

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN QUÍMICA COHORTE 2019

Tema: Estudio de la influencia de contaminantes antropogénicas en las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de riego del canal Ambato - Huachi – Pelileo, en la provincia de Tungurahua.

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del Título de Cuarto Nivel de Magister en Química, mención Química Fisca.

Modalidad del Trabajo de Titulación: Proyectos de desarrollo

Autor: Ingeniero Edwin Rolando Almachi Quinatoa

Director: Químico Lander Vinicio Pérez Aldas, Magister

Ambato – Ecuador

2023

**A LA UNIDAD ACADÉMICA DE TITULACIÓN DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL.**

El Tribunal receptor del Trabajo de Titulación, presidido por: la Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg, e integrado por los señores: Ing. Nelly del Pilar Pazmiño Miranda, Mg, y el Ing. Daniel Alfonso Cabrera Valle, Mg, designados por la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Titulación con el tema: “Estudio de la influencia de contaminantes antropogénicas en las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de riego del canal Ambato - Huachi – Pelileo, en la provincia de Tungurahua” elaborado y presentado por el señor Ing. Edwin Rolando Almachi Quinatoa, para optar por el Título de cuarto nivel de Magíster en Magíster en Química mención Química Física, una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia Mg..
Presidente y Miembro del Tribunal

Ing. Nelly del Pilar Pazmiño Miranda, Mg
Miembro del Tribunal

Ing. Daniel Alfonso Cabrera Valle, Mg.
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Titulación presentado con el tema: “Estudio de la influencia de contaminantes antropogénicas en las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de riego del canal Ambato - Huachi – Pelileo, en la provincia de Tungurahua”, le corresponde exclusivamente a: Ing. Edwin Rolando Almachi Quinatoa, Autor, bajo la Dirección del Químico Lander Vinicio Pérez Aldas, Mg, Director del Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Edwin Rolando Almachi Quinatoa

c.c.: 0501982987

AUTOR

Químico Lander Vinicio Pérez Aldas

c.c.: 1802706596

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ing. Edwin Rolando Almachi Quinatoa

c.c.: 0501982987

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
A LA UNIDAD ACADÉMICA DE TITULACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL.	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xi
AGRADECIMIENTO	xii
DEDICATORIA.....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO	xiv
CAPÍTULO I.....	16
1.1. Introducción	16
1.2. Justificación.....	19
• CAPÍTULO II	22
2.1. Estado del arte	22
2.1.1. Calidad Ambiental del agua del canal de riego Ambato-Huachi-Pelileo	22
2.1.2. Propiedades del agua	25
2.1.3. Características fisicoquímicas y biológicas del agua.....	26
2.1.4. Factores que afectan la calidad del.....	27
2.1.5. Contaminación del Agua	28
2.1.6. Contaminación de los ríos	30
2.1.7. Características fisicoquímicas de los ríos.....	31
2.1.8. Actividades Antrópicas en los ríos	31
2.1.9. Sistema de riego Ambato Huachi Pelileo	34
2.1.10. Componente productivo del canal de riego Ambato Huachi Pelileo.....	35
2.1.11. Componente social del canal de riego Ambato Huachi Pelileo.....	38

2.1.12. Componente infraestructura del canal de riego Ambato Huachi Pelileo.....	40
2.1.13. Componente Ambiental del canal de riego Ambato Huachi Pelileo	41
2.1.14. Determinación de superficies susceptibles de riego presurizado.....	42
2.1.15. Parámetros para el agua de consumo humano en el Ecuador.....	42
2.1.16. Programa de monitoreo y muestreo de aguas	43
2.1.17. Índice De Calidad Del Agua (ICA)	47
2.2. Objetivos	50
2.2.1. General	50
2.2.2. Específicos.....	50
• CAPÍTULO III.....	51
3.1. Metodología	51
3.1.1. Métodos	55
3.1.2. Tipo de Investigación	70
3.1.3. Hipótesis	72
3.1.4. Variables de la Hipótesis	73
• CAPÍTULO IV.....	74
4.1.1. Plan de monitoreo del canal de riego Ambato Huachi Pelileo	74
4.1.2. Análisis de los resultados de los parámetros fisicoquímicos del agua del Canal de riego Ambato Huachi Pelileo	74
4.1.4. Determinación del Índice de Calidad General del Agua NSF.....	60
4.1.5. Realizar una propuesta de tratamiento para el agua de riego del canal Ambato Huachi-Pelileo aplicando métodos electroquímicos de remoción de contaminantes.	62

