacional.
- Parámetros físicos, químicos y biológicos del agua.
- Enfermedades relacionadas al agua.

Cuenca hidrográfica y datos del río Misahuallí.

El cantón Archidona tiene una superficie de 3029Km^2, y está ubicada a una altitud de 577 msnm, en el centro sur de la provincia de Napo, su clima en promedio es de 25ºC, siendo cálido-húmedo por la presencia de la selva lo que mantiene una humedad relativa entre 80 y 100 %.

En las estribaciones de la cordillera de los Andes se ubica el río Misahuallí recorriendo aproximadamente 514 kilómetros desde su nacimiento cerca del cantón Quijos hacia el sur por la margen derecha de la ciudad Archidona, pasando por la ciudad de Tena hasta unirse en puerto Misahuallí con el Río Napo y continuar su recorrido hacia el río Amazonas. (GADMA, PDOT, 2015)

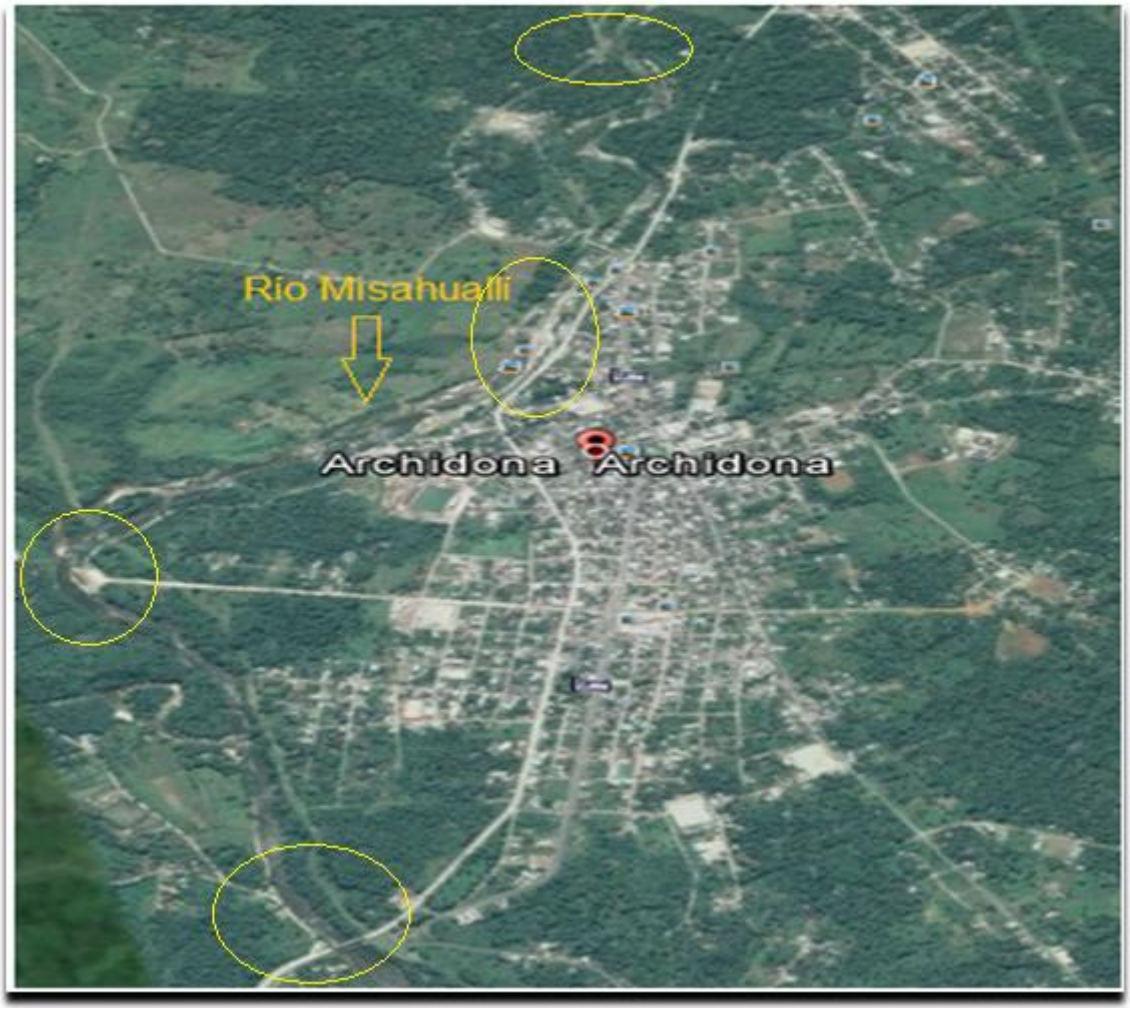


Figura 1. Fotografía aérea del cantón de Archidona, con puntos de interes para el estudio. Fuente: Google Earth, Archidona-Napo-Ecuador 2015.

Al estudiar una cuenca hídrica hay que tomar en cuenta varios factores ambientales que determinan la existencia de los diferentes hábitats que coexisten en una cuenca hidrográfica, un factor es el caudal ecológico cuyo principal objetivo es la conservación del caudal de agua mínimo disponible en el curso de un río y mantener las condiciones necesarias para que los ecosistemas puedan existir, luego de satisfacer las necesidades humanas básicas. (Quezada P, 2010)

Para esto se debe administrar las cuencas hídricas dentro del marco de una gestión sostenible, para asegurar la funcionalidad y equilibrio del ecosistema, mediante el estudio de las

condiciones hidrográficas históricas se podrá asumir el año con menor caudal, como el caudal mínimo disponible para la existencia de ese ecosistema.

Se debe tener en cuenta las variaciones climáticas y regímenes hidrológicos, con volúmenes de caudal circulante representativos para mantener los macroinvertebrados, ictiofauna y herpetofauna (anfibios y reptiles). Y garantizar la supervivencia de las demás especies que están ligadas a la existencia del medio acuático como: mamíferos y aves. (Aguirre A, 2008)

Recolección de muestras de agua para análisis de laboratorio.

Para la recolección de muestras de agua debe ser homogénea y representativa además de ser un muestreo sistemático, evitando que el envase o el método de extracción modifique las propiedades del agua para ser analizada, independientemente de los análisis que se vayan a realizar la toma de muestras debe cumplir con requerimientos básicos para la toma y conservación de muestras de agua en la norma técnica ecuatoriana, en este estudio se realizara una toma de muestra en serie por un periodo de tiempo definido para tener un perfil general de un área determinada. (INEN, NTE, 2013)

Para que el procedimiento de toma de muestras sea confiable se debe tomar las medidas de seguridad necesarias para evitar cualquier contaminación cruzada por envases que contenga polvo o líquidos que perjudiquen el resultado final.

Para elegir los recipientes que se van a utilizar en la recolección de muestras se debe consultar la norma técnica sobre manejo y conservación de muestras de agua, siendo los mejores materiales para esto las botellas de polietileno, pues ayudan a preservar las características físicas, químicas y biológicas de la muestra de agua. (INEN, NTE, 2013)

Para realizar muestra de gases en la muestra de agua lo recomendable es realizar los análisis en el sitio de recolección pues el aire puede contaminar la muestra en el transporte hacia el laboratorio.

Se debe tomar la muestra de agua lejos de las orillas y descargas, sumergiendo el recipiente a una profundidad de 20 cm, debiendo enviar la muestra refrigerada para evitar su deterioro. (INEN, NTE, 2013)

Una cuenca hidrográfica está formado por las elevaciones que por efecto de la gravedad escurren el agua superficial hacia los riachuelos y ríos formando cuencas, microcuencas, del uso responsable que le demos a esta, depende la calidad de agua para consumo humano, aseo personal, agricultura y uso recreacional**.**

Para organizar las muestras recolectadas y evitar problemas futuros, las muestras deben estar etiquetadas en el momento de la recolección con los datos de identificación de la muestra y del sitio del muestreo, la hora y la fecha se debe usar guantes y lavar los frascos dos a tres veces con el agua del lugar, para luego sumergirlo durante treinta segundos dejando que fluye el agua para cerrarla aun sumergida y sacarla rápidamente. (Quezada P, 2010)

Al momento de realizar la toma de muestra se debe escoger el sitio de recolección desde las orillas del río evitando exponer a las personas a sitios peligrosos o eventos fortuitos como inundaciones para la toma de muestras.

Las características de los puntos de muestreo deben ser parecidas para tener un punto de comparación, en lugares donde no haya cambios significativos por el aumento de volumen del agua. (INEN, NTE, 2013)

En el momento de la recolección se debe contar con todos los equipos y herramientas necesarias para llevar a cabo el estudio como: guantes, cámara, redes y envases.

Se debe realizar un recorrido antes del muestreo para reconocer los puntos representativos de las características tomando muestras preferiblemente en el centro del curso de agua, con los equipos calibrados correctamente para el muestreo de los parámetros que se deben medir en el

sitio como son: PH, oxígeno disuelto y conductividad esto debido a que los niveles cambian significativamente en cuestión de minutos. (Jiménez P, Vivas S, 2010)

Otros parámetros se pueden medir hasta 48 horas luego de ser recolectadas si las muestras permanecen refrigeradas y en el recipiente adecuado, algunos de estos parámetros son: Nitrato, Nitritos, Amonio, Ortofosfatos, Cloruro, Sulfatos y Sólidos en suspensión.

Un factor a tomar en cuenta al momento de la recolección de muestras de agua son las precipitaciones que por su intermitencia y volumen de precipitación puede cambiar las características del agua en el punto de muestreo, se recomienda homogeneidad en las condiciones meteorológicas al momento de la recolección. (Quezada P, 2010)

Al realizar un programa de muestreo se considera los objetivos que se desean cumplir al realizar análisis de las muestras de agua, para este estudio realizaremos una caracterización de la calidad de agua, ya que este método se aplica para conocer la concentración de uno o varios parámetros en un periodo de tiempo definido.

En este tipo de programas de muestreo se utiliza estadística, al analizar la tendencia central, desviación estándar, nivel de confianza y la forma de calcular su resolución se encuentra en el texto. (INEN, NTE, 2013)

En la recolección de muestras de agua hay tres aspectos básicos que se debe tener en cuenta la dirección del afluente, velocidad y cantidad de descarga.

Las aguas pueden variar su recorrido con el tiempo, y su velocidad es de suma importancia y se la mide por el método de flotadores recorriendo una distancia determinada, la cantidad de descarga es la cantidad de agua que pasa por un punto esta puede diluir o concentrar un contaminante, es importante conocer esto para que la caracterización sea óptima. (INEN, NTE, 2013)

Recolección de macroinvertebrados y uso como bioindicadores.

Para recolectar macro invertebrados en un curso de agua se requiere de los siguientes recursos:

1 red de 300 micras.

1 Pinza entomológicas.

Bateas blancas de plástico (mínimo 30 x 20 cm)

1 Lupa (ayuda identificación organismos)

Recipientes de plástico.

Alcohol de 96º

Con corrientes fuertes, utilizar redes de 500-1000 micras.

Las redes se ubican transversalmente al curso del río de tal manera que se pueda recolectar la mayor cantidad de organismos cuando se remueva el fondo del rio aguas arriba, luego de poner los microorganismos en recipientes adecuados para el traslado en una solución de alcohol. (Jiménez P, 2010)

Para obtener unos muestreos representativos y resultados confiables se recomienda utilizar la técnica kick sampling, técnica en la que se remueve el fondo del río a medio metro de la boca de la red que estas aguas abajo donde se recogen los macro invertebrados.

Este proceso se realiza en 20 puntos distribuidos equitativamente en 100 metros de distancia aguas abajo, de tal manera que se obtiene una muestra representativa de la población de ese punto de muestreo. (Alva J, Pardo I, 2005)

En la evaluación de la calidad el agua usando bioindicadores se debe conocer que hay varios grupos tomados en cuenta pero el que es más representativo del nivel de contaminación del

agua es el uso de macroinvertebrados bentónicos acuáticos por su rápida y su relativa facilidad para identificar los organismos y literatura relacionada, debido a que no solo las actividades antrópicas producen contaminación o redistribución de las especies en el medio acuático, se debe realizar conjuntamente análisis físico y químico del agua. (Giacometti V, 2006)

En el análisis del estudio de macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua, tenemos una clara referencia de los organismos que podemos encontrar al realizar un estudio similar desde el género, familia, orden y clase, datos a los cuales se podrá acceder al analizar los especímenes. (Giacometti, 2006)

Los sistemas acuáticos son sensibles a cualquier contaminante de la actividad humana y la acumulación de sedimentos es otro factor importante a tomarse en consideración pues repercute en las comunidades de organismos que viven en este medio, especialmente a los macroinvertebrados acuáticos que sirve de acuerdo a estudios como un referente de la calidad del agua el ser sus poblaciones más o menos abundantes en lugares con características similares pues son organismos con una gran distribución geográfica.

Los resultados obtenidos se deben relacionar con los análisis físico-químico del agua, luego de esto se realiza el procesamiento de información aplicando índices ecológicos como: Índice de riqueza de Margalef, índice biótico como el sistema BMWP y el índice de diversidad de Shannon. (Lozano L, 2010)

El uso de bioindicadores es un método confiable para el análisis de calidad del agua pues conociendo los organismos que se encuentran en un determinado hábitat y su tolerancia a los niveles de distintos contaminantes, se puede deducir el grado de contaminación.

Los análisis de parámetros físicos y químicos que se realizan al agua nos dan resultados en un corto periodo por lo que no son representativos en las condiciones reales del hábitat acuático,

por este problema se utiliza métodos de medición de los cursos de agua mediante bioindicadores que conociendo su ciclo de vida y condiciones en las que se desarrollan nos dan una visión a más largo plazo de las condiciones del agua, estos datos se organizan de manera numérica para conocer los índices bióticos. (Vázquez G, 2006)

El análisis de la calidad de agua mediante bioindicadores presenta limitaciones como la experiencia para reconocer los organismos encontrados, a continuación se expone organismos cosmopolitas que habitan en el medio acuático.

Bacterias.- La presencia o ausencia de bacterias es un factor importante a la hora de determinar la calidad del agua, pues la bacteria Echerichia coli está directamente relacionada a las descargas de aguas residuales pues se encuentra en gran número en la materia fecal y materia orgánica en descomposición, esta bacteria puede producir diarrea. (Vázquez G. 2006)

Fitoplancton.- El fitoplancton es un organismo bioindicador de la calidad del agua pues en su corto tiempo de vida reaccionan rápidamente a cualquier tipo de contaminante, si existe un exceso en la cantidad de fitoplancton en el curso de un río puede ser consecuencia de contaminación con fertilizantes orgánicos, como consecuencia se altera el equilibrio natural del medio. (Vázquez G, 2006)

Macroinvertebrados Bentónicos.- Son un grupo importante para relacionarlos con la calidad del agua, es un grupo muy variado que se encuentra en todos los hábitats especialmente el acuático, el conocimiento sobre estos organismos es amplio lo que facilita el estudio pues existen diferentes métodos para el análisis de los datos. Otras ventajas es que son sedentarios, lo que nos proporciona una muestra del estado de salud del medio acuático. (Vázquez G, 2006)

Por ejemplo en ríos de aguas transparentes y limpias es común encontrar poblaciones dominantes de insectos plecópteros, tricópteros y efemerópteros.

En ríos contaminados, de aguas turbias, eutrofizadas y poco oxigenadas se puede encontrar dominancia de oligoquetos, dípteros (quironómidos) y determinados moluscos, y ocasionalmente algunas especies indicadoras de aguas limpias.

Peces.- Los peces fueron los primeros organismos escogidos como bioindicadores pues su abundancia y diversidad son un claro síntoma de la buena calidad de agua, mientras que altos números e peces enfermos o ausencia de estos es síntoma de niveles de contaminantes alto.

Al tomar un organismo como bioindicador hay que tomar en cuenta la facilidad para capturarlos, la existencia de información relacionada y que sean cosmopolitas pues se representativos de todos las cadenas tróficas. (Vázquez G, 2006)

Índices bióticos.- Para la construcción de índices bióticos es necesario realizar un inventario de los macroinvertebrados presentes en una zona, la cantidad de individuos, la cantidad de especies y la distribución de macroinvertebrados para aplicar el índice de Shannon y Margalef estimar el índice biótico. (Vázquez G, 2006)

El método basado en el índice BMWP (BIOLOGIAL MONITORING WORKING PARTY SCORE SISTEM), es uno de los métodos más usados para conocer el grado de contaminación de un río asignando a cada familia de macroinvertebrados acuáticos que se encuentren en la recolección de muestras de organismos una puntuación de 1 a 10 en función de su sensibilidad a la contaminación del agua o alteración del medio, esta información de referencia debe ser investigada luego de tener identificados los organismos. El valor del índice en cada estación de muestreo se obtiene por la suma de las puntuaciones de cada familia encontrada. Según la puntuación final, a cada tramo del río le corresponde una de las siguientes clases de calidad mostradas en el cuadro 1. (Ríos B, 2010)

Cuadro 1. Índice de calidad biótica según la familia de macroinvertebrados.

ÍNDICE DE CALIDAD BIOLÓGICA BMWP				
FAMILIAS				PUNTOS
Anomalopsychidae Atriplectididae Blephariceridídae	Ptilodactydae Chordodidae Gripopterygidae	Lampiridae Odontoceridae Perlidae	Polimitarcidae Polithorydae Psephenidae	10
Coryphoridae Ephemeridae Eutypholiciidae	Gomphidae Hydrobiosidae Leptophiebiidae	Limnephilidae Oligoneuriidae Philopotamidae	Platisticidae Polycentripodidae Xiphocentronidae	9
Atiyidae Calamoceratidae Hebridae Helicopsychidae Hidraenidae	Hidroptilidae Leptoceridae Limnephilidae Lymnacidae Naucoridae	Palaemonidae Planorbidae	Pseudothelpusidae Saldidae Sialidae Sphaeridae	8
Ancilydae Baetidae Caloterygidae Coenagrionidae	Dicteriadidae Dixidae Glosssosomatidae Hialelidae	Hydrobidae Hydrosychidae Leptohyphidae Lestidae	Pyralidae Simulidae Velidae	7
Aeshnidae Ampurallidae Caenidae Corydalidae	Dryopidae Dugesiidae Elmidae Hyriidae	Limnichidae Lutrochidae Megapodagronidae	Misetopodidae Pleidae Staphylinidae	6
Ceratopogonidae Corixdae Gelastocoridae	Glossiphonidae Gyrinidae Libellulidae	Mesovelidae Nepidae Notonecdidae	Tabanidae Thiaridae	5
Belostomatidae Chrysomelidae Curculionidae Ephydridae	Haliplidae Hydridae Muscidae Pleidae	Scriptidae Empididae Dolichopoidae	Hydrometridae Noteridae Scyomicidae	4
Chaoboridadae Ciclopdellidae	Tabanidae Hydrophilidae larvas	Physidae Stratiominidae	Tipulidae	3
Chironomidae		Culicidade Psychocicae	Sryphidae	2
Tubificidae				1

Fuente: (Herrera S, Josefina M, 2005)

Cuadro 2. Clases de calidad de agua según el índice BMWP.

CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA SEGÚN ÍNDICE BMWP

CLASE	CALIDAD	BMWP	SIGNIFICADO	COLOR
I	Buena	101 - 120, >150	Aguas muy limpias	
II	Aceptable	61 - 100	Aguas ligeramente contaminadas	
III	Dudosa	36 - 60	Aguas moderadamente contaminadas	
IV	Critica	16 - 35	Aguas muy contaminadas	
V	Muy Crítica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	

Fuente (Herrera S, Josefina M, 2005)

Al recolectar macroinvertebrados, se tiene una visión clara de las características reales de un universo de organismos que habitan el curso de agua, para esto se toma muestras de

macroinvertebrados en uno o varios puntos específicos que después de un análisis estadístico y análisis biótico se obtiene resultados sobre la diversidad biológica relacionada con la calidad del agua. Al momento de diseñar el plan de recolección de macroinvertebrados se debe tomar en cuenta la distribución geográfica de las comunidades de organismos de acuerdo a las características de su hábitat, debiendo tomarse una cantidad de muestras considerables y anticipar un error en el muestreo que sea aceptable y que validen el estudio. (Maroñas, *et al*, 2010)

Al momento de escoger los sitio para la recolección de macroinvertebrados se toma en cuenta que las condiciones ambientales deben ser similares en los puntos de muestreo, se recomienda realizar un muestreo estratificado es decir separa el curso del río en tramos iguales y bajo criterios establecidos previamente determinar puntos de recolección, los datos obtenidos se analizarán de acuerdo a los criterios establecidos.