4.2. Análisis de Resultados.....	62
4.2.1. Plan de monitoreo de la calidad del agua Canal de riego Ambato Huachi Pelileo.....	62
4.2.2. Análisis de Resultados de las tres campañas de muestreo.....	63
Análisis Microbiológicos.....	63
4.2.3. Determinación del Índice de Calidad del Agua UWQI.....	75
4.2.4. Propuesta de tratamiento para el agua de riego del canal Ambato Huachi-Pelileo aplicando métodos electroquímicos de remoción de contaminantes	79
4.3. Verificación de Hipótesis	81
• CAPÍTULO V	86
5.1. Conclusiones	86
5.2. Recomendaciones	87
• BIBLIOGRAFÍA.....	89
• ANEXOS.....	96
• ANEXO 1.....	96
• ANEXO 2.....	97
• ANEXO 3.....	104
• ANEXO 4.....	105
• ANEXO 5.....	126
• ANEXO 6.....	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cantones que abarcan los puntos de muestreo en canal Ambato Huachi-Pelileo	21
Tabla 2. Factores antrópicos en las zonas rurales y urbanas	32
Tabla 3. Componente productivo del canal de riego Ambato Huachi Pelileo	36
Tabla 4. Superficie del sistema de riego	41
Tabla 5. Requisitos físicos y químicos del agua para consumo humano	43
Tabla 6. Calidad del agua asociada al valor del ICA (Escala de clasificación del ICA – NSF).....	47
Tabla 7. Valores relativos asignados a cada variable según el ICA-NSF.....	48
Tabla 8. Puntos de muestreo, código de muestras y coordenadas geográficas	52
Tabla 9. Justificativos en la determinación de los puntos de muestreo del canal de riego Ambato Huachi-Pelileo.....	56
Tabla 10. Escala de clasificación del ICA	70
Tabla 11. Justificativos en la determinación de los puntos de muestreo de aguas naturales y superficiales	71
Tabla 12. Elementos y Componentes analizados en el diseño experimental	72
Tabla 13. Resultados de los parámetros fisicoquímicos analizados en los puntos 1 al punto 5 tomadas en las tres campañas de muestreo.....	58
Tabla 14. Resultados de los parámetros fisicoquímicos analizados en los puntos 6 al punto 10 muestreados en las dos campañas.....	59
Tabla 15. Evaluación del Índice de Calidad del Agua según el criterio general de UWQI. Valores del ICA de la fase 1, fase 2 y fase 3	61
Tabla 16. Resultados preliminares del Análisis de varianza de un factor para Oxígeno Disuelto.....	64
Tabla 17. Valores de referencia para la conductividad en el agua de riego	65
Tabla 18. Resultados preliminares del Análisis de varianza de un factor para concentración de plomo	70
Tabla 19. Resultados de DBO5 mgO2/L en ambas fases de muestreo.....	72
Tabla 20. Según la clasificación de la dureza por CaCO3 en el agua por la Organización Mundial de la Salud (OMS).....	74
Tabla 21. Valores del Índice de Calidad del Canal de Riego AHP, Fase 1 Evaluación del Índice de Calidad del Agua según el criterio general de UWQI	76

Tabla 22. Clasificación de la Calidad del Agua según el UWQI-IDEAM	77
Tabla 23. Análisis de varianza (Anova simple de un factor) parámetro oxígeno disuelto	82
Tabla 24. Análisis de varianza (Anova simple de un factor) parámetro DBO.....	82
Tabla 25. Análisis de varianza (Anova simple de un factor) parámetros sólidos totales	83
Tabla 26. Análisis de varianza (Anova simple de un factor) parámetros sólidos suspendidos	83
Tabla 27. Análisis de varianza (Anova simple de un factor) parámetro conductividad	83
Tabla 28. Análisis de varianza (Anova simple de un factor) parámetro dureza	84
Tabla 29. Análisis de varianza (Anova simple de un factor) parámetro plomo.....	84
Tabla 30. Análisis de varianza (Anova simple de un factor) parámetro potencial de hidrógeno	84
Tabla 31. Análisis de varianza (Anova simple de un factor) parámetros sólidos disueltos	85
Tabla 32 Análisis de varianza (Anova simple de un factor) parámetro DQO	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fuentes de contaminación del agua.....	24
Figura 2. Esquematización gráfica del sistema de riego del canal Ambato Huachi Pelileo en la provincia de Tungurahua.....	35
Figura 3. Curvas de calidad de DBO y STD.....	48
Figura 4. Curvas de calidad de turbidez y CF.....	48
Figura 5. Curvas de calidad de NO ₃ -1 y PO ₄	49
Figura 6. Curvas de calidad de temperatura y pH.....	49
Figura 7. Curvas de calidad de OD.....	49
Figura 8. Mapa Sectorial Canal de Riego Ambato Huachi Pelileo.....	53
Figura 9. Puntos de muestreo a lo largo de la zona de estudio AHP	53
Figura 10. Determinación de pH.....	58
Figura 11. Diagrama de flujo para la determinación de metales pesados por espectrofotometría.....	59
Figura 12. Medición de metales pesados Mediante el Espectrofotómetro de Absorción Atómica PG INSTRUMENTS AA500 con horno de grafito.	59
Figura 13. Medición de la turbidez utilizando el turbidímetro portátil TN400 TURBIDITY	60
Figura 14. Determinación de Oxígeno Disuelto mediante método yodométrico.....	61
Figura 15. Determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) mediante espectrofotómetro.....	62
Figura 16. Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno se determinó mediante el equipo OxiTop.....	63
Figura 17. Determinación de sólidos suspendidos totales	64
Figura 18. Determinación de sólidos disueltos totales por método gravimétrico	66
Figura 19. Flujograma de sólidos totales	67
Figura 20. Diagrama de flujo de la conductividad.....	68
Figura 21. Diagrama de flujo de la dureza.....	69

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico. 1. Resultados de Oxígeno Disuelto en mgO ₂ /L en ambas fases de muestreo.	65
Gráfico. 2. Resultados de Conductividad en mgO ₂ /L en las fases de muestreo	66
Gráfico. 3. Resultados de Turbidez en UNT en ambas fases de muestreo	67
Gráfico. 4. Gráfico 4. Resultados de pH en ambas fases de muestreo.....	68
Gráfico. 5. Resultados de concentraciones de Plomo en ambas fases de muestreo	70
Gráfico. 6. Resultados de Demanda Química de Oxígeno mgO ₂ /L en ambas fases de muestreo.....	71
Gráfico. 7. Resultados de Sólidos totales mg/L en ambas fases de muestreo.....	73
Gráfico. 8. Resultados de Sólidos suspendidos mg/L en ambas fases de muestreo.....	74
Gráfico. 9. Resultados de dureza en ambas fases de muestreo	75

AGRADECIMIENTO

En especial a mis queridos Padres, Estelita Quinatoa y Enrique Almachi, a mis extraordinarios Hijos: Israel, Kennan y Belén, a mí querido nieto Deyvid, a mis hermanos, sobrinos, a mis tíos y tías. Que con su cariño, amor y sabiduría me dieron toda la fuerza y comprensión para culminar esta meta anhelada.

A todas las personas cercanas en mi vida, por las palabras de aliento y motivación.

Gracias por todo.

DEDICATORIA

Agradecer a Dios por darme una nueva oportunidad de seguirme preparando. A la Universidad Técnica de Ambato por brindarme la especialidad en Química, a mis estimados Profesores de Maestría, que impartieron su conocimiento. En especial al Ing. Freddy Lema MSc., al Doctor Lander Pérez, a mis profesores evaluadores: Ing. Nelly Pazmiño MSc. y al Ing. Daniel Cabrera MSc., por todo el apoyo brindado, para concluir este sueño.

Con estima y humildad, Edwin Rolando Almachi
Quinatoa

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

MAESTRÍA EN QUÍMICA

TEMA:

“Estudio de la influencia de contaminantes antropogénicas en las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de riego del canal Ambato - Huachi – Pelileo, en la Provincia de Tungurahua.”

MODALIDAD DE TITULACIÓN: Proyectos de desarrollo

AUTOR: Ingeniero Edwin Rolando Almachi Quinatoa

DIRECTOR: Químico, Lander Vinicio Pérez Aldás

FECHA: 28 de septiembre de 2023

RESUMEN EJECUTIVO

El canal de riego Ambato Huachi - Pelileo es altamente reconocido como uno de los sistemas de riego más prominentes en la provincia de Tungurahua. Su alcance abarca a más de 14,000 usuarios, cuyo principal enfoque son las actividades agrícolas. La fuente de agua para este canal proviene del río Ambato, situado a una altitud de aproximadamente 2940 metros sobre el nivel del mar. Con una extensión de 45 km, este sistema de riego atraviesa tres cantones importantes en la provincia: Ambato, Cevallos y Pelileo. Frente a los resultados obtenidos, la presencia de coliformes totales de los dos efluentes de agua estudiados, presentar niveles por encima del límite máximo según las legislaciones internacionales y ecuatoriana, tal como Health and Ecological Criteria Division y la Agencian de Protección de Estados Unidos (EPA), fue establecido un límite de 2 UFC/mL. El objetivo es estudiar la influencia de contaminantes antropogénicos presentes en el agua de riego y uso doméstico del canal Ambato-Huachi-Pelileo, mediante la realización de un muestreo representativo y la aplicación de métodos de análisis de laboratorio estandarizados, para la evaluación del impacto de los contaminantes en la calidad del agua y en las características tanto fisicoquímicas como microbiológicas. La evidente contaminación se ve influenciada por la falta de plantas de tratamiento de aguas residuales, temperaturas ambientales que contribuyen a la

proliferación de bacterias en las aguas superficiales, siendo los puntos 2, 4 y 8 aptas para el consumo al ser inferiores a los estándares, mientras que las muestras 3, 5 y 10 en el canal de riego fueron los únicos que están por debajo de lo permitido. Mediante los resultados obtenidos de los análisis que se realizó al canal de riego Ambato Huachi-Pelileo, en la actualidad presenta una alta contaminación con coliformes fecales en este canal hace que se torne como un punto de riesgo para la salud, la presencia de estos microorganismos, los valores de ICA indican que un tratamiento para la reducción de contaminantes es urgente para mejorar la calidad del agua y del personal que lo consumen.

Palabras clave: Riesgo ambiental, muestreo, canales de riego, contaminación, aguas residuales.

CAPÍTULO I

1.1. Introducción

Ambato es una ciudad ecuatoriana, capital de la provincia de Tungurahua, ciudad conocida también como la cuna de los Tres Juanes, Jardín del Ecuador, Ciudad de las Flores, Frutas y Pan y Tierrita Linda. La población ambateña ha sido admirada por años por su espíritu emprendedor y trabajador, el cual ha permitido que la ciudad crezca con una gran variedad de actividades, además, su ubicación geográfica genera grandes beneficios a la ciudad, ya que, se encuentra en el centro de la zona interandina, lo cual la convierte en uno de los cantones de mayor aprovechamiento económico siendo sus principales actividades en el campo agrícola y ganadero (Bonifaz & Hernández, 2016).