Para analizar estos datos se grafica los valores obtenidos donde se conoce la distribución de frecuencia de los organismos encontrados al darle un valor numérico. (Maroñas, et al, 2010)

Al hablar de comunidad de organismos nos referimos a la cantidad de distintas especies que viven juntas en un lugar determinado por un periodo de tiempo, destacando tres aspectos importantes de la organización ecológica.

Diversidad específica.- Se refiere al número de especies que integran esa comunidad.

Abundancia relativa. Es el número de organismos de una especie encontradas con relación al número total de individuos de la misma especie que se estima pueden habitar en ese espacio de la comunidad.

Diversidad. Se refiere a la riqueza de organismos sin tener en cuenta el tamaño de su hábitat dentro de la comunidad. (Maroñas, et al, 2010)

En este estudio nos centraremos en la identificación de macroinvertebrados bentónicos que viven en el fondo y son organismos que se encuentra en todos los hábitats de un cuerpo de agua, pues en el medio acuático existen diversos estratos con sus respectivas especies habitando en ella. (Monzón C, 2010)

Los organismos bentónicos son aquellos que viven bajo el agua, estos son invertebrados que se pueden ver a simple vista y su tamaño varía entre 0,3mm y 0,5mm, en este grupo podemos encontrar insectos, arácnidos, crustáceos, oligoquetos y moluscos especialmente en su forma larvaria.

Los macroinvertebrados bentónicos cumplen con todas las cualidades de un organismo bioindicador de la calidad del agua, ya que están ampliamente distribuidas en la cadena trófica y reaccionan a cualquier alteración ya sea en la composición fisicoquímica del agua como a un cambio en las condiciones hidromofológicas en relación a la alteración del cauce del rio, aumento o disminución del caudal, acumulación de sedimentos y materia orgánica. (Alba J, Pardo I, 2005)

Normativa para aguas de uso recreacional.

La norma ambiental de aplicación nacional para descarga en afluentes, establece los límites máximos permisibles y monitoreo de las concentraciones de los parámetros físicos, químicos y biológicos. Además dentro de la normativa vigente específicamente en el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) se establecen funciones, responsabilidades y competencias de los Gobiernos Descentralizados, para orientar sus políticas de desarrollo a la conservación del ambiente dentro de sus jurisdicciones.

Siendo responsabilidad de los mismos prevenir, mitigar y remediar cualquier alteración a las cuencas hídricas debiendo desarrollar estudios ambientales para conocer las características actuales del agua de sus ríos y tomar las medidas correspondientes. (COOTAD, 2010)

Los parámetros que se estudian se compararon con los límites máximos permisibles para aguas de uso recreacional establecidos en Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), en la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua, en la tabla de Criterios de Calidad de Aguas para aguas con fines recreativos mediante contacto primario.

Para enmarcar el estudio de la calidad del agua del río Misahuallí para uso recreacional dentro de la normativa ambiental vigente, se investigó las leyes promovidas por la Organización Mundial de la Salud, Asamblea Nacional, la normativa ambiental que rige lo referente a la contaminación del agua, encontrando lo siguiente:

Cito textualmente

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

Los reglamentos que regulan, controlan y previenen la contaminación ambiental a nivel local se encuentran en el COOTAD, teniendo así lo siguiente:

Son funciones del gobierno autónomo descentralizado municipal las siguientes:

Regular, prevenir y controlar la contaminación ambiental en el territorio cantonal de manera articulada con las políticas ambientales nacionales. (COOTAD, 2010)

Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal.- Los gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley: Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley; (COOTAD, 2010)

Recurso hídrico se consideran los siguientes elementos naturales.

Ríos, lagos, lagunas, humedales, manantiales, glaciares, caídas de agua, acuíferos, mantos freáticos, embalses artificiales, riberas de ríos, esteros, cuerpos de agua, microcuencas hidrográficas.

El aprovechamiento, modificación o alteración solo se puede hacer previa autorización de la Autoridad Única de Agua con la Autoridad Ambiental Nacional. (Ley Orgánica de los recursos hídricos, 2009)

Las disposiciones realizadas en la revisión y actualización de la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes en el recurso agua son de carácter obligatorio y aplicación nacional, donde se establecen los principios básicos de contaminación del agua y los términos importantes para criterios de calidad y límites permisibles de parámetros medibles en la calidad del agua para los distintos usos de acuerdo a su clasificación.

Esta norma tiene por objetivo la prevención control y conservación del recurso agua. (TULSMA, libro VI, 2012)

El proceso de monitoreo de la calidad de agua de un río trata de recoger información relevante sobre las condiciones de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua en un momento determinado.

En esta norma se establece clasificaciones según el uso teniendo así una clasificación del agua para el uso recreativo donde se establecen los parámetros físicos químicos y biológicos que el

agua debe cumplir para este uso que se clasifica en dos subcategorías siendo la subcategoría de contacto primario referida a la práctica de natación, buceo y baños medicinales, en la cual nos enfocaremos pues está más apegada a la realidad del uso que se le da al agua en la zona de estudio.

Cuadro 3. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua.

CRITERIO DE CALIDAD DE AGUAS PARA FINES RECREATIVOS DE CONTACTO PRIMARIO			
PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Parásitos Nematodos Intestinales			Ausencia
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	200
Coliformes Totales	NMP	NMP/100ml	2000
Compuestos fenólicos	Fenol		0,002
Grasas y aceites	Película visible		Ausencia
Material Flotante	Visible		Ausencia
Oxígeno Disuelto	OD	mg/l	> 6mg/L - > 80% OD Sat.
Ph	Ph		6,5 - 8,3
Relación Nitrógeno-Fósforo Orgánico			15:01
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
La visibilidad al disco secchi será por lo menos 2m de profundidad			

Fuente: (TULSMA, libro VI, 2012)

Parámetros físicos, químicos y biológicos del agua.

En los laboratorios se analiza parámetros como: grasas y aceites, material flotante, oxígeno disuelto y potencial de hidrógeno algunos parámetros pueden ser analizados hasta dos días luego de ser tomada la muestra, cuando esta se ha conservado fría.

La información referente al método de análisis en el laboratorio y técnicas utilizadas se encuentran en la base de datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

El olor del agua y la temperatura.- Son parámetros físicos importantes las altas temperaturas afectan la cantidad de oxígeno disuelto en el agua y el proceso de la fotosíntesis de las plantas y organismos acuáticos, el mal olor en el agua proviene de la descomposición de la materia orgánica y sedimentos arrastrados por la corriente. (Quezada P, 2010)

La turbidez.- Se refiere a la cantidad de materia orgánica y coloidal en suspensión que proviene de los microorganismos, erosión de la tierra y brotes de algas.

Parásitos nematodos intestinales.- Los parásitos intestinales del filum de los nemátoda, conocidos como gusanos redondos son acuáticos pero también habitan en el suelo parasitando animales, plantas y el hombre un grupo pequeño de este filum, provoca enfermedades como ascariasis, triquinosis, filariasis. (Quezada P, 2010)

Coliformes fecales y coliformes totales.- La Echerichia coli es una bacteria que causa diarrea e infecciones intestinales al beber agua contaminada con excremento humano, es importante para determinar la calidad del agua ya que se demuestra que es bacteriológicamente segura, la bacteria se encuentra en la superficie del agua o en el fondo en la materia orgánica en descomposición. (Quezada P, 2010)

Compuestos fenólicos.- Son productos secundarios del metabolismo de las plantas, hay desde compuestos solubles en agua hasta polímeros insolubles, que tienen una multitud de funciones que van desde defensa para herbívoros y patógenos, a atraer insectos polinizadores y compuestos alelopáticos que inhiben el desarrollo de las plantas alrededor.

Grasas y aceites.- Restos visibles a simple vista en forma de una fina película flotante típica de las grasas y aceites en la superficie del agua. (Quezada P, 2010)

Material flotante.- Es cualquier material que sea visible a simple vista y se encuentre flotando en la superficie del agua. (Quezada P, 2010)

Oxígeno disuelto.- Es indispensable para los organismos vivos exceptuando las plantas y algas acuáticas que producen oxígeno, este varía en su concentración a lo largo de un curso de agua por el constante golpe con las rocas y su concentración determina la cantidad y variedad de organismos que pueden vivir en ese medio. (Quezada P, 2010)

Potencial de Hidrógeno.- La escala de pH mide la actividad de los iones de hidrógeno en una muestra de agua, la escala va desde 0 a 14, siendo siete como neutro, bajo siete ácido y sobre siete básico, oscilando entre 6,5 -8,2 los niveles óptimos para el desarrollo de los organismos.

Relación nitrógeno-fosforo orgánico.- La concentración del fósforo y el nitrógeno en el agua es muy importante por el papel que cumplen estos elementos en el ciclo biogénicos de los organismos acuáticos ya sean animales o vegetales. (Quezada P, 2010)

Nitratos.- Son compuestos de nitrógeno que proviene de fertilizantes, desechos y descomposición de materia orgánica que al actuar como nutriente para las plantas y algas y micro organismos causan efectos en la calidad del agua pudiendo ocasionar eutrofización en el medio acuático según las condiciones.

Fosfatos.- Se encuentran de forma natural en la tierra y también son usados como fertilizantes, detergente y jabones que por la escorrentía y descargas puntuales van a parar en los cuerpos de agua, la acumulación excesiva puede causar eutrofización. (Quezada P, 2010)

Tensoactivos.- Los compuestos tensoactivos son un contaminante cuyo origen es la industria donde son utilizados como un emulsionante para ayudar a mantener una mezcla de productos, se usan los detergentes, jabones en productos cosméticos en el medio ambiente forman una película en la superficie del agua y en concentraciones altas espuma, esta espuma al estar en contacto con una pared celular o membrana celular cambia el funcionamiento de la célula, produce espasmos y movimientos involuntarios en organismos acuáticos y afecta del desarrollo de las plantas, uno de los efectos positivos de los tensoactivos en el medio ambiente en que ayudan en la remediación de suelos contaminados con plomo y pesticidas en la tierra.(Yurley Y, Orosco L 2012)

Enfermedades relacionadas con el agua.

En el agua superficial o cursos de ríos tiende a acumularse todos los residuos y descargas de las actividades humanas lo que ocasiona un problema grave de contaminación al contener sustancias que alteran el medio acuático y producen enfermedades en el hombre. Las personas interactúan con el ambiente que los rodea y cambian las características ecológicas naturales. (Bofill-Mass, 2005)

En las heces humanas las personas excretan millones de microorganismos que pueden potencialmente producir una enfermedad en una persona inmunodeficiente, estas enfermedades pueden ser por ejemplo: Hepatitis A y B, gastroenteritis, diarrea infecciones oculares y hongos en la piel. (Bofill-Mass, 2005)

En el agua podemos encontrar viviendo organismos que producen afecciones a las personas estas van desde un resfriado común a enfermedades como la hepatitis Ay B, estas enfermedades afectan a las personas en varias zonas: la piel, vías respiratorias y vía digestiva.

Resfriado común.- Se da cuando el sistema inmunológico de una persona se encuentra se encuentra mermado y la persona es más susceptible a contraer el rinovirus o coronavirus que son los causantes del resfriado común cuyos principales síntomas son dolor de garganta, lagrimeo, fluido nasal, dolor de cabeza, estos síntomas se mantienen de tres a siete días y su tratamiento es con medicamentos de venta libre. (Bofill-Mass, 2005)

Diarrea y gastroenteritis.- Son causadas por diferentes rotavirus presentes en el agua estancada o contaminada, causando un exceso en el flujo y el volumen de las deposiciones de una persona provocando deshidratación, perdida de sales minerales, electrolitos y nutrientes esto viene acompañado de dolores abdominales, fiebres, náuseas y vomito. (Bofill-Mass, 2005)

Tiña.- Es causada por un hongo llamado dermatofito **tinea** (tinea corporis), que se alimenta de la queratina causando una decoloración de la piel y en casos extremos inflamaciones.

Hepatitis A y B.- La hepatitis A y B son producidas por un virus hepatótropo que generalmente se encuentran en aguas residuales contaminadas, verduras y tierra contaminada, también puede producirse por la ingesta excesiva de bebidas alcohólicas, el virus produce daño en el hígado, cirrosis y fallas hepáticas. (Bofill-Mass, 2005)

Etas son las enfermedades que se han tomado como referencia para realizar el estudio, no se descarta que en el desarrollo y aplicación de encuestas a la población que vive en la zona de influencia directa o utiliza el río para recreación puedan o no presentar otras enfermedades.

Capítulo III

3. Materiales y métodos

3.1 Localización y duración del experimento.

La zona de estudio es el río Misahuallí en su curso, Norte – Sur, por la margen derecha de la cuidad de Archidona con una distancia aproximada de cinco km de recorrido del curso del río.

Se eligieron estos puntos para iniciar y terminar el estudio con el objetivo de tener una referencia de la calidad de agua que ingresa a la ciudad de Archidona y la calidad de agua que sale de la ciudad, enfocándonos principalmente en los balnearios el Capoa y Sinchi sacha que son los más visitados para recreación de las personas.

Para facilitar el estudio del curso del río Misahuallí se realizó un muestreo por estratos determinando los puntos de recolecciones futuras para muestras de macroinvertebrados, muestras de agua para análisis de parámetros físicos químicos y biológicos.

En el estudio las coordenadas están geo referenciadas en el sistema UTM18, Datum WGS-84.

Cuadro 4. Coordenadas del punto inicial y final del estudio.

Inicio	Final
Puente vía comunidad Batancocha.	Bajo el puente vía Cantón Tena.
188087 9901236 593 msnm	186365 9897797 536 msnm

Cuadro 5. Puntos de recolección de macroinvertebrados.

PUNTOS DE RECOLECCIÓN DE MACROINVERTEBRADOS

PUNTO	ALTURA msnm	COORDENADAS X	Y
Puente vía Batancocha	593	188017	9901236
Balneario el Capoa	564	187451	9900010
Balneario Sinchi Sacha	554	186328	9899526
Desvío Inchillaqui	541	186370	9898325
Puente vía Tena	536	186362	9897792

Cuadro 6. Puntos de recolección de muestras de agua.

PUNTOS DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE AGUA PARA ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y BIOLÓGICO

PUNTO	ALTURA msnm	COORDENADAS X	Y
Puente vía Batancocha	593	188017	9901236
Balneario el Capoa	564	187451	9900010
Balneario Sinchi Sacha	554	186328	9899526
Desvío Inchillaqui	541	186370	9898325
Puente vía Tena	536	186362	9897792

Figura 2. Imagen del cantón Archidona con puntos inicial, final y de recoleccion de macroinvertebrados y muestras de agua.

Fuente: Google Earth.

3.2 Condiciones meteorológicas.

El cantón Archidona tiene una superficie de 3029km^2, está ubicada a una altitud de 577 msnm en el centro sur de la provincia, su temperatura promedio es de 25ºC, su precipitación promedio anual 3780 mm, siendo un clima cálido-húmedo por la presencia de la selva lo que mantiene una humedad relativa alta. (GADMA, PDOT, 2015)

Orografía.

Cerca y alrededor de la ciudad de Archidona existen elevaciones menores y las estribaciones de la cordillera de los andes.

Flora y fauna

La fauna representativa son las mariposas, loros, papagayos, tucanes y gran variedad de insectos, Archidona posee una flora muy diversa tenemos desde orquídeas, plantas medicinales, frutales hasta un exuberante bosque tropical húmedo que rodea la ciudad. (GADMA, PDOT, 2015)

Cuadro 7. Flora existente en el cantón Archidona.

FLORA

ESPECIES FORESTALES	
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Caoba	Sweietenia macrophylla
Cedro	Cedrela odorata
Guayacán	Tabebuia guayacán
Cedro espino	Bombacopsis quinata
Amarillo	Terminalia amazonia
Laurel	Cordia alliodora
Bateo	Carapa guianeneis
Ishpingo.	Amburana cearensis.
Balsa	Ochroma pyramidale
ESPECIES DE CULTIVO	
Platano	Musa paradiciaca
Yuca	Manihot esculenta
Chonta	Bactris gasipaes
Maiz	Sea mayz
Papaya	Carica papaya
Naranjilla	Solanum quitoense
Limón	Citrux limon

Cuadro 8. Fauna existente en el cantón Archidona.

FAUNA		
ANIMAL	NOBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
MAMIFEROS	Guatusa	Dasyprocta punctata
	Rata de monte	Rattus norvegicus
AVES	Pecho amarillo	Pitangus sulphuratus
	Azulejo	Sialia currucoides
	Colibri	Mellisuga helenae
PECES	Carachama	Pseudorinelepis genibarbis
	Sardina	Sardinops sagax
	Boca chico	Prochilodus magdalenae
REPTILES	Boa	Boa constrictor
	Serpiente X	Bothrops atrox
	Lagartija	Teius teyou
ANFIBIOS	Sapo	Bufo bufo
	Rana	Pelophylax perezi
INSECTOS	Araña	Pholcus phalangioides
	Tabano	Hybomitra micans
	Mosquito	Aedes aegypti

3.3 Materiales y equipos.

A continuación se dan a conocer los diferentes materiales y recursos utilizados para realizar este estudio de tesis.

Cuadro 9. Materiales de oficina, campo y laboratorio utilizados en la evaluación calidad de agua del río Misahuallí.

OFICINA	CAMPO	LABORATORIO
Resma de papel	Libreta	Lupa
Esféros	GPS	Pinza
Internet	Disco Secchi	Guantes
Computadora	Cámara	Alcohol Antiséptico
Libros	Flexómetro	Recipientes
Revistas	Red de nylon	Papel filtro
		Probeta
		Balón Volumétrico
		Frasco lavador
		Incubadora
		Multiparamétrico Hq 40d
		Sondas
		Espectrofotómetro
		Celdillas
		Reactivo de fosfato (fosfato ácido de potasio)
		Cajas Petri
		Agar de bilis roja violeta

Metodología y aplicación de encuestas

Para calcular el número de encuestas a realizar y el error muestral se aplicó la siguiente formula.

Cuadro 10. Fórmula para calcular la muestra y el error muestral.

Cálculo de la muestra.

$$\frac{N * (\alpha_c * 0{,}5)^2}{1 + (e^2 * (N - 1))}$$

Cálculo del error muestral

$$e = \alpha_c * \sqrt{\frac{0{,}5^2}{n} * \frac{N - n}{N - 1}}$$

Fuente: Matue E. 2003.

Se investigaron métodos y técnicas de elaboración análisis e interpretación de encuestas que se desarrollaron y aplicaron consecuentemente, para conocer las afecciones que han tenido las personas que viven cerca del río Misahuallí y visitantes ocasionales, se determinaron objetivos precisos y alcanzables planificando los días de aplicación de la encuesta y el nivel de educación y la cultura de las personas que serán objeto de nuestro estudio, para poder formular las preguntas en una secuencia lógica, ordenada de manera clara, precisa y objetiva, evitando repetición en las preguntas y sin ser estas demasiado extensas.

Se debe redactar la encuesta con un mínimo de 6 preguntas de manera lógica evitando el (porqué), no se deben hacer preguntas negativas o influenciando una respuesta, sino más bien conseguir respuestas cerradas sobre un tema específico que previo análisis aporte significadamente al estudio y realizar inferencias al resto de la población, siendo esta técnica usada desde hace mucho tiempo atrás en la investigación empírica ya que podemos cuantificar los fenómenos sociales. (Arribas M, 2004)

Métodos, procesos y análisis de datos.

Para ayudarnos a analizar y comprender la información que se obtiene de un estudio y presentar los resultados de manera gráfica y ordenada utilizamos métodos estadísticos que validan la investigación, a continuación se detallan los métodos que se utilizan.