Ambato originalmente se situó a la orilla del río que lleva su nombre, en un barrio cuya extensión iba desde lo que actualmente se conoce como Socavón, siendo su fundador Sebastián de Benalcázar en el año 1535. En 1756 Ambato tenía a 150 familias españolas y 6000 indígenas lo que ascendió a Ambato a considerarse una Villa, designación otorgada por el Virrey de Nueva Granada. El 12 de noviembre de 1820 Ambato se independiza, anteriormente el cantón Ambato formaba parte de la provincia de Chimborazo, desde entonces la municipalidad de Ambato ha luchado por el porvenir del cantón y a partir de 1945 se realizan las elecciones para alcalde de la ciudad, si bien, la municipalidad atiende las necesidades de la población, es en la actualidad que ha decidido no solamente ver el bienestar de la población, sino también del medio ambiente, sobre todo de la calidad del agua en los canales de riego(GAD Municipalidad de Ambato, n.d.).

Gran parte de su población se ha dedicado a actividades como la agricultura y la ganadería, teniendo un 40% de habitantes realizando labores en el área de la agricultura gracias a la calidad de los suelos Ambateños fértiles de origen volcánico (Franco-Crespo et al., 2019). La agricultura en Ambato depende altamente de sistemas de riego suplementario, por lo que implementar Agua de Riego en las zonas de cultivo conlleva a una mejor administración de este recurso hídrico y proporciona una mayor sostenibilidad alimentaria (Bayas & Lourdes, 2017).

Instituciones gubernamentales ecuatorianas como la secretaria nacional del Agua, menciona que el agua es un recurso natural básico para la vida del ser humano, animales y vegetales. A su vez, el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca

(MAGAP), manifiesta que el agua: “Es un elemento esencial para el desarrollo agrícola sostenible; su aprovechamiento, utilización y conservación constituyen elementos fundamentales en cualquier estrategia de desarrollo” (Cepeda et al., 2017). Lo anterior hace hincapié en la importancia del uso continuo del recurso hídrico en el riego de los productos agrícolas de forma que se logre promover una alimentación orgánica saludable y una fuente generadora de empleo para el crecimiento económico del país (Gómez & Muñoz, 2015).

Una forma de fuente continua de riego son los canales hídricos como el canal Ambato - Huachi – Pelileo establecido en 1985, que se encuentra ubicada en el kilómetro 8 vía Baños y recoge sus aguas del Río Ambato en la cota 2940 msnm. Este canal cuenta con 25 km de canal abierto y 12 km por túneles. Su gran extensión geográfica abarca el sector de Aguajan y termina en el caserío Guantugsumo cerca de Pelileo (Yanza Espinoza, 2019). El canal cuenta con 18 ramales, que brindan su servicio a 14404 usuarios de los sectores de Ambato, Picaihua, Totoras, Montalvo, Huachi, Cevallos, Pelileo, Cuchibamba, Salasaca y Benítez (Coba-Molina & Díaz-Córdova, 2014). Alrededor del 10% de este recurso se destina a la Empresa Municipal de Agua Potable de Ambato (Emapa) para potabilización de agua y abastecimiento de agua para el cantón (Carrera, 2017).

Dentro de la producción agrícola del sistema de riego se ve beneficiado los sectores de Terremoto, Montalvo y Cevallos, dado la gran variedad de cultivos que se encuentran en las mismas. En el sector de Terremoto existe una mayor cantidad de sembríos de manzana, mora, pera, durazno, claudia, papa, alfalfa, maíz; en el sector de Montalvo se produce ciruelo, hortalizas, mora, cebolla; el sector de Cevallos posee taxo, granadilla, durazno, mora y manzana; y en el sector de Benítez se cosecha zanahoria, col de bruselas, papa, pastizales y maíz, todos estos productos de gran riqueza alimenticia (Cepeda et al., 2017). La provincia de Tungurahua al igual que la provincia de Pichincha son las provincias consideradas con mayor cantidad de empresas, siendo la principal Pichincha, por otro lado en tema de exportación de capital la provincia de Tungurahua sobre sale con un 94% a comparación de Pichincha que llega a un 78%, a pesar de no ser un análisis actual, se cree que se mantiene dicha diferencia, los principales campos o áreas en las que se enfocan los sectores de producción en

Tungurahua son: alimentos y bebidas, construcción, cuero y calzado, maderero, metálico y eléctrico, productos químicos, textiles y otros (Mantilla et al., 2013).

Un claro problema que ha ido tomando fuerza conforme las ciudades crecen económicamente, comercialmente y demográficamente es la necesidad de la ciudadanía de contar con espacios libres de contaminación, en donde puedan tener contacto directo con la naturaleza, según estudios realizados en la ciudad de Ambato uno de los aspectos naturales más contaminados o afectados es el agua, un caso puntual a mencionar es el paseo ecológico de la ciudad, mismo que se encuentra a orillas del río Ambato, en el sector de Ficoa perteneciente a la parte occidental de la ciudad, se cree que una de las principales causas de afectación de este río es la contaminación ambiental por heces fecales, sólidos suspendidos, entre otras, lo cual, produce un olor fétido que causa molestia a los habitantes del sector (Mayorga, 2016).