Estadística Descriptiva.- Es la primera etapa que se realiza en el análisis de la información mediante jerarquización, agrupación y relación de datos utilizando tablas, gráficos y resúmenes. (Herrera P, 2008)

Método hipotético-deductivo.- Es un método universalmente aplicable y reconocido, está basado en la observación de un problema, análisis de las probabilidades o características del problema, planteamiento de hipótesis que tiendan a explicar el problema que se está estudiando y experimentación que afirmará o refutará la hipótesis planteada, cuando el método es repetible varias veces y da una explicación clara y racional a inquietudes sobre fenómenos o relaciones causa-efecto de un fenómeno o problema se puede llegar a una ley. En este método es muy importante el aporte del investigador en su afán de conseguir resultados desarrollar hipótesis y asociar hechos aislados para encontrar relaciones entre las variables o fenómeno. (Herrera P, 2008)

Método Empírico Analítico.- Es un método muy usado hace mucho tiempo atrás en las ciencias sociales y naturales se basa en la experimentación lógica y empírica para aprender del éxito y los errores llevando a cabo pruebas de experimentación, modificando directa o indirectamente las variables para obtener resultados que pueden ser comparados con valores conocidos y así presentar en forma adecuada la información. (Herrera P, 2008)

Diagrama Causa-Efecto.- Es una técnica que se originó en el siglo XX para analizar los productos y servicios, se basa en la identificación de causas de un problema en específico

relacionando en forma de espina de pez el problema y pudiendo establecer categorías que causan el problema pudiendo tener varias causas en cada categoría.

El fin de esta técnica es ayudar a tener un enfoque más amplio del problema y mantener la información útil ordenada de forma lógica. (Casal E, 2000)

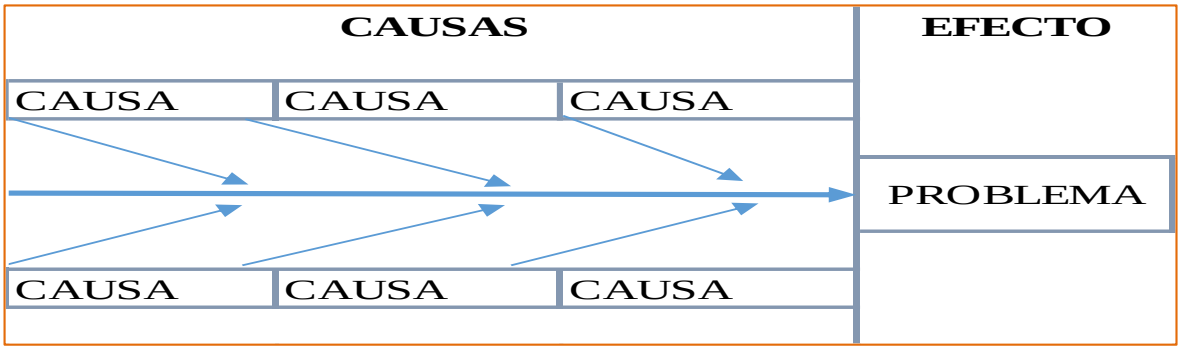


Figura 3. Esquema de diagrama causa-efecto (espina de pez).
Fuente: Diagrama de Ishikawa.

Diagrama de afinidad.- Es una técnica que se utiliza para organizar la información reunida en sesiones de lluvia de ideas con el fin de organizar de una manera lógica y consecuente los elementos de un estudio que están relacionadas entre sí, esta técnica se usa cuando el problema es muy grande o complejo y se necesita desglosar la información para entender de mejor manera el problema. (Casal E, 2000)

Evaluación de la calidad de agua del río Misahuallí.

El agua es fundamental para que exista la vida en cualquiera de sus formas conocidas, la calidad del agua condiciona la existencia de organismos diferentes resistentes a las condiciones del medio donde se desarrollan.

El tipo de uso que se le puede dar a este recurso bajo ciertos parámetros de calidad, se ven afectados cuando se degradan los recursos faunísticos o florísticos que estén directamente asociados o se introduce aguas residuales de las actividades humanas.

Para determinar la calidad del agua se basa en tres parámetros muy importantes.

Parámetros físicos. Representan las condiciones del agua al momento de tomar la muestra; tenemos: color, olor, temperatura, PH, conductividad eléctrica. (INEN, NTE, 2013)

Parámetros químicos. Dan una referencia de las condiciones químicas y los elementos que están mezclados con el agua; tenemos: DBO, DQO, sólidos en suspensión, grasas y aceites, metales pesados, fosfatos y nitratos.

Parámetros biológicos. El agua de uso humano debe estar bacteriológicamente libre de patógenos como Echerichia coli. (INEN, NTE, 2013)

Se consideran los organismos macroinvertebrados presentes en el agua para realizar el análisis de calidad de la misma por ser reconocidos como bioindicadores de la calidad del agua. (González G, 2014)

Para evaluar la calidad del agua se deben recolectar datos sobre las condiciones actuales de parámetros físicos, químicos y biológicos del agua, acompañado de un análisis de las condiciones de biodiversidad y distribución de los organismos macroinvertebrados conocidos como bioindicadores de la calidad de agua. (González G, 2014)

3.4 Factores de estudio.

Cuadro 11. Variables que intervienen en el estudio.

VARIABLES DEPENDIENTES
Características Químicas y biológicas del agua del río Misahuallí.
Distribución geográfica de las caracteristicas de las descargas puntuales y afluentes del río Misahuallí
Percepción de las personas que acuden al río sobre la calidad del agua y los efectos en sus salud
VARIABLE INDEPENDIENTE
Calidad del agua del río Misahuallí

3.4.1 Distribución geográfica, características de las descargas puntuales y afluentes del río Misahuallí.

Por observación directa mediante un recorrido en boya (flotador) por el curso del río se detectaron lugares donde se localizan descargas puntuales y descargas de afluentes al cuerpo principal de agua (río Misahuallí), se tomaron coordenadas GPS y se compararon resultados con los mapas de la Dirección de Planificación del Municipio de Archidona.

3.4.2 Características químicas y biológicas del agua del río Misahuallí.

3.4.2.1 Características químicas.

Para determinar las características químicas del agua del rio Misahuallí, se recolectaron muestras de agua en cinco puntos establecidos previamente para tener una perspectiva global del agua que ingresa a la ciudad y la calidad del agua que sale, estos puntos están ubicados en el puente de la vía a la comunidad Batancocha, Balneario el Capoa, Balneario Sinchi Saha, desvió a la comunidad Inchillaqui y en el puente vía Tena, algunos lugares de recolección de muestras de agua se tomaron por su cercanía a los balnearios el Capoa y Sinchi Sacha que son lugares de afluencia de personas para recrearse en las aguas del río. Las muestras de agua se recolectaron siguiendo las normas técnicas ecuatorianas para toma de muestras a una profundidad de 20 cm en lugares representativos y a una distancia de 50 metros de las descargas puntuales y afluentes, evitando que ingrese aire en la muestra de agua, que los envases estuvieran limpios sin líquidos o aceites, para luego refrigerar las muestras y transportarlas a los laboratorios de Ambiental y Biología de la Universidad Estatal Amazónica para los respectivos análisis. (Vázquez G, 2006)

Cuadro 12. Parámetros a analizarse en los laboratorios.

LABORATÓRIO AMBIENTAL	LABORATÓRIO BIOLOGÍA
OXIGENO DISUELTO	COLIFORMES TOTALES
POTENCIAL DE HIDROGENO	
CONDUTIVIDAD	
FOSFORO TOTAL	

La recolección se realizó en un periodo de tres meses, tomando una muestra mensual en Junio, en Julio y Agosto para tener un mejor perfil de la calidad del agua y en cumplimiento al cronograma establecido para el estudio.

Los métodos y técnicas que se usaron en los laboratorios para los distintos parámetros fueron:

Cuadro 13. Parámetros y técnicas de análisis usadas en el estudio.

PARÁMETRO	TÉCNICA / MÉTODO
Oxígeno Disuelto Potencial de Hidrógeno Conductividad Eléctrica	MULTIPARAMÉTRICO Hq 40d
Fósforo Total	Hach 10127
Coliformes Totales	Determinación de Coliformes totales por cuenta en placa

3.4.2.2 Características biológicas.

Las características biológicas del agua están determinadas por la presencia o ausencia de organismos unicelulares hasta macroinvertebrados y peces. (INEN, NTE, 2013)

En este estudio nos centraremos en determinar la existencia de Coliformes totales y la existencia de Macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua.

3.4.2.3 Coliformes totales: Para determinar su presencia o ausencia se recolectaron las muestras de agua en los lugares determinados, para analizarlas en el laboratorio de la Universidad Estatal Amazónica, mediante la técnica determinación de coliformes totales por cuenta en placa, que se basa en la dispersión natural de las colonias de bacterias coliformes para poder cultivarlas en un medio de agar bilis rojo violeta, incubando por 24 horas para realizar un conteo de las colonias presentes. (Bofill-Mas S, 2005)

3.4.2.3 Macroinvertebrados: Para la recolección de macroinvertebrados se utilizó la técnica "kick sampling" en la cual removemos el fondo del lecho del río y ubicamos una red de nylon muy fina de 300 micras para capturar los organismos que son preservados en una solución de alcohol para determinar el número de macroinvertebrados encontrados e identificar la familia a la que pertenecen**.**

Los lugares que se escogieron para realizar la recolección de macroinvertebrados deben cumplir con ciertas características específicas como:

- El sitio no debe ser un receptor natural de sedimentos o tener una capa espesa de los mismos, pues el exceso de sedimento dificulta el desarrollo de microorganismos que tienen ciclos de vida corto.
- El sitio debe ser representativo de las condiciones cercanas a donde se toma la muestra de macroinvertebrados.
- Los lugares de recolección deben estar a 50 metros de donde se realicen descargas puntuales de agua para tener homogeneidad en las muestras.

Luego se realiza un análisis de la información aplicando índices biológicos de la calidad de agua para relacionar el número, tipo y distribución de macroinvertebrados identificados con las condiciones que necesitan para desarrollarse, esto nos da una perspectiva de la calidad del agua en el sitio en un periodo corto de tiempo. (Mateu E, 2003)

3.4.3 Percepción de las personas que acuden al río Misahuallí sobre la calidad del agua y los efectos en su salud.

Para despejar esta incógnita se elaboró una encuesta teniendo en cuenta el nivel de educación y cultura de las personas a quienes fue dirigida, para formular preguntas fáciles de entender, en orden lógico y que el objetivo de su formulación ayude a cuantificar la percepción que tienen las personas sobre la calidad del agua del río Misahuallí y los efectos en su salud.

La encuesta consta de siete preguntas cerradas, se la aplicó a las personas que visitan el río para recreación (bañarse, nadar, jugar en el agua) y a las personas que habitan cerca a una distancia de 100 m a cada margen del río en el área de estudio, para tener una perspectiva real de los cambios que han visto estas personas a lo largo del tiempo en la calidad del agua del río y los efectos en su salud. (Apéndice 1)

3.4.4 Evaluación de la calidad del agua del río Misahuallí.

Para determinar la calidad actual del agua del río Misahuallí se compararon los resultados obtenidos en los análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos con la normativa ambiental vigente de límites máximos permisibles para aguas de uso recreacional de parámetros como: oxígeno disuelto, potencial de hidrogeno, Coliformes totales, conductividad y fosfatos, ya que estos parámetros reflejan si los niveles bio-ecológicos en el agua son aceptables.

Las muestras que se recolectaron de macroinvertebrados se las estudiaron como bioindicadores de la calidad del agua y la distribución espacial de los organismos macroinvertebrados a lo largo del curso del río en la zona de estudio, que son una muestra clara de la calidad del agua. (Vázquez G, 2006)

3.5 Metodología de recolección de datos.

Para lograr obtener resultados se recolectaron muestras de agua del rio Misahuallí y muestras de macroinvertebrados para analizarlos como bioindicadores de la calidad de agua.

A las muestras de agua se les realizo un análisis de: Oxígeno disuelto, potencial de hidrogeno, Conductividad eléctrica, Fosforo total y Coliformes totales. Se aplicaron encuestas cerradas para conocer los efectos sobre la salud por usar el agua del río Misahuallí.

3.5.1 Diagrama de afinidad.

Es una forma de organizar la información reunida en sesiones de lluvia de ideas. Se utilizó esta técnica para reunir hechos, opiniones e ideas sobre cuestiones o putos de análisis que se encuentran desorganizados y tienen referencias en común, con el objetivo de mejorar la comprensión de lo que se está estudiando.

3.5.2 Multiparamétrico Hq 40d para medir parámetro en el campo.

Para recolectar información en el laboratorio de la Universidad Estatal Amazónica sobre los parámetros físicos del agua del río Misahuallí en la zona de estudio, se utilizó el equipo Multiparamétrico Hq 40d el mismo que se conecta con sondas inteligentes que determinan automáticamente el parámetro de prueba: oxígeno disuelto, potencial de hidrogeno y conductividad eléctrica.

Figura 4. Multiparamétrico hq 40d, para medir parámetros físicos y químicos
Fuente: Hach products. Com

3.5.3 Método Hach 10127, (fosforo total)

Este método de laboratorio se utilizó para los niveles de fosforo total presentes en las muestras de agua. Se filtró 10 ml de muestra de agua, se colocó en una celdilla, se agregó un sobrecito de **persulfato potásico** y se agita durante 30 segundos para que la solución sea homogénea, después la muestra se torna de color azul y se la introduce en el Espectrofotómetro donde se realiza la medición. (Hach, Meth, 10127)

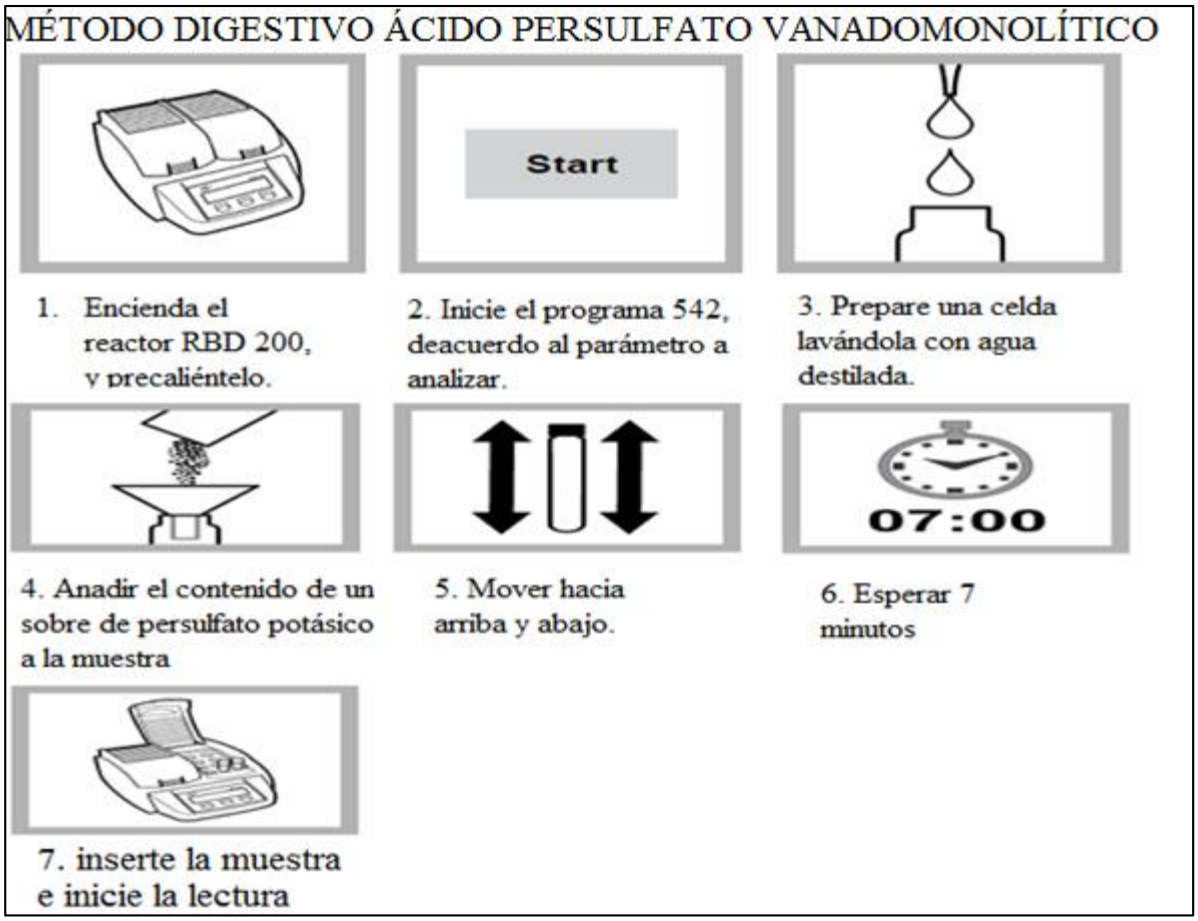


Figura 5. Método Hach 10127 para determinación de fosforo total en muestras de agua. Fuente: Hach Company, Phosphorus, Total. Method 10127. Año 2014.

3.5.4 Determinación de Coliformes totales por cuenta en placa

Esta técnica se utilizó para determinar la presencia de coliformes totales en las muestras de agua, se basa principalmente en el hecho de que las bacterias coliformes son resistentes al acido producido por la fermentación de la lactosa cuando se desarrollan en agar bilis rojo violeta (ABRV), un medio apto para la maduración de las colonias de bacterias coliformes.

Este método consiste en homogenizar las muestras y colocar 10 ml de la muestra de agua en una caja pétri, luego colocar de 15 a 20 ml de agar bilis rojo violeta en forma líquida en la muestra y suavemente mover de derecha a izquierda para conseguir que se forme una película

uniforme y se solidifique, entonces se coloca de forma invertida en la incubadora por 24 horas a 37 ºC. (Vásquez G, 2006)

Después se retira de la incubadora para realizar un conteo de las colonias presentes, este método se fundamenta en la dispersión y separación natural entre colonias.

A continuación una ilustración del proceso.

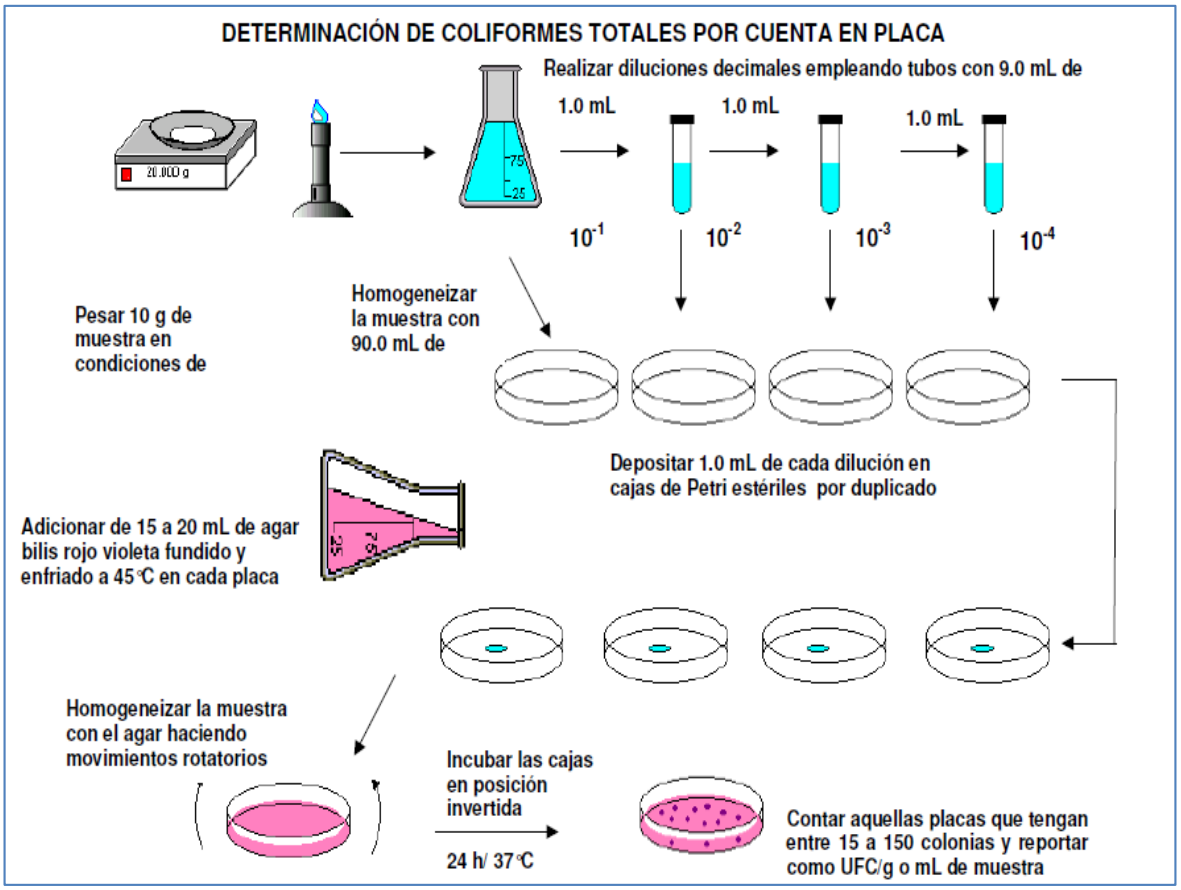


Figura 6. Técnica para el Análisis Microbiológico de Coliformes totales.
Fuente: Vásquez G, 2006

3.5.5 Técnica Kick sampling

Esta es una técnica de recolección de macroinvertebrados en lugares poco profundos, consiste en sumergir un red de nylon hasta el fondo de piedra en un lugar donde se pueda remover el fondo río arriba con el fin de atrapar los macroinvertebrados en la red, se preservan los organismos en una solución de alcohol antiséptico para ser identificados y analizados en el laboratorio. (Mateu E, 2003)

3.5.6 Encuesta

Para recolectar datos sobre las afecciones en la salud de las personas que usan el agua para uso recreacional, se elaboró una encuesta con siete preguntas cerradas que siguen un orden lógico y que son fáciles de entender para todas las personas independientemente del nivel de educación que tengan. (Alainos Ch, 2006)

Apéndice 1. Encuesta socioeconómica aplicada para conocer la perspectiva de las personas sobre la calidad de agua del río Misahuallí y efectos en su salud.