En Ambato barrios aledaños al paseo ecológico descargan sus aguas servidas al río, contaminándolo con un sin número de microorganismos y olores nauseabundos, además, de la clara presencia de sólidos disueltos, por lo cual, se ha evidenciado la necesidad de recuperar las 15.34 hectáreas que conforman el paseo ecológico, para convertirse en un pulmón más de este hermoso cantón. El Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio de Ambato (GADMA) ha expresado preocupación por la situación ambiental del cantón, de forma textual a citado lo siguiente "existe niveles muy significativos de contaminación especialmente de los cursos hídricos y particularmente del río Ambato. Las descargas industriales en su gran mayoría están muy por encima de los límites permitidos en la normativa nacional y tampoco existe al momento un tratamiento previo eficiente para las descargas domésticas", queda en evidencia que las descargas domésticas no son el único factor contaminante del río Ambato y de los ríos que se conectan con el mismo (Mayorga, 2016). La contaminación hídrica se origina principalmente de actividades industriales, domésticas y agropecuarias (Tirado Guamán, 2013). Actualmente, con el desarrollo de la industrialización se genera una gran cantidad de residuos, muchos de ellos, desechados directamente al agua. Sumado a esto, los trabajos agrícolas producen vertidos de pesticidas, fertilizantes, restos orgánicos de animales y plantas que contaminan de una forma difusa pero muy notable las aguas causando mayores índices de contaminación biológica. Toda esta contaminación en conjunto con la poca higiene, la falta de procesos de biorremediación y reforestación de las zonas de Tungurahua han perjudicado al canal

de riego Ambato-Huachi-Pelileo, causando su elevación en los índices de contaminación biológica (Quingaluis, 2019)

En el campo textil el principal sector productor es Pelileo, que representa el 6% de la provincia de Tungurahua, cuenta con 9 parroquias su población es de 56,6 mil habitantes representando el 11,2 % de pobladores de toda la provincia. Los habitantes de Pelileo según el último censo de población y vivienda realizado en el 2010 se dedican en un 42% a la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, el 26,6% a la industria manufacturera y tan solo un 30,8% a otras actividades (INEC, n.d.), según estos valores estadísticos obtenidos, se puede esperar una alta contaminación presente en los canales de riego, varios moradores se han quejado, puesto que, el líquido vital que usan para regar sus cultivos o dar de beber a sus animales de criaderos tiene un color turbio y además desprende olores desagradables, convirtiéndose en un problema sanitario que se extiende a lo largo del canal Huachi – Pelileo, mismo que recoge sus aguas del Rio Ambato en la cota 2940 msnm, distribuyendo el agua desde la ciudad de Ambato hasta Pelileo a través de los 45 kilómetros que forman el canal principal y a su vez sus canales secundarios (Piedra & Morales, 2019)

1.2. Justificación

La mayor parte del consumo del agua en el Ecuador se destina al riego, estimándose su uso en un 80% del consumo total. El agua de riego en el sector agrícola se puede encontrar en lugares tales como, acequias y tuberías a presión estos son los medios por los cuales se distribuye a sus diferentes sectores de servicio. Por ello es importante determinar la calidad del agua que se aplica en los diversos cultivos (Carabalí et al., 2019).

El problema que se pretende resolver con el presente proyecto es lograr que la Junta de riego Ambato-Huachi-Pelileo mantenga su calidad del agua dentro de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos estables permisibles, basados en la norma ministerial 097, además del índice de calidad del agua (ICA), logrando así la disminución del nivel de contaminación causada por residuos de la producción industrial, metalurgia, escurrimiento de pesticidas, agricultura química, desechos domésticos, entre otros, puesto que, estos inciden directamente las características físicas, químicas y microbiológicas de plantas y productos agrícolas de consumo humano masivo, además de afectar la calidad de vida de los moradores de los sectores aledaños al canal Huachi –

Pelileo (Piedra & Morales, 2019).

Las grandes cantidades de contaminación ha obligado a los habitantes del canal Ambato-Huachi - Pelileo a limitar el uso de agua de riego en sus cultivos causando graves pérdidas y problemas económicos (Quingaluisa Parra, 2019), por lo cual, al mantener y regular los índices de calidad del canal de riego se logra beneficiar a los usuarios del sistema de riego Ambato Huachi Pelileo, en el que se considera alrededor de 14648 familias, quienes destinan su completa producción de hortalizas y frutas a los principales mercados locales no solo del cantón Cevallos, sino también, de mercados de gran abasto de las ciudades de Ambato, Riobamba y Latacunga. Además, el beneficio incluye a los proveedores de fresa y mora a empresas privadas como la Corporación Favorita S.A y otras marcas nacionales. Incluso el autoconsumo podrá ser más recurrente y en mayor porcentaje al igual que la venta y distribución de los productos agrícolas (Garbanzo et al., 2017).