ENCUESTA PARA DETERMINAR AFECCIONES A LA SALUD RELACIONADAS CON EL AGUA DEL RIO MISAHUALLI

Número de muestras **60**

1. ¿VISITA USTED REGULARMENTE EL RIO MISAHUALLI?

SI NO

Cada dia

Cada semana

Cada mes

2. ¿CONOCE USTED LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO MISAHUALLÍ?

SI NO

3. ¿CUANDO HA VISITADO EL RIO USTED A TENIDO ALGUNA REACCION ADVERSA EN SU SALUD?

SI NO

4. ¿QUE TIPO DE PROBLEMAS HA SUFRIDO EN SU SALUD LUEGO DE VISITAR EL RIO?

Cutáneos

Respiratorios

Alergicos

Digestivos

Especifique: Las afecciones mas frecuentes son hongos en la piel, comezón y enrogecimiento.

5. ¿CUANTOS DIAS DESPUES DE VISITAR EL RIO USTED HA SUFRIDO ALGUNA REACCIÓN EN SU SALUD?

1 día

2 días

5 días

7 días

Mas de 7 dias

6. ¿CONOCE A ALGUIEN QUE HA SUFRIDO UNO DE LOS MENCIONADOS PROBLEMAS DE SALUD LUEGO DE HABER VISITADO EL RIO MISAHUALLLI?

SI NO

7. ¿CREE USTED QUE LAS AFECCIONES QUE SUFRIO ESTAN RELACIONADAS CON EL AGUA DEL RIO MISAHUALLI?

SI NO

EXISTEN REGISTROS FISICOS DEL LEVANTAMIENTO DE LA ENCUESTA

3.5.7 Medición de caudales en ríos y canales.

Método del cubo

Es un método sencillo para medir caudales muy pequeños de menos de 5 l/s con gran precisión.

Método del flotador

Con este método se miden caudales de pequeños a grandes con mediana exactitud. Conviene emplearlo más en arroyos de agua tranquila y durante períodos de buen tiempo, porque si hay mucho viento y se altera la superficie del agua, el flotador puede no moverse a la velocidad normal. (Bustamante O, 2006)

Dónde tomar las medidas para calcular del caudal.

Busque un tramo de arroyo recto en una distancia de por lo menos 20 metros. Trate de encontrar un lugar de agua tranquila y sin plantas, de modo que el flotador se mueva fácilmente. Márquelo con estacas en para medir el recorrido. (Bustamante O, 2006)

Cálculo de caudales.

Cuadro 14. Fórmula de cálculo de caudal en ríos.

$$Q = A * v \ (0{,}66)$$

Donde: Q = Caudal o Gasto (m3/s)
A = Área de la sección transversal (m2)
v = Velocidad media del agua en el punto (m/s)

Fuente: (Bustamante O, 2006)

Cuadro 15. Calculo del caudal por método del cubo.

$$Q = C / T$$

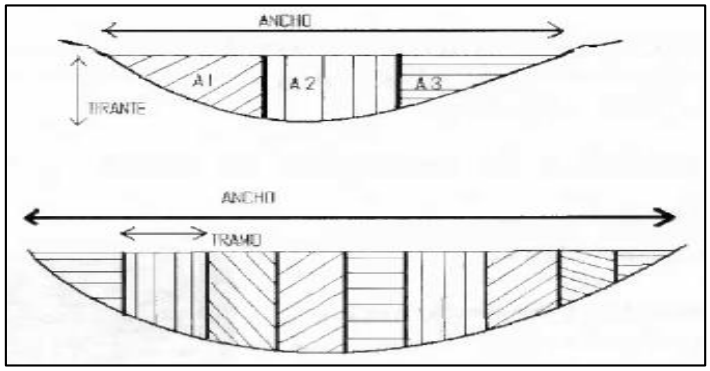
DONDE
Q= Caudal
C= Capacidad del recipiente
T= Tiempo

Fuente: (Bustamante O, 2006)

Cálculo del área en ríos.

Cuando el río es de dimensiones considerables se divide el ancho en secciones para facilitar las mediciones. AT= A1+A2+A3

Cuadro 16. Calculo del área en ríos y canales.



Fuente: (Bustamante O, 2006)

Cálculo de la velocidad

Cuadro 17. Cálculo de la velocidad

$$v = e/t$$

Donde: v: es la velocidad en m / s
e: espacio recorrido en m del flotador
t: tiempo en segundos del recorrido por el flotador

Fuente: (Bustamante O, 2006)

Calculo de caudal en canales revestidos.

Cuadro 18. Calculo del caudal en canales revestidos.

Q = A * v (0.99)	canal revestido

Fuente: (Bustamante O, 2006)

3.5.8 Métodos de análisis de la información

3.5.8.1 Estadística Descriptiva

Proporciona las herramientas para organizar, simplificar, representar y resumir la información básica a partir de un conjunto de datos, para tomar decisiones efectivas.

Se utilizó estadística para representar gráficamente los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio de los parámetros físicos, químicos y biológicos de las muestras de agua recolectadas entendiendo sus relaciones y facilitando su comprensión.

En el análisis de los macroinvertebrados recolectados en el río Misahuallí se puede interpretar la distribución y concentración de los organismos en la zona de estudio, así se facilita correlacionarla con la calidad del agua en los puntos de muestreo. (Giacometti V, 2006)

La estadística descriptiva se utilizó para interpretar y entender los resultados que se obtuvieron luego de la aplicación de la encuentra socio-sanitaria y facilitar su presentación gráficamente.

3.5.8.2 Métodos matriciales

Los métodos matriciales son técnicas bidimensionales que relacionan acciones con factores ambientales. Los métodos matriciales, también denominados matrices interactivas causa-efecto, fueron los primeros en ser desarrollados para la Evaluación de Impacto Ambiental. (Herrera P, 2008).

Para este estudio se utilizó la matriz de identificación de impactos ambientales, donde se identificó la intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad del impacto que se produce y se lo cuantificó de acuerdo a valores establecidos. (Herrera P, 2008)

3.5.8.3 Método hipotético-deductivo

El método hipotético-deductivo tiene varios pasos esenciales: observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias más elementales que la propia hipótesis y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia. (Herrera P, 2008)

3.5.8.4 Método empírico-analítico

Es un modelo de investigación científica, que se basa en la experimentación y la lógica junto a la observación de fenómenos y análisis estadístico. Es el método más usado en el campo pues se basa en la observación lógica de un fenómeno y las repercusiones que puede tener. (Arribas M, 2004)

3.5.8.5 Diagrama de afinidad.

Se usó este tipo de método de análisis para facilitar la comprensión de la información organizándola de manera común según sea el caso. (Arribas M, 2004)

3.6 Variables.

Las variables que intervienen en el estudio se han organizado de manera lógica para ser fácilmente organizada y presentada.

3.6.1 Identificación y caracterización de descargas puntuales y afluentes del río Misahuallí.

3.6.2 Niveles de concentración de parámetros físicos, químicos y biológicos del agua del río Misahuallí.

3.6.3 Tipo, cantidad y distribución de macro invertebrados en las aguas del río Misahuallí.

3.6.4 Análisis de los datos obtenidos de los parámetros físicos, químicos y biológicos, y macro invertebrados como indicadores de la calidad del agua, en relación al cumplimiento de la normativa ambiental para uso recreacional del agua.

3.6.5 Afecciones producidas por contacto directo con las aguas del río Misahuallí en las personas.

3.6.6 Evaluación de la calidad del agua del rio Misahuallí para uso recreacional, en función de los resultados obtenidos.

3.7 Manejo del experimento.

Para lograr cumplir con los objetivos planteados en el estudio, se realizaron secuencialmente los siguientes pasos.

3.7.1 Establecer un cronograma de actividades necesarias para realizar el estudio.

3.7.2 Recorrer el curso del río Misahuallí identificando las descargas puntuales y afluentes.

3.7.3 Identificar puntos estratégicos para la recolección de muestras de agua y macro invertebrados.

3.7.4 Recolectar muestras de agua y enviarlas al laboratorio para un análisis físico, químico y biológico.

3.7.5 Recolectar muestra de macro invertebrados y llevarlas al laboratorio de la Universidad Estatal Amazónica para un análisis del tipo y cantidad de macro invertebrados existentes.

3.7.6 Analizar los datos obtenidos sobre parámetros físicos, químicos y biológicos en cumplimiento con la legislación ambiental para uso recreacional del agua.

3.7.7 Analizar los datos obtenidos sobre macro invertebrados existentes en el agua del río Misahuallí, como bio-indicadores de la calidad del agua.

3.7.8 Elaborar y aplicar una encuesta a los habitantes del área de influencia y personas que usan frecuentemente el agua del río Misahuallí, sobre afecciones por contacto con la misma.

3.7.9 Analizar los datos obtenidos a través de las encuestas.

3.7.10 Evaluar la calidad del agua en función de los resultados obtenidos.

3.7.11 Redacción final.

3.8 Análisis económico de los gastos en el estudio.

Para realizar todas las actividades necesarias se utilizaron materiales, insumos, transporte, alimentación, impresiones, anillados, empastados que representan un gasto económico.

Cuadro 19. Análisis económico de gastos en el estudio de la calidad de agua del rio Misahuallí.

ANÁLISIS ECONÓMICO DE GASTOS PARA EL ESTUDIO DE TESIS

GASTOS		UNIDAD	VALOR	TOTAL
ANÁLISIS LABORATORIO	Reactivos, análisis físico, químico, biológico y macroinvertebrados		1000	1000
IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS	Identficarorganismos macroinvertebrados presentes en el agua		200	200
APLICACIÓN DE ENCUESTAS	Aplicar encuestas en lugares estrategicos		200	200
TRANSPORTE	Tena-Puyo_ Puyo-Tena	60 viajes	300	300
	movilizacion interna		15	15
ALIMENTACION	Almuerzos	40	2,75	110
	Refrigerios	25	1.5	37,5
MATERIALES	Frascos, alcohol, red, pilola, pinzas, guantes, resma de papel, tinta de impresión.		25	25
AYUDANTE	Ayuda en localizacion de descargas y afluentes, y recoleccion de macroinverterados		40	40
IMPRESIONES	7 anillados 4 empastados 1419 impresiones		320	320
				2247,5

Capitulo IV

4 Resultados Experimentales.

4.1 Datos sobre presencia de afluentes y descargas puntuales en el curso del río Misahuallí.

En el estudio se encontraron tres afluentes y cuatro descargas puntuales que vierten sus aguas en el río Misahuallí.

4.1.1 Identificación de descargas puntuales en el río Misahuallí.

Se identificaron varios lugares donde existen descargas puntuales de agua y afluentes naturales permanentes que vierten sus aguas en el río Misahuallí. En la siguiente ilustración se muestran dos descargas con el número 3, esto se debe a que las aguas de las descargas son vertidas atrás del estadio Aurelio Espinoza y son conducidas por un canal abierto.

Figura 7. Descargas puntuales de agua al curso del río Misahuallí.
Fuente: Google Earth, Archidona, Napo, Ecuador, 2015.

Los puntos de geo referencia fueron tomados en el sistema UTM18, Datum WGS-84.

Cuadro 20. Identificación de afluentes y descargas.

IDENTIFICACIÓN DE AFLUENTES Y DESCARGAS

	VERTIDO	COORDENADAS X	COORDENADAS Y	CAUDAL
AFLUENTES	Río Punio	186209	9899544	6,4 m3/s
	Río Inchillaqui	186365	9898600	27,7 m3/s
	Río Ayapata	186396	9898067	0,7 m3/s
DESCARGAS	D1, Capoa	187480	9900029	0,03 m3/s
	D 2 Capoa bajo	187206	9899784	0,004 m3/s
	D 3 Estadio A.E	186209	9899544	1,1 m3/s
	D 4 San Agustín	186433	9898868	0,5 m3/s

4.1.1.1 Descarga puntual uno.

Esta es una descarga de aguas residuales, que son vertidas aguas arriba del balneario el Capoa, lugar muy visitado por personas para su recreación. Seguidamente se presenta una fotografía del punto de descarga y el cálculo del caudal para mejorar la comprensión de lugar de descarga.

Figura 8. Punto uno de descarga en el Capoa.
Fuente: Google Earth, 2015.

Cuadro 21. Cálculo del caudal de la descarga uno.

Q= C / T
Q= 0.03 m3 / 1s
Q= 0.03 m3 / s

4.1.1.2 Descarga puntual dos.

Esta es una descarga de aguas residuales, que son vertidas aguas abajo del balneario el Capoa, lugar muy visitado por personas para su recreación. Seguidamente se presenta una fotografía del punto de descarga y el cálculo del caudal para mejorar la comprensión del lugar de descarga.

Figura 9. Descarga en la entrada sur del balneario el Capoa.
Fuente: Google Earth, 2015.

Cálculo del caudal de la descarga dos.

Se calculó el caudal mediante el método del Cubo. Se dispuso un reciente de 20 L, bajo la descarga y se llenó hasta la marca en cinco.

Cuadro 22. Cálculo del caudal de la descarga dos.

Q= C / T
Q= 0,02 / 5s
Q= 0,004 m^3 / s

4.1.1.3 Descarga puntual tres.

Esta es una descarga de aguas residuales, que son vertidas atrás del estadio Aurelio Espinoza, los habitantes del lugar protestaron por los malos olores generados por la acumulación de sedimentos y se construyó un canal abierto para conducir el agua y descargar el agua 50m después del balneario Sinchi sacha, lugar muy visitado por personas para su recreación. Seguidamente se presenta una fotografía del punto de descarga y el cálculo del caudal para mejorar la comprensión de lugar de descarga.

Figura 10. Descarga tres en el sector Sinchi Sacha.
Fuente: Google Earth, imagen modificada por el autor.

Cálculo del caudal de la descarga tres.

Para calcular el caudal se utilizó el método volumétrico, para canales recubiertos.

Cuadro 23. Cálculo del caudal de la descarga tres.

1	2	3
A= P * A	V= E / T	Q= A * V (0,99)
A= 0,3 m * 2,8 m	V= 10 m / 7s	Q= 0,8 m2 * 1,4 m/s (0,99)
A= 0,8 m2	V= 1,4 m/s	Q= 1,1 m3 / s

4.1.1.4 Descarga puntual cuatro.

Esta es una descarga de aguas residuales, que son vertidas atrás del Barrio San Agustín. Seguidamente se presenta una fotografía del punto de descarga y el cálculo del caudal para mejorar la comprensión del lugar de descarga.

Figura 11. Descarga puntual cuatro en el río Misahuallí.
Fuente: Google Earth, imagen modificada por el autor.

Cálculo del caudal de la descarga cuatro.

Cuadro 24. Cálculo de caudal de la descarga cuatro.

1	2	3
A= Profundidad * Ancho	V= E / T	Q= A * V (0,99)
A= 0,2 m * 1 m	V= 10 m / 4	Q= 0,2 m^2 * 2,5 m/s
A= 0,2 m^2	V= 2,5 m/s	Q= 0,5 m^3/s

4.1.2 Identificación de afluentes al río Misahuallí.

En el recorrido de identificación de afluentes del rio Misahuallí, se identificaron tres afluentes que son: el río Punio, río Inchillaqui y el río Ayapata.

Figura 12. Afluentes del río Misahuallí.
Fuente: Google Earth, Archidona, 2015.

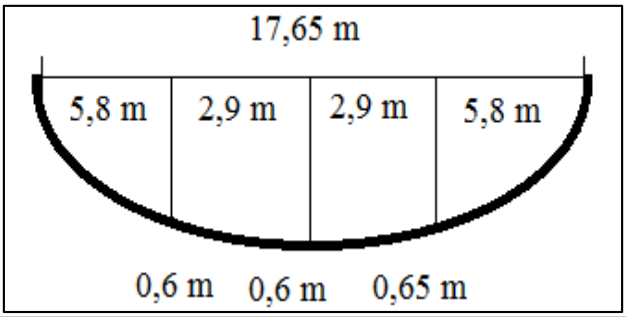
4.1.2.1 Río Punio, afluente uno.

Este es afluente al río Misahuallí que vierte sus aguas 50 m antes del balneario Sinchi sacha, lugar muy visitado por personas para su recreación. Seguidamente se presenta una fotografía del punto de descarga y el cálculo del caudal para mejorar la comprensión del lugar de descarga.

Figura 13. Río Punio, afluente uno.
Fuente: Google Earth, 2015.

Cáculo del caudal del afluente río Punio.

Cuadro 25. Medición de la profundidad y caudal del río Punio.



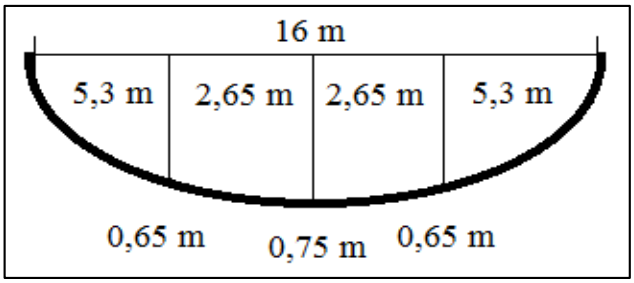
1	2	3
A= A1+A2+An * L A= 0,6 m + 0,6m + 0,65m * 17,65 m A= 32, 6 m2	V= E / T V = 1O m / 29s V= 0,3 m/s	Q= A * V (0,66) Q= 32, 6 m2 * 0,3 m/s (0,66) Q= 6,4 m3 / s

4.1.2.2 Río Inchillaqui, afluente dos.

Este es un afluente que vierte sus aguas al río Misahuallí, este río proviene de una zona poco poblada. Seguidamente se presenta una fotografía del punto de descarga y el cálculo del caudal para mejorar la comprensión del lugar de descarga.

Figura 14. Río Inchillaqui, afluente dos.
Fuente: Google Earth, 2015.

Cuadro 26. Cálculo de la profundidad y caudal del río Inchillaqui.



1	2	3
A= A1+A2+An * L	V= E / T	Q= A * V (0,66)
A= 0,65 m + 0.75 m + 0,65 m * 16 m	V= 10 m / 8 s	Q= 32,8 m2 * 1,25 m / s (0,66)
A= 32,8 m2	V= 1,25 m / s	Q= 27,6 m3 / s

4.1.2.3 Río Ayapata, afluente tres.

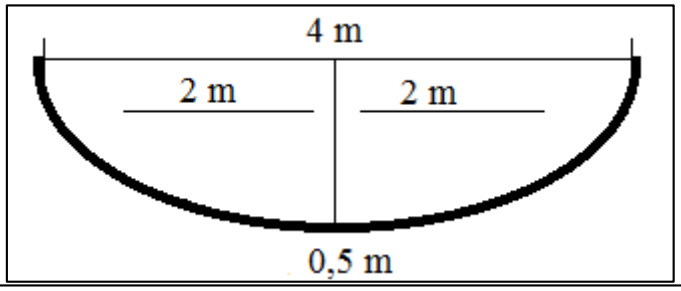
Este es un afluente que vierte sus aguas al río Misahuallí, este río proviene de una zona poco poblada. Seguidamente se presenta una fotografía del punto de descarga y el cálculo del caudal para mejorar la comprensión del lugar de descarga.

Figura 15. Río Ayapata, afluente tres.

Fuente: Google Earth, 2015.