Para un mayor alcance se busca realizar un estudio experimental con toma de muestras en el que se consideren diferentes puntos alrededor del canal de Ambato Huachi Pelileo, estas tomas esperan contar con 10 puntos de muestreos que van desde la parroquia de San Antonio de Pasa hasta la parroquia de Querochaca. La muestra 1 se tomará en el canal Huachi-Pelileo a 2 km de la parroquia de Pasa. La muestra número 2 será tomada en la zona oeste de la parroquia de Santa Rosa, y la muestra 3 en la zona este de la misma. Por otro lado, la muestra número 4 será recolectada de la zona oeste de Huachi Grande y la quinta muestra en la zona este. Así mismo, la muestra 6 se obtendrá en Montalvo zona noroeste, mientras que la muestra 7 en la zona suroeste. En el cantón Cevallos, se obtendrán las muestras 8 y 9 del noroeste y sureste respectivamente. Finalmente, la muestra 10 se recogerá a pocos kilómetros del campus de Querochaca de la Universidad Técnica de Ambato. Dicho estudio beneficiará al Gobierno Provincial de Tungurahua para la caracterización de la calidad del agua del canal de Huachi-Pelileo, así como también para beneficio del Gobierno de la Municipalidad de Ambato y a la comunidad en generarlo.

Tabla 1. Cantones que abarcan los puntos de muestreo en canal Ambato Huachi-Pelileo

Cantones	Beneficiados
Ambato	12938
Pelileo	1582
Cevallos	128
Total	14648

Fuente: (Censos, 2015)

CAPITULO II

2.1. Estado del arte

2.1.1. Calidad Ambiental del agua del canal de riego Ambato-Huachi-Pelileo

Un claro problema que ha ido tomando fuerza conforme las ciudades crecen económicamente, comercialmente y demográficamente es la necesidad de la ciudadanía de contar con espacios libres de contaminación, en donde puedan tener contacto directo con la naturaleza, según estudios realizados en la ciudad de Ambato uno de los aspectos naturales más contaminados o afectados es el agua, un caso puntual a mencionar es el paseo ecológico de la ciudad, mismo que se encuentra a orillas del río Ambato, en el sector de Ficoa perteneciente a la parte occidental de la ciudad, se cree que una de las principales causas de afectación de este río es la contaminación ambiental por heces fecales, sólidos suspendidos, entre otras, lo cual, produce un olor fétido que causa molestia a los habitantes del sector (Mayorga, 2016). En Ambato barrios aledaños al paseo ecológico descargan sus aguas servidas al río, contaminándolo con un sin número de microorganismos y olores nauseabundos, además, de la clara presencia de sólidos disueltos, por lo cual, se ha evidenciado la necesidad de recuperar las 15.34 hectáreas que conforman el paseo ecológico, para convertirse en un pulmón más de este hermoso cantón. El Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio de Ambato (GADMA) ha expresado preocupación por la situación ambiental del cantón, de forma textual a citado lo siguiente "existe niveles muy significativos de contaminación especialmente de los cursos hídricos y particularmente del río Ambato. Las descargas industriales en su gran mayoría están muy por encima de los límites permitidos en la normativa nacional y tampoco existe al momento un tratamiento previo eficiente para las descargas domésticas", queda en evidencia que las descargas domésticas no son el único factor contaminante del río Ambato y de los ríos que se conectan con el mismo (Mayorga, 2016). La contaminación hídrica se origina principalmente de actividades industriales, domésticas y agropecuarias (Tirado Guamán, 2013). Actualmente, con el desarrollo de la industrialización se genera una gran cantidad de residuos, muchos de ellos, desechados directamente al agua. Sumado a esto, los trabajos agrícolas producen vertidos de pesticidas, fertilizantes, restos orgánicos de animales y plantas que contaminan de una forma difusa pero muy notable las aguas causando mayores índices de contaminación biológica. Toda esta contaminación en conjunto con la poca higiene, la falta de procesos de biorremediación y reforestación de las zonas de Tungurahua han

perjudicado al canal de riego Ambato-Huachi-Pelileo, causando su elevación en los índices de contaminación biológica (Quingaluis, 2019) En el campo textil el principal sector productor es Pelileo, que representa el 6% de la provincia de Tungurahua, cuenta con 9 parroquias su población es de 56,6 mil habitantes representando el 11,2 % de pobladores de toda la provincia. Los habitantes de Pelileo según el último censo de población y vivienda realizado en el 2010 se dedican en un 42 % a la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, el 26,6 % a la industria manufacturera y tan solo un 30,8 % a otras actividades (INEC, n.d.), según estos valores estadísticos obtenidos, se puede esperar una alta contaminación presente en los canales de riego, varios moradores se han quejado, puesto que, el líquido vital que usan para regar sus cultivos o dar de beber a sus animales de criaderos tiene un color turbio y además desprende olores desagradables, convirtiéndose en un problema sanitario que se extiende a lo largo del canal Huachi – Pelileo, mismo que recoge sus aguas del Rio Ambato en la cota 2940 msnm, distribuyendo el agua desde la ciudad de Ambato hasta Pelileo a través de los 45 kilómetros que forman el canal principal y a su vez sus canales secundarios (Piedra & Morales, 2019).

En general, la calidad del agua se define principalmente por su composición física, química, biológica y radiactiva y, en consecuencia, por los efectos que sus constituyentes pueden causar al medio ambiente. Considerando que ciertos usos requieren un estricto control de la calidad del agua; además, los estándares de calidad para el consumo humano, la industria y el riego varían enormemente. Como resultado de sus usos y considerando sus características, varias organizaciones han establecido normas y estándares específicos de calidad del agua. A su vez, la calidad del agua comprende la combinación del número de microorganismos, concentraciones de compuestos químicos y propiedades físicas; por lo tanto, los estudios interdisciplinarios proporcionan los mejores efectos con fines de estudio.

La calidad de las aguas subterráneas o superficiales es una función de las influencias naturales y las actividades humanas, ya sea de forma individual o colectiva. Sin la influencia humana, la calidad del agua se vería influida únicamente por procesos naturales como la meteorización de los minerales del lecho rocoso, procesos atmosféricos que involucran evapotranspiración, deposición de polvo y sal por el viento, lixiviación natural de materia orgánica y nutrientes del suelo, factores hidrológicos que conducen a la escorrentía y procesos biológicos en el medio acuático que pueden

provocar cambios en la composición física y química del agua. Por tanto, el agua en el entorno natural puede contener sustancias disueltas, así como materia particulada no disuelta. Los minerales y las sales disueltas son componentes necesarios del agua de buena calidad, ya que ayudan a mantener la salud y la vitalidad de los organismos que dependen de este servicio del ecosistema.

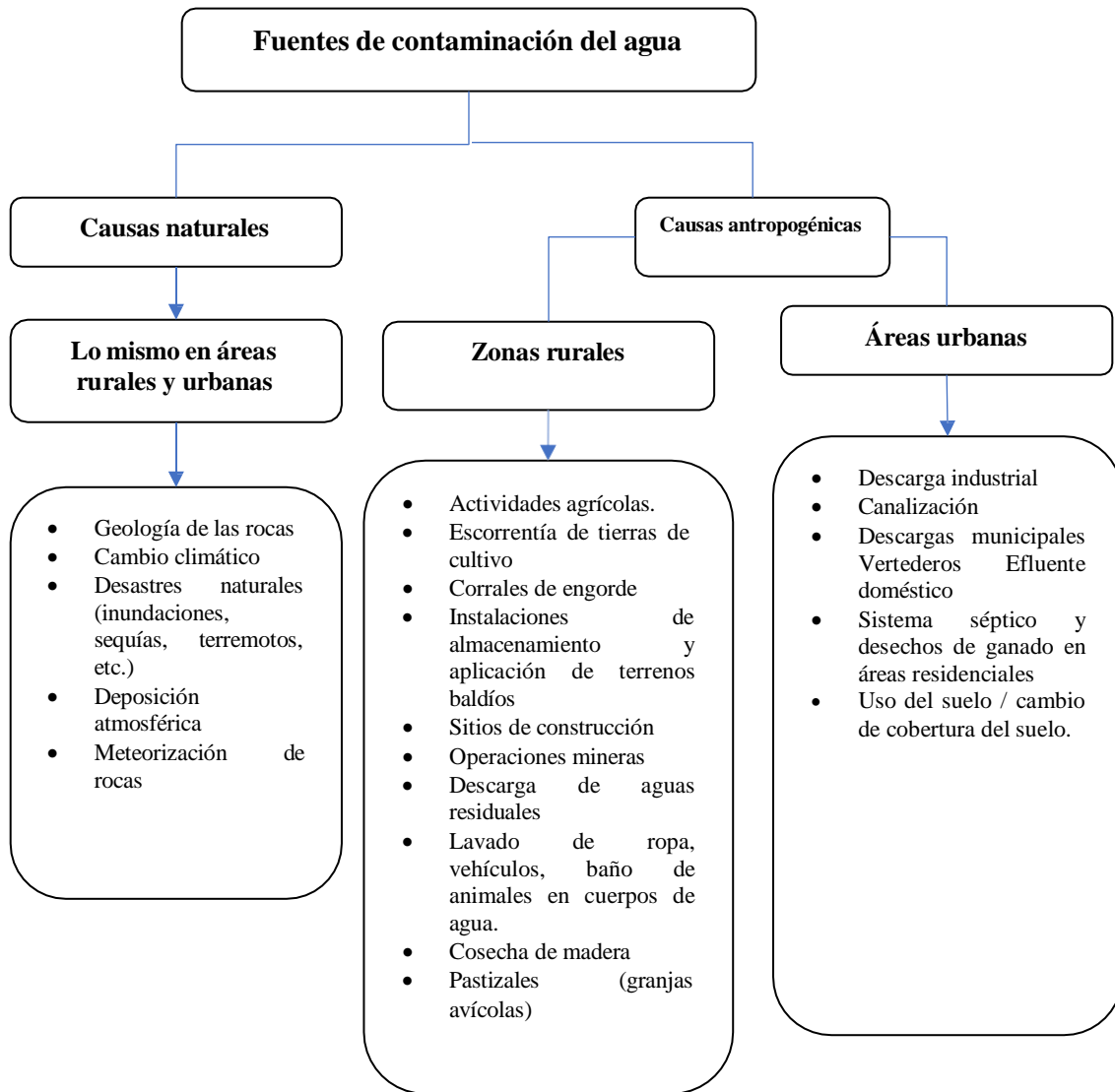


Figura 1. Fuentes de contaminación del agua

Fuente: Khatri & Tyagi.