El río Ayapata proviene de una zona poco poblada, su caudal es 0,7 m^3/s aproximadamente.

Cuadro 27. Cálculo de la profundidad y el caudal del río Ayapata.



[1] A= A1+A2 * L	[2] V= E / T	[3] Q= A * V (0,66)
A= 0,20 m + 0,30 m *1,8 m	V= 10 m / 8 s	Q= 0,9 m^2 * 1,25 m/s (0,66)
A= 0,9 m^2	V= 1,25 m/s	Q= 0,7 m^3/s

Cuadro 28. Resultado de caudales de descargas puntuales y afluentes al rio Misahuallí.

SUMATORIA DE CAUDALES DE AFLUENTES Y DESCARGAS AL RÍO MISAHUALLÍ		
Afluente / Descarga	Valor	Sumatoria
Río Punio	6,4 m3 / s	34,8 m3 / s
Río Inchillaqui	27,6 m3 / s	
Río Ayapata	0,8 m3 / s	
Descarga 1	0,03 m3 / s	1,8 m3 / s
Descarga 2	0,004 m3 / s	
Descarga 3	1,1 m3 / s	
Descarga 4	0,7 m3 / s	

4.2 Datos sobre aplicación de la encuesta socio-sanitaria.

4.2.1 Enfoque de la encuesta

Con la aplicación de la encuesta en los puntos seleccionados se pretende tener una visión más clara en lo que se refiere a los efectos en la salud de las personas que entran en contacto con el agua del río Misahuallí, evidenciando la calidad del agua en los diferentes puntos de aplicación de la encuesta.

La encuesta se enfoca en discernir si las personas que usan frecuentemente el río para su recreación han tenido o no afecciones de cualquier tipo en su salud que se atribuyan al uso de esta agua. Las encuestas se aplicaron en cuatro lugares estratégicos por la gran afluencia de personas y la cercanía de la población al curso del río, pues estos son los factores a tomar en cuenta para establecer donde se recabó la información confiable sobre la actual calidad del agua del río Misahuallí:

Puente vía Comunidad Batancocha.

1. Balneario el Capoa.
2. Balneario Sinchi Sacha.
3. “Y” vía comunidad Inchillaqui.

Puente vía Batacocha.

Balneario el Capoa.

Balneario Sinchi Sacha.

Desvió comunidad Inchillaqui

Figura 16. Lugares donde se levantó la encuesta sobre afecciones a la salud.

Fuente: Google Earth, 2015.

4.2.2 Características generales de los puntos de aplicación de la encuesta socio-sanitaria.

Estas son las características de los lugares donde se aplicó la encuesta.

4.2.2.1 Puente vía comunidad Batancocha.

El punto ubicado en el lugar donde inicia el estudio es el puente vía a la comunidad Batancocha, lugar donde niños y niñas que regresan caminando después de un día de escolaridad toman un baño en las aguas del río Misahuallí, otras personas acuden a lavar ropa y recrearse con el paisaje natural de la zona.

Este es un punto estratégico pues se reúnen comentarios de varias personas entrevistadas sobre la calidad del agua que existe en este punto, estas personas transitan por el lugar para

llegar a sus hogares y usan frecuentemente el agua del río para bañarse, recrearse y lavar su ropa en algunos casos.

4.2.2.2 Balneario Capoa

El Capoa tiene una extensión aproximada de 500 m, por la margen izquierda de la orilla del río, partiendo aguas abajo.

El balneario es visitado por turistas y por locales para refrescarse en las aguas del río Misahuallí, en este lugar se encuentran vendedores ambulantes, dos bares discoteca y un restaurant, lo que hace interesante a este punto para aplicar la encuesta por cuanto reúne diferentes puntos de vista sobre la calidad del agua del río Misahuallí especialmente de las personas que conocen la disposición de una descarga de aguas residuales 50 m aguas arriba del balneario y evitan bañarse aguas abajo de la descarga de agua.

4.2.2.3 Balneario Sinchi Sacha

En el balneario Sinchi Sacha existía un museo-zoológico y cabañas para distracción, está ubicado aproximadamente a 1 km de la avenida principal de la ciudad (Av. Napo), diagonal al Municipio de Archidona.

El lugar aún es visitado por las personas para relajarse y bañarse en su playa y aguas tranquilas, además de un decoroso puente en forma de arco invertido que actúa como un mirador, por el cual transitan las personas que habitan a no más de 100 metros cruzando el río.

4.2.2.4 Desvió a la comunidad Inchillaqui

Este lugar está a 800 m del sitio final del estudio, aquí viven personas a 20 m del río y existe una comunidad llamada Inchillaqui a la cual ingresan caminado y regularmente se detienen a

refrescarse en el agua del río, estas personas son los mejores referentes de las condiciones actuales de la calidad de agua del rio Misahuallí.

4.2.3 Resultados de la aplicación de la encuesta

Mediante observaciones directas para establecer el número aproximando de personas que usan el río para actividades de recreación de contacto primario en los balnearios el Capoa y el balneario sinchi sacha, sumado al número de personas que habitan a 50 metros de las orillas del río, se determinó un aproximado de 200 personas para calcular la muestra (Cuadro 8), el número de encuestas a aplicar es de 60. (Mateu E. 2003.)

Cuadro 29. Número de encuestas a aplicar

Tamaño de la muestra

TAMAÑO MUESTRA	60
TAMAÑO POBLACIÓN	200
NIVEL DE CONFIANZA	95%
ERROR MUESTRAL	10,0%

Error muestral

ERROR	10,0%
TAMAÑO POBLACIÓN	200
NIVEL DE CONFIANZA	95%
TAMAÑO DE LA MUESTRA	60

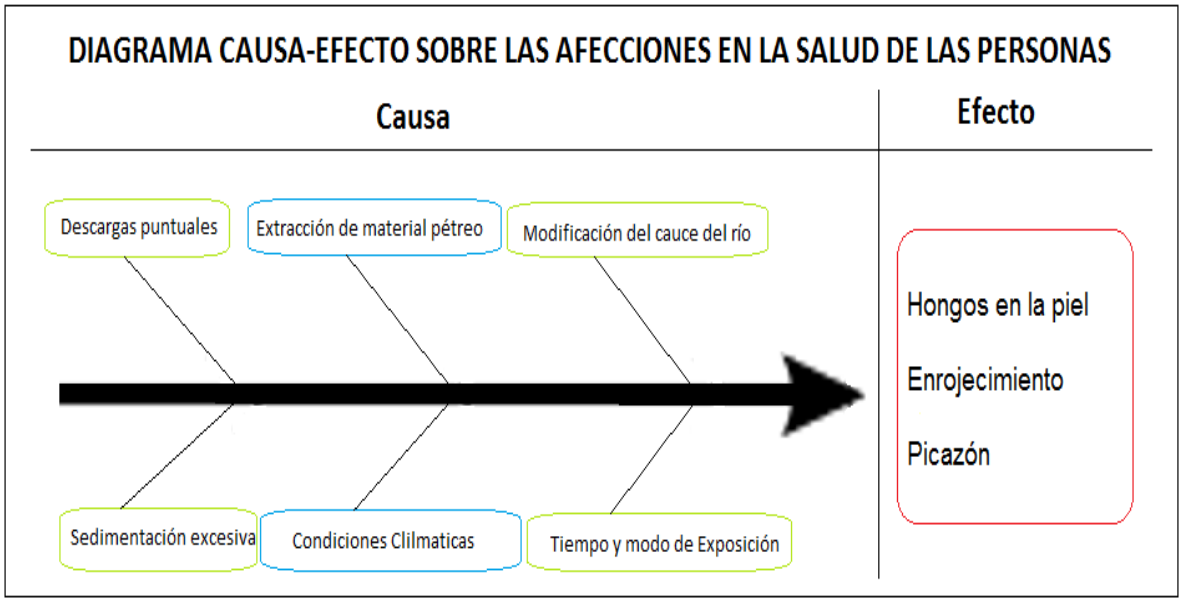
La muestra que se determinó para realizar la encuesta es de 60 individuos, esto para abarcar al mayor número de personas que se pueda entrevistar y teniendo en cuenta la afluencia de personas a los lugares de entrevistas en el balneario el Capoa y el balneario Sinchi Sacha.

Cuadro 30. Resultados de la aplicación de la encuesta, para determinar acciones a la salud.

ENCUESTA PARA DETERMINAR AFECCIONES A LA SALUD RELACIONADAS CON EL AGUA DEL RÍO MISAHUALLÍ			
Número de muestras			**60**
1. ¿VISITA USTED REGULARMENTE EL RIO MISAHUALLI?			
SI	X	NO	
Cada día			0
Cada semana			36
Cada mes			24
2. ¿CONOCE USTED LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO MISAHUALLÍ?			
SI	12	NO	48
3. ¿CUANDO HA VISITADO EL RIO USTED A TENIDO ALGUNA REACCION ADVERSA EN SU SALUD?			
SI	30	NO	30
4. ¿QUE TIPO DE PROBLEMAS HA SUFRIDO EN SU SALUD LUEGO DE VISITAR EL RIO?			
Cutáneos			14
Respiratorios			2
Alérgicos			14
Digestivos			0
Especifique: Las afecciones más frecuentes son hongos en la piel, comezón y enrojecimiento.			
5. ¿CUANTOS DIAS DESPUES DE VISITAR EL RIO USTED HA SUFRIDO ALGUNA REACCIÓN EN SU SALUD?			
1 día			16
2 días			
5 días			4
7 días			8
Más de 7 días			2
6. ¿CONOCE A ALGUIEN QUE HA SUFRIDO UNO DE LOS MENCIONADOS PROBLEMAS DE SALUD LUEGO DE HABER VISITADO EL RIO MISAHUALLLI?			
SI	13	NO	47
7. ¿CREE USTED QUE LAS AFECCIONES QUE SUFRIO ESTAN RELACIONADAS CON EL AGUA DEL RIO MISAHUALLI?			
SI	29	NO	1
EXISTEN REGISTROS FISICOS DEL LEVANTAMIENTO DE LA ENCUESTA			

Entre las afecciones más comunes tenemos las siguientes explicadas en el siguiente cuadro.

Cuadro 31. Diagrama causa-efecto sobre afecciones en la salud de las personas.



4.3.1 Lugares de recolección de muestras de macroinvertebrados.

Se identificaron los lugares que reúnen varias de las condiciones antes mencionadas en la revisión literaria en el numeral 3.4.2.3 para recolectar muestras de organismos acuáticos macroinvertebrados para su análisis, utilizando la técnica kick sampling en 100 m, removiendo el fondo del río durante 5 minutos y atrapando los macroinvertebrados con una red de 300 micras para su posterior identificación y clasificación.

Se establecieron cinco puntos de recolección de muestras de macroinvertebrados para su análisis como bioindicadores de la calidad del agua del río Misahuallí y recolección de muestras de aguas para análisis físico, químico y biológico, esto debido a que se realizó un muestreo estratificado en el área de estudio y se definieron los puntos de recolección para futuras investigaciones con coordenadas GPS para mayor referencia, los puntos se encuentran identificados en el la figura 2.

4.3.1.1 Puente vía comunidad Batancocha.

Este punto marca el inicio del estudio, se encuentra en una zona poco poblada a 1,5 km aproximadamente antes del paso del agua del río Misahuallí por el margen derecho de la ciudad de Archidona.

4.3.1.2 Balneario el Capoa

El lugar donde se recolectaron las muestras de macroinvertebrados se encuentra en el centro del balneario cuyo fondo es removido por maquinaria del municipio para sacar material pétreo, y esta 50m debajo de la descarga de aguas servidas.

4.3.1.3 Balneario Sinchi Sacha

Este punto de recolección está ubicado 50m arriba del balneario, lugar por donde pasa el oleoducto ecuatoriano, es un punto con mucha vegetación en las orillas.

4.3.1.4 Unión con el río Inchillaqui

En este lugar se une el río Inchillaqui con el río Misahuallí en el sector conocido como "chaupi shungo" visitado por propios y extraños para recrearse.

4.3.1.5 Puente vía Tena.

Este lugar marca el punto final de recolección de macroinvertebrados y del estudio de investigación.

4.3.2 Resultados de identificación y conteo de macroinvertebrados.

A continuación se muestran los resultados del análisis de los macroinvertebrados recolectados en los puntos establecidos.

La identificación de los organismos encontrados fue relativamente fácil puesto que existe suficiente bibliografía y estudios sobre organismos macroinvertebrados y sus características como bioindicadores de la calidad de agua.

En los resultados se muestra un número elevado de macroinvertebrados en etapa larvaria, utilizando para su identificación y conteo una lámpara, pinzas y computadora para comparar los individuos encontrados con los existentes en la bibliografía recopilada.

4.3.2.1 Resultados del muestreo # 1.

Cuadro 32. Resultados del muestreo 1 de macroinvertebrados como bioindicadores.

FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS RECOLECTADOS EN EL CURSO DEL RÍO MISAHUALLÍ

FECHA **21/06/2015**

Puente vía Batancocha (P1)			**Capoa (P2)**			**Sinchi Sacha (P3)**			**Río Inchillaqui (P4)**			**Puente vía Tena (P5)**		
número	spp	tamaño(mm)	número	spp	tamaño(mm)	número	spp	tamaño(mm)	número	spp	tamaño(mm)	número	spp	tamaño(mm)
1	Blattellidae	10	1	Gripopterygidae	5	10	Corydalidae	20	1	Chironomidae	5	1	Polycentropodidae	8
1	Corydalidae	13	4	Gripopterygidae	5	13	Glossiphoniidae	5	2	Gripopterygidae	4	1	Gripopterygidae	5
4	Polycentropodidae	10	5	Polycentropodidae	4	1	larva de Odonata	10	4	Polycentropodidae	8	2	Polycentropodidae	4
1	Tipilidae	5	1	Polycentropodidae	2	1	Gripopterygidae	5	3	Glossiphoniidae	9	1	Planorbidae	1
1	Glossiphoniidae	8	1	Glossiphoniidae	1				1	Gripopterygidae	8	12	Glossiphoniidae	4
3	Glossiphoniidae	4	1	Glossiphoniidae	2							2	Tubificidae	3
11			13			25			11			29		

MUESTREO TOTAL
89 MACROINVERTEBRADOS

4.3.2.2 Resultados del muestreo # 2.

Cuadro 33. Resultados del muestreo 2 de macroinvertebrados como bioindicadores.

FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS RECOLECTADOS EN EL CURSO DEL RÍO MISAHUALLÍ

FECHA 21/07/2015

Puente vía Batancocha (P1)			Capoa (P2)			Sinchi Sacha (P3)			Río Inchillaqui (P4)			Puente vía Tena (P5)		
número	spp	tamaño(mm)	número	spp	tamaño(mm)	número	spp	tamaño(mm)	número	spp	tamaño(mm)	número	spp	tamaño(mm)
6	Corydalidae	8	5	Polycentropodidae	3	9	Gripopterygidae	6	2	Polycentropodidae	2	2	Planorbidae	3
5	Gripopterygidae	4	4	Corydalidae	4	10	Glossiphoniidae	5	2	Dilaridae	3	3	Chironomidae	2
8	Polycentropodidae	6	1	Planorbidae	2	5	Chironomidae	4	1	Gripopterygidae	4	8	Glossiphoniidae	4
1	Dilaridae	4				4	Corydalidae	5	4	Glossiphoniidae	4	2	Tubificidae	3
						4	Larva de Odonata	4				3	Larva de Odonata	8
						1	Planorbella trivolvis	2						
20			10			33			9			15		

MUESTREO TOTAL
87 MACROINVERTEBRADOS

4.3.2.3 Resultdos del muestreo # 3.

Cuadro 34. Resultados del muestreo 3 de macroinvertebrados como bioindicadores.

FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS RECOLECTADOS EN EL CURSO DEL RÍO MISAHUALLÍ

FECHA 21/08/2015

Puente vía Batancocha (P1)			Capoa (P2)			Sinchi Sacha (P3)			Río Inchillaqui (P4)			Puente vía Tena (P5)		
número	spp	tamaño(mm)	número	spp	tamaño(mm)	número	spp	tamaño(mm)	número	spp	tamaño(mm)	número	spp	tamaño(mm)
4	Polycentropodidae	7	2	Gripopterygidae	4	5	Larva de Odonata	6	4	Glossiphoniidae	4	2	Chironomidae	3
4	Glossiphoniidae	5	3	Glossiphoniidae	3	7	Glossiphoniidae	5	3	Polycentropodidae	4	3	Planorbidae	3
2	Glossiphoniidae	4	2	Polycentropodidae	3	3	Corydalidae	4	6	Gripopterygidae	4	2	Tubificidae	2
3	Corydalidae	10				4	Planorbidae	5				3	Larva de odonata	5
4	Dilaridae	5				3	Chironomidae	5				2	Polycentropodidae	4
												3	Glossiphoniidae	4
17			7			22			13			15		

MUESTREO TOTAL
74 MACROINVERTEBRADOS

Sumatoria del conteo de los puntos de recolección de macroinvertebrados por mes de recolección

Se utilizó la técnica kick sampling para recolectar macroinvertebrados que consiste en remover el fondo del río en 100 m durante cinco minutos y atrapar los macroinvertebrados con una red de 300 micras.

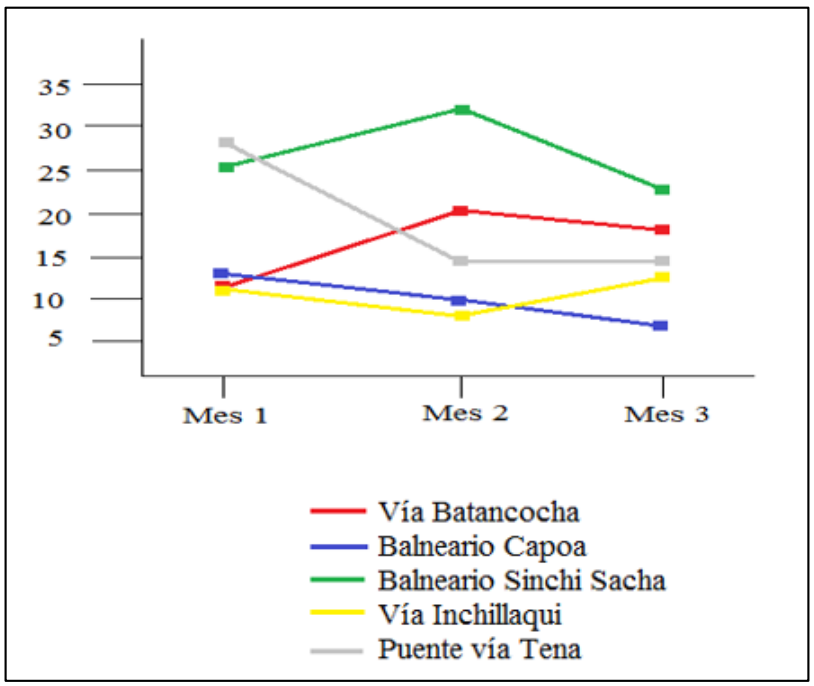
Cuadro 35. Sumatoria del conteo de Macroinvertebrados.

PUENTE VIA BATANCOCHA (P1)	CAPOA (P2)	SINCHI SACHA (P3)	RÍO INCHILLAQUI (P4)	PUENTE VÍA TENA (P5)
11	13	25	11	29
20	10	33	9	15
17	7	22	13	15
48	30	80	33	59

250 MACROINVERTEBRADOS IDENTIFICADOS

4.3.3 Gráficos del análisis del conteo de macroinvertebrados por recolección.

Cuadro 36. Líneas de tendencia del conteo de organismos macroinvertebrados.



4.3.4 Distribución de macroinvertebrados en el río Misahuallí.

En la siguiente se muestra la frecuencia por familia u orden de macroinvertebrados en los puntos de muestreo (P uno, dos, tres, cuatro, cinco), y el periodo de muestreo de tres meses (M uno, dos, tres).

El análisis sirve para conocer los organismos más frecuentes y su distribución geográfica en el curso del río. Los días previos a la recolección de macroinvertebrados hubo precipitaciones esporádicas manteniéndose un cielo despejado y soleado.

Cuadro 37. Distribución geográfica de macroinvertebrados en el río Misahuallí.

FRECUENCIA DE MACROINVERTEBRADOS ENCONTRADOS EN EL RIO MISAHUALLÍ

TIPO DE MACROINVERTEBRADOS	# INDIVIDUOS	M1	M2	M3	FRECUENCIA	INDICE BMWP
Blattellidae	1	P1			1	7
Tipulidae	1	P 1			1	3
Tubificidae	6	P 5	P 5	P5	3	1
Neuroptera	7		P 1,4	P 1	3	5
Chironomidae	15	P 4	P 3,5	P 3,5	5	5
Larva de Odonata	23	P 3	P 3,5	P 3,5	5	6
Planorbidae	11	P 5	P 2,3,5	P 3,5	6	8
Corydalidae	31	P 1,3	P 1,2,3	P 1,3	7	6
Glossiphoniidae	33	P 2,3,4,5	P 1,3,4	P 1,4	9	5
Polycentropodidae	43	P 1,2,4,5	P 1,2,4	P 1,2,4,5	11	9
Glossiphoniidae	79	P 1,2,3,4,5	P 3,4,5	P 1,2,3,4,5	11	10

P = PUNTOS DE MUESTREO
M = PERIODO DE MUESTREO EN MESES

La mayor concentración de individuos macroinvertebrados se da en los puntos uno, tres y cinco, los organismos encontrados son: cosmopolitas resistentes a la contaminación, depredadores que habitan en aguas con corriente, materia orgánica y poca sedimentación en el fondo, seguidamente se representa gráficamente la distribución de macroinvertebrados.

Figura 17. Distribución geográfica de macroinvertebrados en el río Misahuallí.
Fuente: Google Earth, 2015.

Cuadro 38. Familias de Macroinvertebrados más frecuentes.

Gripopterygidae
Polycentropodidae
Glossiphoniidae

Los resultados obtenidos se relacionaron con el análisis físico-químico del agua, para aplicar índices ecológicos como: índice BMWP y el índice de diversidad de Shannon.

El uso de bioindicadores es un método confiable para el análisis de calidad del agua pues conociendo los organismos que se encuentran en un determinado hábitat y su tolerancia a los niveles de distintos contaminantes, se puede deducir el grado de contaminación.

Cuadro 39. Análisis de la calidad del agua del río Misahuallí usando índice BWP

ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO MISAHUALLÍ APLICANDO ÍNDICE DE CALIDAD BIÓTICA BMWP

TIPO DE MACROINVERTEBRADOS	# INDIVIDUOS	INDICE BMWP
Tubificidae	6	1
Tipilidae	1	3
Chironomidae	15	5
Dilaridae	7	5
Gripopterygidae	33	5
Corydalidae	33	6
Larva de Odonata	23	6
Blattellidae	1	7
Planorbidae	p	8
Polycentropodidae	43	9
Glossiphoniidae	79	10
	250	65

Se obtienen una sumatoria de índice biológico igual a 65, este resultado se compara con la tabla de índice de calidad biótica para determinar la calidad de agua.

Cuadro 40. Análisis de la calidad de agua del rio Misahuallí usando índice BMWP.

CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA SEGÚN ÍNDICE BMWP				
CLASE	CALIDAD	BMWP	SIGNIFICADO	COLOR
II	Aceptable	61 - 100	Aguas ligeramente contaminadas	

Fuente (Herrera S, Josefina M, 2005)

El resultado es una calidad de agua de clase II, con aguas ligeramente contaminadas.

4.4 Datos sobre análisis de laboratorio físico, químico y biológico de las aguas del rio Misahuallí.

Se establecieron cinco puntos de recolección de muestras de agua que se encuentran georefernciados e identificados en la figura 2 para posteriores referencias en estudio similares. En las muestras de agua se analizaron las características físicas, químicas y biológicas de la calidad del agua del río Misahuallí en los laboratorios de la Universidad Estatal Amazónica.

4.4.1 Resultados del análisis físico-químico realizado a las muestras de agua.

Las muestras recolectadas fueron trasladadas a los laboratorios de ambiental y biología de la Universidad Estatal Amazónica bajo condiciones adecuadas para evitar modificar las características del agua.

A las mismas se les realizo un análisis de los parámetros: Oxígeno Disuelto, Potencial de Hidrógeno, Conductividad eléctrica y fosfatos.

4.4.1.1 Resultados del muestreo # 1.

Cuadro 41. Resultado del análisis de parámetros físicos y químicos del agua del río Misahuallí en el muestreo 1.

RESULTADO DE ANÁLISIS DE PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA DEL RÍO MISAHUALLÍ

MUESTREO # 1

FECHA: 21-06-2015

Puente vía Batancocha (P1)	Concentración	Temp (°C)	Límite Permisible	Técnica
Oxígeno disuelto	7,98 mg/l	20,1	>80% OD __ >6mg/l	
Conductividad	31,9 µs/cm	20,1	5 - 50 µS/cm	Multiparamétrico
Potencial de Hidrogeno (PH)	6,69	20,1	6.5 - 8.3	
Fosfatos	0,16 mg*l	20,1	0,1 mg/l - 0,2 mg/l	Método Hach 10127

Balneario el Capoa (P2)	Concentración	Temp (°C)	Límite Permisible	Técnica
Oxígeno disuelto	8,14 mg/l	19,2	>80% OD __ >6mg/l	
Conductividad	28,9 µs/cm	19,2	5 - 50 µS/cm	Multiparamétrico
Potencial de Hidrogeno (PH)	7,56	19,2	6.5 - 8.3	
Fosfatos	0,16 mg/l		0,1 mg/l - 0,2 mg/l	Método Hach 10127

Balneario Sinchi Sacha (P3)	Concentración	Temp (°C)	Límite Permisible	Técnica
Oxígeno disuelto	8,14 mg/l	20	>80% OD __ >6mg/l	
Conductividad	29,4 µs/cm	20	5 - 50 µS/cm	Multiparamétrico
Potencial de Hidrogeno (PH)	7,55	20	6.5 - 8.3	
Fosfatos	0,10 mg/l		0,1 mg/l - 0,2 mg/l	Método Hach 10127

Unión río Inchillaqui (P4)	Concentración	Temp (°C)	Límite Permisible	Técnica
Oxígeno disuelto	8,16 mg/l	19,1	>80% OD __ >6mg/l	
Conductividad	29,2 µs/cm	19,1	5 - 50 µS/cm	Multiparamétrico
Potencial de Hidrogeno (PH)	6,63	19,1	6.5 - 8.3	
Fosfatos	0,09 mg/l		0,1 mg/l - 0,2 mg/l	Método Hach 10127

Bajo el puente vía Tena (P5)	Concentración	Temp (°C)	Límite Permisible	Técnica
Oxígeno disuelto	8,17 mg/l	20	>80% OD __ >6mg/l	
Conductividad	22,8 µs/cm	20	5 - 50 µS/cm	Multiparamétrico
Potencial de Hidrogeno (PH)	7,5	20	6.5 - 8.3	
Fosfatos	0,12mg/l		0,1 mg/l - 0,2 mg/l	Método Hach 10127

4.4.1.2 Resultados del muestreo # 2.

Cuadro 42. Resultados del análisis de parámetros físicos y químicos del agua del río Misahuallí en el muestreo 2.

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA DEL RÍO MISAHUALLÍ

MUESTREO # 2
FECHA: 21-07-2015

Puente vía Batancocha (P1)	Concentración	Temp (°C)	Límite Permisible	Técnica
Oxígeno disuelto	8,49 mg/l	18,3	>80% OD __ >6mg/l	
Conductividad	28,6 µs/cm	18,3	5 - 50 µS/cm	Multiparamétrico
Potencial de Hidrogeno (PH)	6,22	18,3	6.5 - 8.3	
Fosfatos	0,10 mg/l		0,1 mg/l - 0,2 mg/l	Método Hach 10127

Balneario el Capoa (P2)	Concentración	Temp(°C)	Límite Permisible	Técnica
Oxígeno disuelto	8,07 mg/l	19	>80% OD __ >6mg/	
Conductividad	23,7 µs/cm	19	5 - 50 µS/cm	Multiparamétrico
Potencial de Hidrogeno (PH)	6,22	19	6.5 - 8.3	
Fosfatos	0,10 mg/l		0,1 mg/l - 0,2 mg/l	Método Hach 10127

Balneario Sinchi Sacha (P3)	Concentración	Temp (°C)	Límite Permisible	Técnica
Oxígeno disuelto	8,28 mg/l	19	>80% OD __ >6mg/l	
Conductividad	23,6 µs/cm	19	5 - 50 µS/cm	Multiparamétrico
Potencial de Hidrogeno (PH)	5,9	19	6.5 - 8.3	
Fosfatos	0,10 mg/l		0,1 mg/l - 0,2 mg/l	Método Hach 10127

Union río Inchillaqui (P4)	Concentración	Temp (°C)	Límite Permisible	Técnica
Oxígeno disuelto	8,27 mg/l	19,1	>80% OD __ >6mg/	
Conductividad	23,0 µs/cm	19,1	5 - 50 µS/cm	Multiparamétrico
Potencial de Hidrogeno (PH)	7.33	19,1	6.5 - 8.3	
Fosfatos	0,08mg/l		0,1 mg/l - 0,2 mg/l	Método Hach 10127

Bajo el puente via Tena (P5)	Concentración	Temp (°C)	Límite Permisible	Técnica
Oxígeno disuelto	8,24 mg/l	19	>80% OD __ >6mg/l	
Conductividad	22,6 µs/cm	19	5 - 50 µS/cm	Multiparamétrico
Potencial de Hidrogeno (PH)	7	19	6.5 - 8.3	
Fosfatos	0,08mg/l		0,1 mg/l - 0,2 mg/l	Método Hach 10127

4.4.1.3 Resultados del muestreo # 3.

Cuadro 43. Resultados del análisis de parámetros físicos y químicos del agua del río Misahuallí en el muestreo 3.

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE AGUA DEL RÍO MISAHUALLÍ

MUESTREO # 3
FECHA: 21-08-2015

Puente vía Batancocha (P1)	Concentración	Temp (°C)	Límite Permisible	Técnica
Oxígeno disuelto	7,58 mg/l	20	>80% OD __ >6mg/l	
Conductividad	30,9 µs/cm	20	5 - 50 µS/cm	Multiparamétrico
Potencial de Hidrogeno (PH)	7	20	6.5 - 8.3	
Fosfatos	0,10 mg/l		0,1 mg/l - 0,2 mg/l	Método Hach 10127

Balneario el Capoa (P2)	Concentración	Temp (°C)	Límite Permisible	Técnica
Oxígeno disuelto	8,0 mg/l	20	>80% OD __ >6mg/l	
Conductividad	29,9 µs/cm	20	5 - 50 µS/cm	Multiparamétrico
Potencial de Hidrogeno (PH)	7,56	20	6.5 - 8.3	
Fosfatos	0,16 mg/l		0,1 mg/l - 0,2 mg/l	Método Hach 10127

Balneario Sinchi Sacha (P3)	Concentración	Temp (°C)	Límite Permisible	Técnica
Oxígeno disuelto	8,10 mg/l	19,5	>80% OD __ >6mg/l	
Conductividad	30,0 µs/cm	19,5	5 - 50 µS/cm	Multiparamétrico
Potencial de Hidrogeno (PH)	7,55	19,5	6.5 - 8.3	
Fosfatos	0,10 mg/l		0,1 mg/l - 0,2 mg/l	Método Hach 10127

Union río Inchillaqui (P4)	Concentración	Temp (°C)	Límite Permisible	Técnica
Oxígeno disuelto	8,10 mg/l	19,5	>80% OD __ >6mg/l	
Conductividad	29,2 µs/cm	19,5	5 - 50 µS/cm	Multiparamétrico
Potencial de Hidrogeno (PH)	7	19,5	6.5 - 8.3	
Fosfatos	0,10 mg/l		0,1 mg/l - 0,2 mg/l	Método Hach 10127

Bajo el puente via Tena (P5)	Concentración	Temp (°C)	Límite Permisible	Técnica
Oxígeno disuelto	8,10 mg/l	19	>80% OD __ >6mg/l	
Conductividad	28,9 µs/cm	19	5 - 50 µS/cm	Multiparamétrico
Potencial de Hidrogeno (PH)	7,5	19	6.5 - 8.3	
Fosfatos	0,12mg/l		0,1 mg/l - 0,2 mg/l	Método Hach 10127

4.4.2 Sumatoria de los resultados del análisis de agua.

En esta tabla se muestra la sumatoria y el promedio de cada parámetro analizado en cada punto de recolección de muestras de agua por los tres muestreos realizados uno cada mes, para comparar las variaciones de las concentraciones de los parámetros medidos, en el tiempo de muestreo.

Cuadro 44. Promedio de los resultados del análisis de las muestras de agua del río Misahuallí.

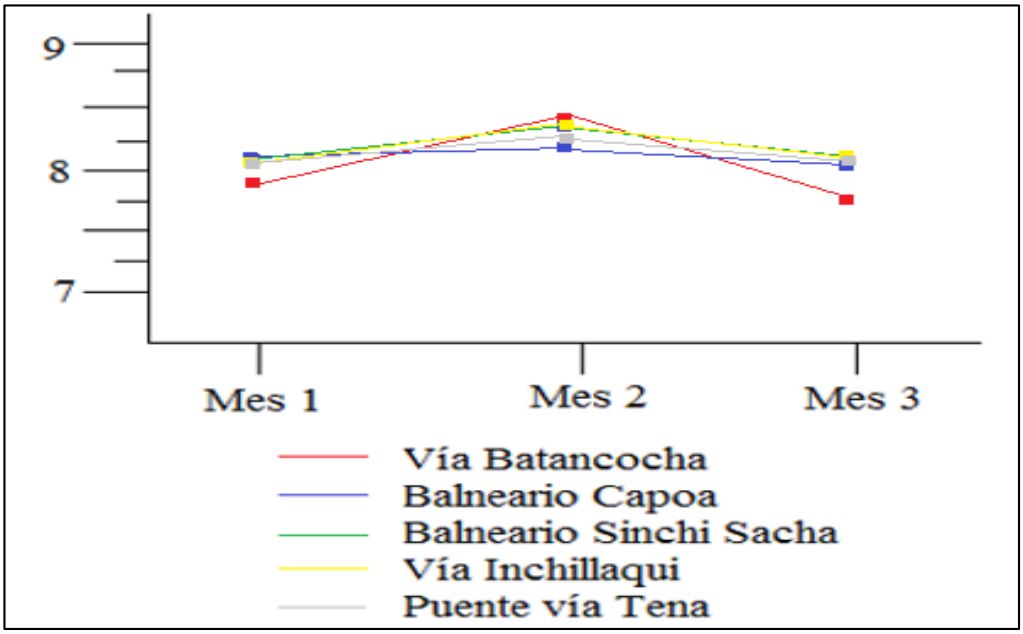
SUMATORIA DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE AGUA DEL RÍO MISAHUALLÍ

MUESTREO	PARÁMETROS	PUNTOS DE MUESTREO					LÍMITE	TÉCNICA
		Vía Batancocha	Capoa	Sinchi Sacha	Inchillaqui	Puente vía Tena		
M1	FOSFATOS	0,16	0,16	0,10	0,08	0,12	0,1 mg/l - 0,2 mg/l	HACH 10127
M2		0,10	0,10	0,10	0,09	0,08		
M3		0,10	0,16	0,10	0,10	0,12		
Promedio	0,11	0,12	0,14	0,10	0,09	0,11		
M1	PH	6,69	7,56	7,55	6,33	7,5	6,5 - 8,3	Multiparamétrico
M2		6,22	6,22	5,90	7,33	7,00		
M3		7	7,56	7,55	7,00	7,5		
Promedio	6,90	6,64	7,11	7,00	6,9	7,33		
M1	OXIGENO DISUELTO	7,98	8,14	8,14	8,16	8,17	> 80% OD - > 6mg/L	Multiparamétrico
M2		8,49	8,07	8,28	8,27	8,24		
M3		8	8	8,1	8,1	8,1		
Promedio	8,12	8,02	8,07	8,17	8,18	8,17		
M1	CONDUCTIVIDAD	31,9	28,9	29,4	29,2	22,8	5 - 50 µS/cm	Multiparamétrico
M2		28,6	23,7	23,6	23	22,60		
M3		30,9	29,9	30,0	29,2	28,9		
Promedio	27,50	30,47	27,50	27,67	27,13	24,77		

4.4.2.1 Gráficos de los resultados.

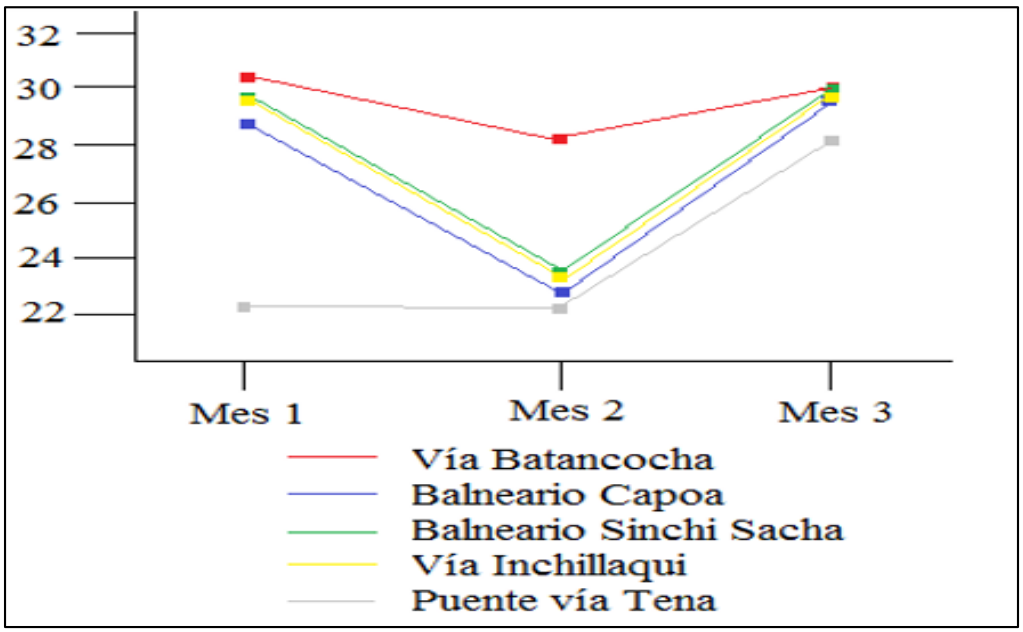
4.4.2.1.1 Oxígeno Disuelto

Cuadro 45. Líneas de tendencia de concentración de oxígeno disuelto.



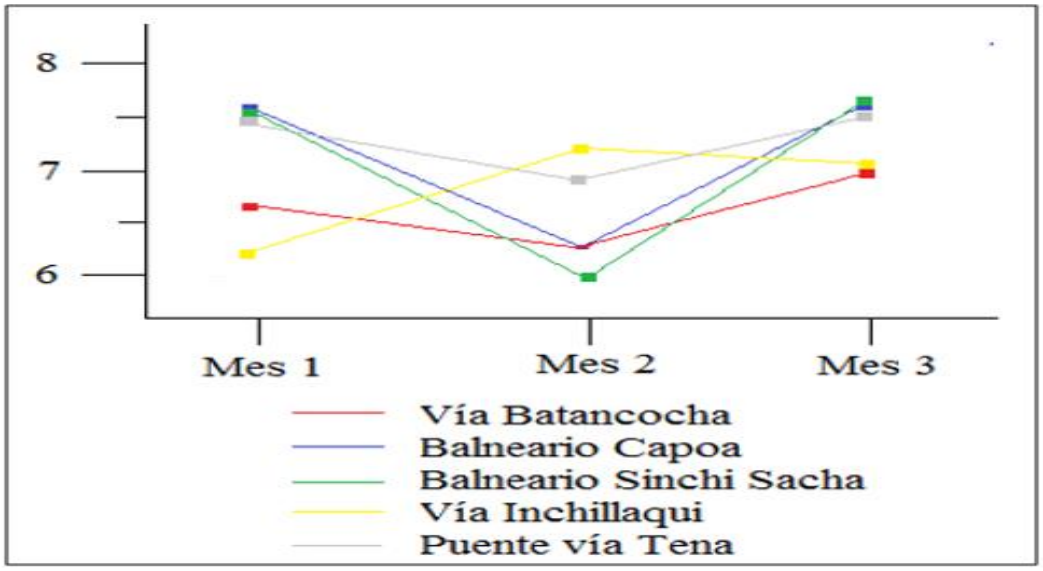
4.4.2.1.2 Conductividad Eléctrica

Cuadro 46. Líneas de tendencia de la conductividad eléctrica.



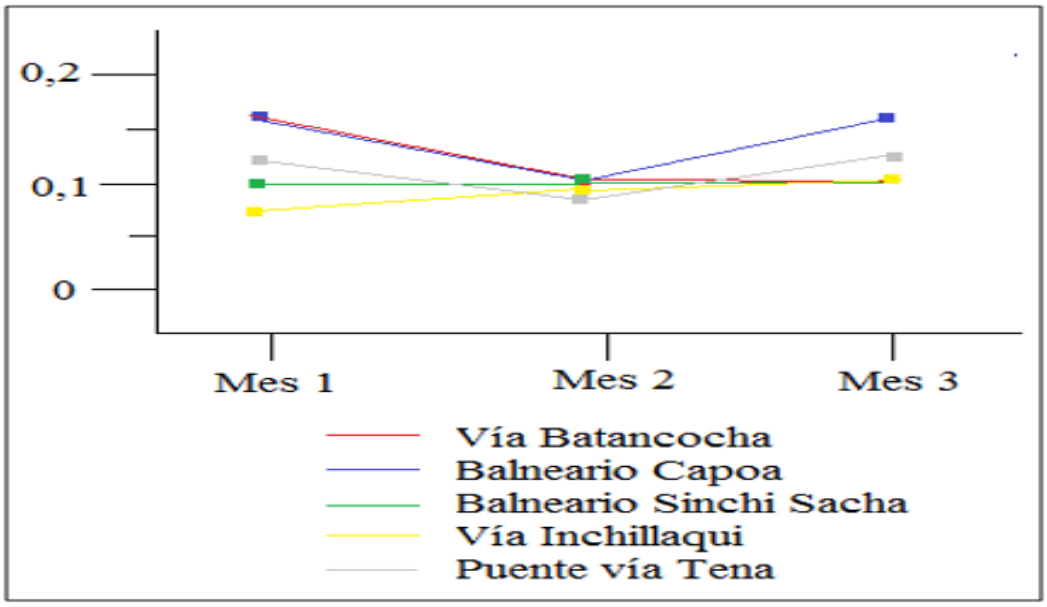
4.4.2.1.3 Potencial de Hidrógeno

Cuadro 47. Líneas de tendencia del potencial de hidrógeno.



4.4.2.1.4 Fosfatos

Cuadro 48. Líneas de tendencia de Fosfatos.



4.4.3 Resultados de los análisis de Coliformes totales realizados a las muestras de agua.

Para realizar el análisis de laboratorio y determinar la presencia o no de coliformes totales en el agua del río Misahuallí, se utilizó la técnica de laboratorio para la determinación de coliformes totales por cuenta en placa (figura 6).

4.4.3.1 Resultado del muestreo # 1.

Cuadro 49. Resultados del análisis de coliformes totales en el agua del río Misahuallí, muestreo 1.

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE COLIFORMES TOTALES EN LAS MUESTRAS DE AGUA DEL RÍO MISAHUALLÍ

TÉCNICA DETERMINACIÓN DE COLIFORMES TOTALES POR CUENTA EN PLACA

MUESTREO # 1
FECHA: 21/06/2015

Puente vía Batancocha (P1)

Concentración por Cuenta	Unidad	Temp (°C)	Tiempo (H)	Límite Permisible	Técnica
0	UFC/mL	37	24	2000 UFC/100ml	DCTCP

Balneario el Capoa (P2)

Concentración por Cuenta	Unidad	Temp (°C)	Tiempo (H)	Límite Permisible	Técnica
50	UFC/mL	37	24	2000 UFC/100ml	DCTCP

Balneario Sinchi Sacha (P3)

Concentración por Cuenta	Unidad	Temp (°C)	Tiempo (H)	Límite Permisible	Técnica
40	UFC/mL	37	24	2000 UFC/100ml	DCTCP

Unión río Inchillaqui (P4)

Concentración por Cuenta	Unidad	Temp (°C)	Tiempo (H)	Límite Permisible	Técnica
0	UFC/mL	37	24	2000 UFC/100ml	DCTCP

Bajo el puente vía Tena (P5)

Concentración por Cuenta	Unidad	Temp (°C)	Tiempo (H)	Límite Permisible	Técnica
0	UFC/mL	37	24	2000 UFC/100ml	DCTCP

4.4.3.2 Resultado del muestreo # 2.

Cuadro 50. Resultados del análisis de coliformes totales en el agua del río Misahuallí, muestreo 2.

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE COLIFORMES TOTALES EN LAS MUESTRAS DE AGUA DEL RÍO MISAHUALLÍ

TECNICA DETERMINACION DE COLIFORMES TOTALES POR CUENTA EN PLACA

MUESTREO # 2
FECHA: 21/07/2015

Puente vía Batancocha (P1)

Concentración por Cuenta	Unidad	Temp (°C)	Tiempo (H)	Límite Permisible	Técnica
0	UFC/mL	37	24	2000 UFC/100ml	DCTCP

Balneario el Capoa (P2)

Concentración por Cuenta	Unidad	Temp (°C)	Tiempo (H)	Límite Permisible	Técnica
20	UFC/mL	37	24	2000 UFC/100ml	DCTCP

Balneario Sinchi Sacha (P3)

Concentración por Cuenta	Unidad	Temp (°C)	Tiempo (H)	Límite Permisible	Técnica
20	UFC/mL	37	24	2000 UFC/100ml	DCTCP

Unión río Inchillaqui (P4)

Concentración por Cuenta	Unidad	Temp (°C)	Tiempo (H)	Límite Permisible	Técnica
20	UFC/mL	37	24	2000 UFC/100ml	DCTCP

Bajo el puente vía Tena (P5)

Concentración por Cuenta	Unidad	Temp (°C)	Tiempo (H)	Límite Permisible	Técnica
0	UFC/mL	37	24	2000 UFC/100ml	DCTCP

4.4.3.3 Resultado del muestreo # 3.

Cuadro 51. Resultados del análisis de Coliformes totales en el agua del rio Misahuallí, muestreo 3.

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE COLIFORMES TOTALES EN LAS MUESTRAS DE AGUA DEL RÍO MISAHUALLÍ

TECNICA DETERMINACION DE COLIFORMES TOTALES POR CUENTA EN PLACA

MUESTREO # 3

FECHA: 21/08/2015

Puente vía Batancocha (P1)

Concentración por Cuenta	Unidad	Temp (°C)	Tiempo (H)	Límite Permisible	Técnica
0	UFC/mL	37	24	2000 UFC/100ml	DCTCP

Balneario el Capoa (P2)

Concentración por Cuenta	Unidad	Temp (°C)	Tiempo (H)	Límite Permisible	Técnica
30	UFC/mL	37	24	2000 UFC/100ml	DCTCP

Balneario Sinchi Sacha (P3)

Concentración por Cuenta	Unidad	Temp (°C)	Tiempo (H)	Límite Permisible	Técnica
0	UFC/mL	37	24	2000 UFC/100ml	DCTCP

Unión río Inchillaqui (P4)

Concentración por Cuenta	Unidad	Temp (°C)	Tiempo (H)	Límite Permisible	Técnica
0	UFC/mL	37	24	2000 UFC/100ml	DCTCP

Bajo el puente vía Tena (P5)

Concentración por Cuenta	Unidad	Temp (°C)	Tiempo (H)	Límite Permisible	Técnica
0	UFC/mL	37	24	2000 UFC/100ml	DCTCP

4.4.3.4 Sumatoria del análisis de coliformes totales en el agua.

A continuación se muestra la sumatoria de los resultados de coliformes totales en el agua del río Misahuallí.

Cuadro 52. Sumatoria de los análisis de coliformes totales en muestras de agua del río Misahuallí

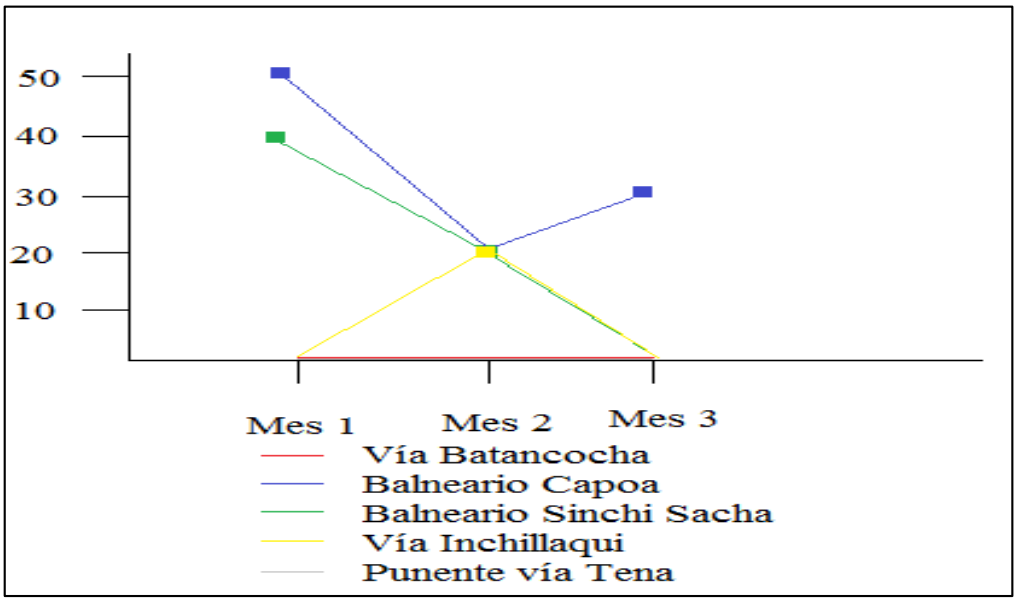
SUMATORIA DEL ANÁLISIS DE COLIFORMES TOTALES EN LAS MUESTRAS DE AGUA DEL RÍO MISAHUALLÍ

LIMITE PERMISIBLE 2000 UFC/100ml

# DE MUESTREO	PUENTE VÍA BATANCOCHA	CAPOA	SINCHI SACHA	INCHILLAQUI	PUENTE VIA TENA
MUESTREO 1	0	50	40	0	0
MUESTREO 2	0	20	20	20	0
MUESTREO 3	0	30	0	0	0
PROMEDIO		33	20	7	

4.4.3.4.1 Concentración de coliformes totales.

Cuadro 52. Líneas de tendencia de concentración de coliformes totales.



5 Discusión.

Para determinar la calidad de agua del río Misahuallí se analiza, reflexiona y compara.

- Identificación de descargas puntuales y afluentes.
- Resultados obtenidos del estudio de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua.
- Resultado del análisis de Coliformes totales presentes en el agua en función de los límites máximos permisibles.
- Resultados obtenidos del análisis de parámetros físicos y químicos del agua del río Misahuallí.
- Análisis de los resultados de la aplicación de la encuesta socio sanitaria.

Identificación de descargas puntuales y afluentes.

No se encontraron estudios ambientales de ningún tipo previo a la finalización de este trabajo investigativo para poder comparar datos sobre las descargas y afluentes que existen en el río Misahuallí. Se determinó la existencia de cuatro descargas puntuales que aportan un caudal en conjunto igual a 1,8 m^3/s y la existencia de tres afluentes que aportan 34,8 m^3/ s de agua al río Misahuallí. Esto provoca una disolución 19 / 1 de la carga contaminante de las descargas comparándolas con el aporte de los afluentes.

Macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de agua.

Se realizó el análisis de calidad ambiental del agua usando el índice de calidad biótica BMWP (sistema de monitoreo biológico), que asigna a las diferentes familias de macroinvertebrados un grado de tolerancia a la contaminación (cuadro 1), y que determina la clasificación de la calidad de agua según los resultados que se obtengan.

El Resultado del análisis de macroinvertebrados como indicadores biológicos, da una sumatoria del índice BMWP igual a 65, lo que corresponde a Clase II, de calidad aceptable con aguas ligeramente contaminadas.

Se determinó el número de macroinvertebrados encontrados y se les asignó el grado de tolerancia del índice BMWP, para encontrar la sumatoria del índice biológico y determinar la calidad del agua.

Las familias u órdenes más frecuentemente encontrados en el estudio son los siguientes:

Gripopterygidae, Polycentropodidae y Glossiphoniidae

Estos organismos toleran muy bien la contaminación, son organismos cosmopolitas, están en la cima de la cadena trófica de macroinvertebrados y sirven de alimento a los peces, estos macroinvertebrados habitan en lugares de corrientes rápidas, con materia orgánica y vegetación que es donde habitan sus presas (otros macroinvertebrados), son un indicador de una calidad de agua aceptable y son organismos que interactúan con el medio terrestre a lo largo de las diferentes etapas de su vida. (Alba J, 2005)

Un factor que afecta la población y distribución de los macroinvertebrados, son las características del fondo del curso del río, sedimentación excesiva, actividades antropogénicas, descargas de aguas domiciliarias, extracción de material pétreo y modificación del cauce del río que destruye su habitad, estos factores provocan una redistribución de algunas poblaciones hacia hábitats menos alterados y baja en el número de individuos de otra especie. Por lo cual este análisis va de la mano de un análisis físico y químico para tener una perspectiva más amplia de la calidad del agua. (González G, 2014)

Los órdenes de macroinvertebrados mayormente encontrados en el estudio son: Gripopterygidae, Polycentropodidae y Glossiphoniidae en menor medida Trichoptera, Plecóptera y Coleóptera los resultados que se obtuvieron presentan semejanzas con el estudio "caracterización de biota acuática en el curso Medio del río puyo como indicadores de Calidad ambiental" (Jiménez G, 2013).

Y el estudio "evaluación de la calidad del agua para uso recreacional y propuesta de plan de manejo en la micro cuenca del río estancias de la parroquia río negro- cantón baños provincia de Tungurahua" (Haro A, 2013) estos organismos macroinvertebrados son referencia de la buena calidad de agua del río. Ya que habitan en zonas de fondo rocoso con una alta concentración de oxigeno sin embargo, pueden habitar sitios contaminados levemente y con materia orgánica, pero esto se presenta solo en algunas familias como Blattellidae y Leptohyphidae (Haro A, 2013)

Cuadro 53. Características del curso del río en los puntos de muestreo de macroinvertebrados.

CARACTERISTICAS DE LOS PUNTOS DE MUESTREO	
Punto 1	Aguas rápidas poco profundas con mucha vegetación en las orillas, existen poblaciones cercanas río arriba.
Punto 2	Balneario turístico de aguas medianamente profundas con recientes actividades de extracción de material pétreo y descargas de aguas servidas, sin vegetación en las orillas.
Punto 3	Balneario turístico con antiguas actividades de extracción de material pétreo, con vegetación en las orillas y el río Punio un afluente impórtate y cercano al punto.
Punto 4	Aguas medianamente profundas, poca vegetación y área intervenida por extracción de piedras para constricción de muro de gaviones, afluente río Inchillaqui.
Punto 5	Aguas tranquilas y profundas, con vegetación abundante en las orillas, se aprecia materia orgánica y sedimentos.

Las poblaciones de macroinvertebrados están distribuidas geográficamente y son mayores en zonas con poca actividad antropogénica y abundante vegetación en las orillas, estas

poblaciones disminuyen en las zonas donde se realizaron actividades de extracción de recursos, alteraciones al medio acuático y carente de vegetación en las orillas.

Coliformes totales.

Las bacterias de este género (coliformes) se encuentran principalmente en el intestino de los humanos y de los animales, pero también son ampliamente distribuidas en la naturaleza, estas pueden estar presentes en el suelo, en los vegetales y el agua. (Bofill-Mas S, 2006)

Las Coliformes son introducidas en gran número a través de las descargas de aguas domiciliarias con heces humanas y también por heces de animales, estas bacterias son resistentes en el medio ambiente y pueden afectar la salud de las personas, producir vómitos diarrea e infección intestinal, se requieren de análisis específicos para las diferentes especies de esta familia. En el estudio se realizaron análisis de coliformes totales, no obstante no se descarta la presencia de coliformes fecales ya que existen descargas puntuales y estas están relacionadas directamente.

En los tres meses de muestreo se recolectaron muestras de agua en los cinco puntos establecidos y las concentraciones más altas de coliformes totales que se obtuvieron no sobrepasan el límite permisible para la concentración en aguas para uso recreacional.

Parámetros de calidad del agua

Oxígeno disuelto

La concentración de oxígeno disuelto en los cinco puntos durante los tres meses de muestreo se mantiene dentro de los límites permisibles con un promedio de 8,12 mg/L, cuando el límite mínimo permisible es de 6 mg/L (TULSMA, libro VI, Anexo I), esto debido a que en el curso del río el lecho es pedregoso y la mayor parte el agua se agita y golpea en las rocas

oxigenándola constantemente, creando los medios necesarios para mantener la función ecológica y mantener la vida acuática.

Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica de los puntos de muestreo en el periodo de tres meses está en un promedio de 27,5 µS/cm, y se encuentra dentro del límite permisible que va desde 5 µS/cm hasta 50 µS/cm (TULSMA, libro VI, Anexo I), pues el agua tiene la cantidad de sales en disolución que permite el desarrollo de la vida acuática propias de este medio.

Potencial de Hidrógeno

El pH es una medida que determina el grade de acidez o alcalinidad de una disolución en una escala que va de uno a siete, y se determina que para el agua de uso recreacional el valor óptimo es siete o neutro. En el estudio se obtuvo un promedio del pH en el río Misahuallí de seis punto nueve, por lo que los resultados del muestreo están dentro de los límites permisibles de seis coma cinco a ocho coma tres, para mantener la estabilidad del ecosistema acuático y las formas de vida que la habitan. (TULSMA, libro VI, 21013)

Fosfatos

En este análisis se encontraron concentraciones de fosfatos en promedio igual a 0,11 mg/L y el límite permisible es de 0,1 mg/L – 0,2 mg/L. Los fosfatos se encuentran en el ambiente en pequeñas cantidades que no afectan los ciclos biogénicos. El vertimiento de aguas de las descargas puntuales contribuye de manera importante en el aumento de las concentraciones en el agua y son de origen antropogénico, estas descargas contienen fertilizantes y detergentes. (TULSMA)

La proporción de fosfatos en el agua es importante pues actúa como nutriente de las plantas y en altas concentraciones (>0,2 mg/L) conlleva al crecimiento acelerado de algas en aguas estancadas y superficiales provocando eutrofización en casos extremos. (TULSMA)

Encuesta socio sanitaria

Se aplicó una encuesta encaminada a conocer la perspectiva de la población que habita en la cercanía del río Misahuallí, vía a la comunidad Batancocha, en el desvío hacia la comunidad Inchillaqui, y las personas que acuden a lavar ropa, bañarse y por recreación en los balnearios el Capoa y Sinchi Sacha.

Se calculó una población de 200 personas y la muestra fue de 60 personas entrevistadas, de las cuales 24 visitan el río cada mes o más y 36 acuden al río semanalmente a lavar ropa, refrescarse o bañarse, de estas solo 12 personas conocen la existencia de descargas de aguas domiciliarias cerca a los balnearios el Capoa y Sinchi Sacha.

De las 60 personas 30 han sufrido en algún momento de alguna reacción adversa en su salud creyendo ellos que se relaciona a la calidad del agua del río, las afecciones más comunes son enrojecimientos, picazón y algunos casos de tiña (tinea corporis) y hongos en la piel.

Las personas que habitan cerca al río conocen que se descarga aguas domiciliarias y creen que la calidad del agua es mala, como es el caso de las personas que habitan en el desvío hacia la comunidad Inchillaqui, estas personas usan frecuentemente el agua del río pues transitan por el lugar, ya no se bañan en el río porque han sufrido reacciones adversas en la piel especialmente en épocas de sequía cuando el caudal del río es menor a lo usual.

La calidad ambiental del agua del río Misahuallí se encuentra en la fase inicial de contaminación por el aporte de aguas domiciliarias provenientes del sistema de alcantarillado, las actividades antropogénicas de extracción de material pétreo en el balneario el Capoa que sin duda se ha extendido a una área considerable removiendo el fondo del río y aumentando los niveles de sedimentación río abajo.

El curso del río Misahuallí en la zona de estudio tiene las características de una cuenca hídrica media, el río es inclinado y pedregoso con vegetación en las orillas y ensanchamiento del curso del río (UNESCO, 2013).

6 Conclusiones.

Se determinó que el río Misahuallí recibe aporte de agua de tres afluentes identificados: río Punio, río Inchillaqui y río Ayapata que en conjunto aportan un caudal aproximado a 34,8 m^3/s, además recibe el vertido de agua de cuatro descargas puntuales de las cuales dos están ubicadas en el balneario el Capoa, otra descarga esta atrás del estadio Aurelio Espinoza que por medio de un canal abierto descarga el agua proveniente del sistema de alcantarillado 50 m abajo del balneario Sinchi Sacha, la última descarga identificada está en el límite del Barrio San Agustín con el río Misahuallí, estas cuatro descargas puntuales juntas aportan un caudal aproximado a 1,8 m^3/s.

En el análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua del río Misahuallí, se determinó que cumple con los niveles permisibles de concentración de oxígeno disuelto igual a 8,12 mg/l dentro de un rango > 6 mg/l. La conductividad eléctrica da un valor igual a 27,5 µs/cm y está dentro del límite de 5 µs/cm – 50 µs/cm este es un valor que no es estable, pero la disolución de sales en el agua es apto para el desarrollo de los organismos del medio. El potencial de hidrógeno da un valor de 6,9 y está dentro del límite permisible de 6,5 a 8,3 siendo lo óptimo un valor de 7, lo que ayuda a mantener estable la función ecológica del río regulando la alcalinidad y acidez del agua. Los fosfatos en los resultados se encuentran dentro de los límites permisibles 0,1 mg/l – 0,2 mg/l, dando un valor de 0,11 mg/l, el aporte de fosfatos al agua se atribuye a la presencia de fertilizantes y detergentes en las descargas puntuales, este elemento en concentraciones que exceden el límite puede provocar crecimiento acelerado de algas, plantas y eutrofización del agua estancada y superficial.

En los resultados la muestra con más colonias de coliformes totales es de 50 UFC / 100 ml y está dentro del límite permisible de 2000 UFC / 100 ml, las coliformes totales y coliformes fecales están relacionadas directamente y no se descarta la presencia de coliformes fecales en el agua y su presencia se atribuye a las descargas puntuales.

En el estudio de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua se identificaron 250 individuos de los ordenesGripopterygidae, Polycentropodidae y Glossiphoniidae en menor medida Trichoptera, Plecóptera y Coleóptera, en su mayoría son macroinvertebrados bentónicos, estos son organismos cosmopolitas y habitan en aguas con niveles moderados de contaminación, los macroinvertebrados se encuentran presentes en todo el curso del río, son numerosos en áreas con vegetación abundante en las orillas y su número disminuye en áreas que han sido intervenidas.

Para conocer si las personas que usan el agua del río Misahuallí han tenido afecciones en su salud se aplicó una encuesta cerrada asumiendo una población de 200 personas y la muestra fue de 60 encuestas aplicadas a las personas que usan el agua para recreación en los balnearios el Capoa y Sinchi Sacha y a las personas que viven cerca al río especialmente en el desvió a la comunidad Inchillaqui, 30 personas entrevistadas dicen que la calidad de agua del río no es buena ya que han tenido picazón y alergia en la piel al bañarse en el río cuando el caudal es menor a lo usual o río arriba que se remueve el fondo con maquinaria; una afección conocida y recurrente es la aparición de hongos en la piel y estas afecciones a su salud las atribuyen al uso del agua del río Misahuallí.

Los resultados obtenidos demuestran que el río Misahuallí recibe vertido de agua de cuatro descargas puntuales con un aporte conjunto de 1,8 m^3/s y tres afluentes: río Punio, río Inchillaqui y el río Ayapata con un aporte conjunto de 34,8 m^3/s, sumado a las características del curso del río, con una pendiente pronunciada, pedregoso con vegetación en las orillas excepto en áreas intervenidas, provoca una disolución de la carga contaminante vertida por las descargas puntuales, sin embargo las personas entrevistadas en algún momento especialmente en épocas de sequias han tenido reacciones alérgicas y tinea corporis en la piel al usar el agua del río Misahuallí para uso recreacional.

El agua del río Misahuallí cumple con los niveles permisibles de los parámetros: oxígeno disuelto, potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica, fosfatos y coliformes totales para el agua de uso recreacional de contacto primario; al aplicar el uso de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua y aplicar el índice de calidad biológica BMWP (monitoreo de Índice Biológico) se obtiene un índice igual a 65, según la sumatoria del índice biológico el agua del río Misahuallí clasifica dentro de la clase II, de Calidad aceptable con aguas ligeramente contaminadas.

7 Recomendaciones.

Informar, a las personas que usan el agua del rio Misahuallí para uso recreacional sobre la calidad de agua que utilizan para sus actividades, socializar los resultados obtenidos en este estudio y el problema que se puede generar si no se toman medidas para mitigar los efectos en la salud de las personas y el medio ambiente.

Se recomienda realizar una Evaluación Ambiental ya que la calidad oligotrófica del agua, la función ecológica, social y ambiental del río Misahuallí puede verse afectada por el vertido de aguas residuales, extracción de material pétreo, modificación del cauce del río, y no existen estudio sobre el río Misahuallí destinados a preservar la función ecológica, su vida acuática y los benéficos de tener una fuente de agua libre de contaminación.

A los actores gubernamentales, se recomienda capacitar e incentivar un turismo responsable y de aprovechamiento de recursos ecológicamente sostenibles en las instancias pertinentes para preservar los recursos naturales, además proponer planes, medidas (planta de tratamiento) y trabajos de obra pública en el sistema de alcantarillado y colectores de agua, destinados a realizar un saneamiento ambiental del río Misahuallí

8. Plan de acción para el manejo de la cuenca hídrica del río Misahuallí

Este plan de acción para el manejo de la cuenca hídrica del río Misahuallí consta de programas de intervención destinados a mantener la y preservar la cuenca hídrica y las funciones sociales y ambientales asociadas a esta.

El presente plan de acción para manejar la cuenca hidria del río Misahuallí en el área de estudio está constituido por cuatro programas de acción:

- Programa de capacitación y educación ambiental.
- **Programa de señalética.**
- **Programa de reforestación y conservación de la cuenca hídrica.**
- Programa de monitoreo y seguimiento.

Programa de capacitación y educación ambiental.

Este programa está destinado a capacitar y educar sobre manejo responsable de la cuenca hídrica y sus beneficios en el ambiente y la salud a las personas que habitan 100 metros a cada lado del margen del río Misahuallí dentro del área de estudio y a los habitantes del cantón Archidona

Objetivos.

Socializar conceptos ambientales integrales que contemplen al ambiente como un sistema ecológico natural en equilibrio entre lo biológico, el desarrollo humano.

Promover la toma de conciencia personal y colectiva sobre desarrollo sostenible.

Llevar adelante prácticas que involucren algún tipo de cambio social en las cuales se refleje la presencia como parte constitutiva de la educación ambiental sobre manejo de cuencas hídricas.

Acciones o prácticas.

Coordinación de acciones de capacitación.

Encuentros informativos y formativos con personal de municipios y comunas para determinar la situación actual de la microcuenca del río Misahuallí.

Capacitaciones a docentes y alumnos de colegios sobre la importancia de las cuencas hídricas en las actividades humanas.

Charlas con temáticas específicas sobre la problemática presente en el agua, suelo y Residuos sólidos urbanos enfocadas al manejo de cuencas hídricas.

Frecuencia de capacitación

Las capacitaciones serán dos capacitaciones al año un cada seis meses.

Costo de capacitación

Tendrá un valor de 700 dólares.

Medios de verificación

Registros de asistencia.

Facturas e informes de las charlas realizadas.

Programa de señalética

La señalética es una actividad que estudia las relaciones entre los símbolos y señales para modificar el comportamiento de las personas. Responde a la necesidad de orientación de los individuos en el espacio social.

En este programa de señalética se pretende enseñar y direccionar a las personas a la correcta utilización de los servicios, precautelar su vida y cuidar el medio ambiente, para estos se usará señalética informativa, preventiva y prohibitiva.

Objetivos

Diseñar y dotar de señalética fácil de entender en toda el área de estudio.

Modificar el comportamiento de las personas en los espacios públicos.

Planeación

En la realización de esta clase de proyectos es indispensable observar una estricta planeación para obtener resultados positivos. Para esto debemos de seguir los siguientes pasos críticos:

1. Análisis del problema.
2. 4. Análisis y desarrollo del programa de diseño.
3. Diseño del sistema de señales.
4. Determinar costos de producción
5. Producción de las señales.

Señalética a implementar

Según las actividades y características del área donde se colocara se propone la siguiente la señalética que será ubicada en número suficiente.

Figura 18. Señalética para informativa, preventiva y prohibitiva para el manejo ambiental del curso del río Misahuallí.

Frecuencia.

Se dotara de señalética informativa, preventiva y prohibitiva una vez a al año a los balnearios que se encuentran dentro del área de estudio.

Costo.

Colocación de 10 señalizaciones 50cm x 50cm entre informativos, preventivos y prohibitivos respectivamente se valora en 2000 dólares.

Medios de verificación

Fotografías de la señalética colocada.

Facturas

Registros

Programa de reforestación y conservación de la cuenca hídrica

Las cuencas hídricas de lagos, ríos, quebradas y ojos de agua, en muchos sitios naturalmente tienen cobertura vegetal que sirva como filtro natural para mantener las condiciones naturales adecuadas que aseguren la calidad del agua y evitar el deterioro y contaminación de la misma además las raíces brindan protección contra los elementos para mitigar la erosión del suelo. Por ello, es necesario establecer coberturas vegetales protectoras que contribuyan a garantizar la protección del recurso hídrico.

Objetivo

Reforestar las orillas del río en áreas intervenidas con especies de plantas nativas del lugar que tiendan a mejorar la estética, conservar la biodiversidad y evitar la erosión del suelo.

Acciones o pasos a seguir.

Determinar los lugares en los cuales se realizara la reforestación.

Determinar las especies de plantas que se usaran deacuerdo a las características del lugar.

Calcular el número de plantas que se necesitaran para una mejor reforestación.

Preparar el terreno y plantar.

Medir el porcentaje de mortalidad y replantar.

Impactos mitigados

Erosión del suelo.

Perdida de la biodiversidad de flora y fauna.

Contaminación del ambiente.

Posibles especies de vegetales a usar en la reforestación de la cuenca hídrica.

Cuadro 54. Especies vegetales a usar en la reforestación de la cueca hídrica del río Misahuallí.

ESPECIES FORESTALES

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Caoba	Sweietenia macrophylla
Cedro	Cedrela odorata
Guayacán	Tabebuia guayacán
Cedro espino	Bombacopsis quinata
Amarillo	Terminalia amazonia
Laurel	Cordia alliodora
Bateo	Carapa guianeneis
Ishpingo.	Amburana cearensis.
Balsa	Ochroma pyramidale

Costos de plántulas y siembra.

1000 plantas de diferentes especies 2000 dólares.

Medios de verificación

Fotografías de plantas sembradas

Registros

Facturas

Frecuencia anualmente

Una siembra al año.

Programa de monitoreo y seguimiento

En este programa se da seguimiento a las actividades que se realizan durante la ejecución del proyecto y después de finalizar, esto con el fin de mantener el mismo en el tiempo y que las actividades se desarrollen deacuerdo a lo previsto.

Objetivos

- Establecer y ejecutar un programa de monitoreo para controlar el cumplimiento de la ejecución correcta del plan de acción para el manejo de la cuenca hídrica.
- Mantener un registro de los resultados de las mediciones ambientales propuestas en el plan de acción.

Impactos mitigados

Sanciones por incumplimiento de normas ambientales vigentes.

Quejas y reclamos de la comunidad.

Frecuencia

Se realizara un monitorio de las operaciones cada seis meses, una vez concluida el proyecto se monitoreara el estado del proyecto una vez al año.

Medios de verificación

Facturas

Fotografías

Registros

Costos

500 dólares

Bibliografía.

Aguirre Alberto & Begoña g. de Bikuña. Conceptos básicos para la aplicación del caudal ecológico en los ríos ibéricos, 2008.

Alainos chica, elaboración, análisis e interpretación de encuestas, cuestionarios y escala de opinión, 2006.

Alba Javier, Isabel Pardo. Protocolos de muestreos y análisis de invertebrados bentónicos en el agua, 2005.

Bofill-Mas Silvia, Pilar Clemente-Casares. Efectos sobre la salud de la contaminación de agua y alimentos por virus emergentes humanos. Revista Española de Salud Pública, 2005.

Casal Enrique, Sociedad Latinoamericana para la Calidad. Grafica de Radar (Diagrama de Araña), 2000.

Constitución de la república del Ecuador. Sección segunda, ambiente sano, 2008.

COOTAD Código orgánico de organización territorial, autonomía y descentralización, de las funciones del Gobierno Autónomo descentralizado Municipal, 2010.

Dave Toysen, World visión, Manejo de cuencas, 2010.

GADMA, Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Archidona, Dirección de Planificación, 2015.

Giacometti V. Juan C. Fabián V. Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi, 2006.

Gianella Jiménez. Caracterización de biota acuática en el curso medio del río puyo como indicadores de calidad ambiental, 2013.

González German. El agua en los estudios de impacto ambiental. Caracterización de los efectos negativos o positivos sobre su calidad y cantidad. Revista era ecológica vol4, 2014.

Google Earth, Archidona-Napo-Ecuador, 2015.

(Hach Company, Hach Method, 10127, determinación de fosforo total.)

Haro Alexandra. Evaluación de la calidad del agua para uso recreacional y propuesta de plan de manejo en la micro cuenca del río estancias de la parroquia río negro- cantón baños provincia de Tungurahua, 2013.

Instituto Ecuatoriano de Normalización, NTE INEN 2176:2013, Calidad del agua y técnicas de muestreo, año 2013.

Jiménez Pablo Cuéllar, Soledad Vivas. Protocolo guadalmed, evaluación de la calidad ecológica, 2010.

Ley Orgánica de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua. De los recurso hídricos, 2009.

Lozano Liz Ortiz. La bioindicación de la calidad del agua: importancia de los macroinvertebrados en la cuenca alta del rio juan amarillo, cerros orientales de Bogotá, 2010.

M.C. Martín Arribas. Diseño y Validación de Cuestionarios, 2004.

Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición, vol. 9. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza), 2010.

Marroñas, Marzoratti, Vilches, Legarralde, Darrigra. Guía para el estudio de macroinvertebrados, Introducción a la metodología de muestreo y análisis de datos, 2010.

Mateu Enric, Jordi Casal, Centre de Recerca en Sanitat Animal, Universidad Autònoma de Barcelona, 2003.

Monzón A, C, Casado. Organización funcional de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos de un sistema fluvial de montaña, 2010.

Oscar Rojas Bustamante. Manual Básico para medir caudales, 2006.

Pablo Herrera, Universidad de Chile, Nociones Básicas de Estadística utilizadas en la Educación, 2008.

Quezada Perla. Proyecto fortalecimiento de la conservación y la generación de beneficios del refugio de vida silvestre cuero y salado, Análisis de agua, 2010.

Red de Revistas Científicas de América Latina, España y Portugal. 2010.

Ríos Blanca, Raúl Acosta, Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas, 2010.

Sánchez Herrera, Marjorie Josefina. El índice biológico BMWP (Biological Monitoring Working Party score), Universidad de Pamplona Colombia, 2005.

TULSMA Libro VI A NEXO IV, Revisión y actualización de la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes del recurso agua, 2013.

Vázquez Gabriela Silva, German Castro Mejía, Ignacio González Mora. Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua, 2006.

Yurley Yessica Giraldo, Luis Gabriel Orozco. Efectos de los Tensoactivos Aniónicos sobre el Medio Ambiente, 2012.

Anexos

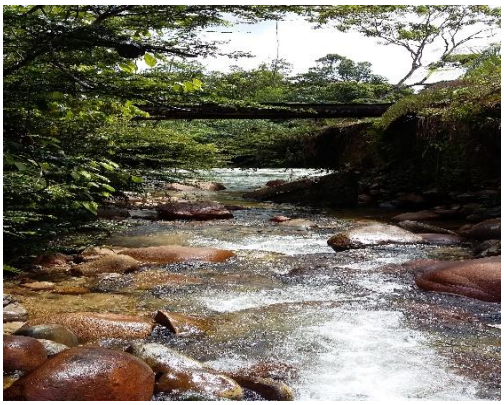
Afluentes del río Misahuallí.

Río Punio uniéndose al río Misahuallí.

Fotografía del río Punio.

Río Inchillaquí sector chaupi shungo

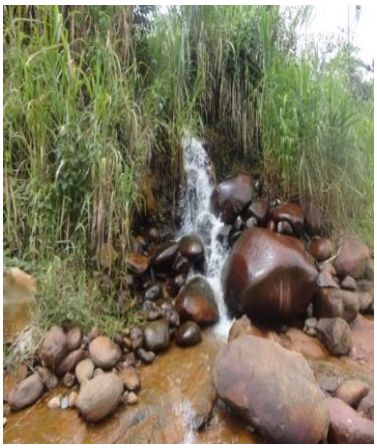
Río Inchillaquí uniendose al río Misahuallí.

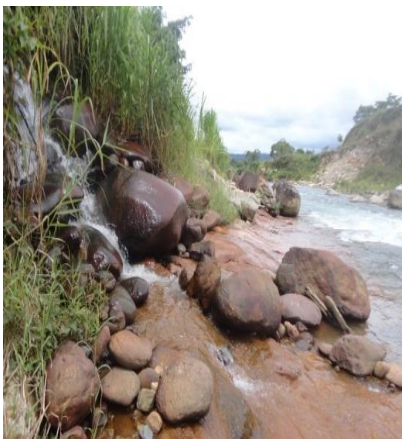


Fotografía del río Ayapata.

Río Ayapata uniéndose al río Misahuallí.

Descargas puntuales y afluentes.





Descarga puntual uno, río arriba del Balneario el Capoa.

Descarga puntual dos, frente al bar la choza en el sector el Capoa.

Descarga puntual tres, 50m atrás de estado Aurelio Espinoza desviada por un canal abierto hasta el sector Sinchi Sacha.

Canal Abierto de la descarga tres en el sector Sinchi Sacha.

Descarga puntual cuatro en el sector San Agustín, se unen dos descargas.

Puntos de muestreo de agua y macroinvertebrados.

Bajo el puente Vía Batancocha, punto de muestreo uno.

Balneario Capoa, punto de muestreo dos.

Río Misahuallí en el punto de muestreo dos

Balneario sinchi sacha, punto de muestreo tres

Rio Inchillaqui.

Unión con el río Inchillaqui, punto de muestreo cuatro.

Puente vía Tena, punto de muestreo cinco.

Puente vía al tena.

Puntos de aplicación de la encuesta.

Balneario el Capoa, punto de aplicación de encuesta uno.

Balneario Sinchi Saha, punto de aplicación de encuesta dos.

Desvío a la comunidad Inchillaqui, punto de aplicacion de encuesta tres.

Muestras macroinvertebrados.

Recolección de macroinvertebrados.

Identificación de macroinvertebrados.

Macroinvertebrados recolectados.

Medición de macroinvertebrados.

PLECOPTERA

Macroinvertebrados más comunes encontrados en el estudio.

Muestras de coliformes totales y muestras de agua.

Coliformes totales las muestras.

Colección de muestras de agua, rio Misahuallí.

Aforo de caudales.

Materiales para medir el caudal

Aforo por método del cubo.

Medición del caudal.

Aforo de la descarga dos.

Medición del acho y profundidad.

Medición de la velocidad, método de flotador.

Flotador en descarga dos.

Medición de la profundidad, descarga tres.

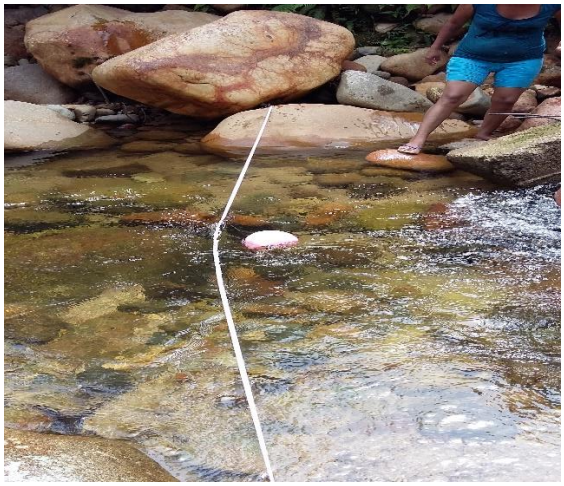
Registro de datos del aforo de caudal.

Medición del ancho del río Punio.

Cálculo de la velocidad en el aforo.

Medición de la profundidad.

Medición del ancho del río Inchillaqui



Medición del ancho del río Ayapata

Medición de la velocidad del agua del río Ayapata.