Son varios los aspectos que se pueden analizar entorno a la calidad de las aguas, es así que esta se ve afectada por fuentes de contaminación tanto puntuales como difusas en las zonas rurales y urbanas. Algunas de estas fuentes incluyen descargas de aguas

residuales, descargas industriales y escorrentías agrícolas. En cierto grado también se ve afectada por las inundaciones y las sequías, así como por la falta de conciencia entre los usuarios finales, volviéndose necesario considerar aspectos como la higiene, el saneamiento ambiental, el almacenamiento y la eliminación para el mantenimiento de los recursos hídricos.

La calidad del agua se encuentra entre los factores más importantes que afectan la salud y seguridad de sus usuarios y la idoneidad para su utilización en varios aspectos. La calidad insuficiente se debe a una creciente contaminación de las aguas superficiales, principalmente en los ríos, como resultado de la descarga de aguas residuales municipales e industriales y la escorrentía superficial que transporta grandes cantidades de fertilizantes de los campos agrícolas.

2.1.2. Propiedades del agua.

El agua pura es un líquido incoloro, inodoro e insípido. Los parámetros del agua son características físicas, químicas, microbiológicas y radiológicas que permiten detectar cual es el grado de contaminación que presenta el agua, la razón principal de este problema es su estructura molecular que es dipolar, con una constante dieléctrica muy alta superior a cualquier otro líquido (Reyes, 2012).

Con respecto a los ecosistemas fluviales, los estudios que se han realizado para caracterizar los ríos andinos son escasos, los datos publicados indican que los ríos altoandinos son muy variables y muestran fluctuaciones importantes en sus características físicas y químicas (e.g., caudal, temperatura, oxígeno disuelto, pH, conductividad), tanto a nivel espacial como temporal, incluyendo la fluctuación diaria extrema en algunos de ellos. El fuerte gradiente altitudinal de Los Andes se ha señalado como el factor más importante y determinante de la variabilidad de las características físicas y químicas de los ríos altoandinos (Villamarín & Prat, 2014).

El Ecuador es uno de los países con mayores reservas de agua en la región. Sin embargo, su mal manejo e inequitativa distribución generan serios conflictos ambientales, sociales y económicos. La contaminación del agua es otro factor que influye tanto en la disponibilidad del recurso para el consumo humano; así como en la subsistencia de especies de plantas y animales que dependen de éste (Cushcagua, 2017).

Las actividades humanas como la agricultura, la expansión residencial, el desarrollo de embalses, así como las alteraciones hidrológicas de los cuerpos de agua pueden cambiar las condiciones ambientales del agua y afectar así la presencia de macro invertebrados acuáticos (Rosado, 2017).

El agua es un recurso vulnerable ante factores condicionantes como densidad poblacional, tipos de asentamientos, actividades productivas y sistemas tecnológicos, entre otros, presentando efectos como la desregulación de la disponibilidad espacial y temporal en la oferta hídrica, deterioro de las condiciones biológicas y fisicoquímicas del agua, conflictos intersectoriales e interterritoriales e imposibilidad de manejo integral de las cuencas (Forero-Céspedes, 2013).

En relación a la actividad agrícola no sólo afecta al funcionamiento de los ecosistemas hídricos, sino también genera un grave impacto ambiental sobre los páramos, los cuales cumplen funciones ambientales de suma importancia como la regularización del caudal de los ríos (Pazmiño Vázquez, 2016).

Un estudio internacional establece que para que el agua no tenga índices de contaminación de residuos humanos, de animales o de fertilizantes agrícolas no debe tener concentraciones de nitrógeno superiores a 5 miligramos por litro de agua (Wong Jo, 2011)

2.1.3. Características fisicoquímicas y biológicas del agua

Las características del agua se pueden clasificar en tres categorías amplias:

1. Características físicas.
2. Características químicas.
3. Características biológicas.

2.1.3.1. Características físicas:

Afectan el aspecto del agua y cuando flotan o se sedimentan interfieren con la flora y fauna acuáticas. Son líquidos insolubles o sólidos de origen natural y diversos productos sintéticos que son arrojados al agua como resultado de las actividades del hombre.

2.1.3.2. Características químicas:

Incluyen compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos o dispersos en el agua, provienen de descargas domésticas, agrícolas e industriales o de la erosión del suelo.

Los principales son cloruros, sulfatos, nitratos y carbonatos, también desechos ácidos, alcalinos y gases tóxicos disueltos en el agua como los óxidos de azufre, de nitrógeno, amoníaco, cloro, y ácido sulfhídrico.

2.1.3.3. Características microbiológicas

Los principales grupos de microorganismos en el agua natural incluyen protistas, plantas y animales. Muchas bacterias, virus y protozoos son organismos causantes de algunas de las enfermedades más virulentas que se transmiten a los humanos directamente a través del agua e indirectamente a través de alimentos contaminados. En lugar de análisis específicos, se han utilizado organismos para determinar las características biológicas de las aguas naturales, como por ejemplo *Escherichia Coli* se usa comúnmente como organismo indicador. Este organismo está presente en el intestino de animales de sangre caliente, incluidos los humanos. Por tanto, la presencia de *Escherichia Coli* en muestras de agua indica la presencia de materia fecal y luego la posible presencia de organismos patógenos de origen humano.

2.1.3.4. Características biológicas

Incluyen hongos, bacterias y virus que provocan enfermedades, algas y otras plantas acuáticas. Algunas bacterias son inofensivas y otras participan en la degradación de la materia orgánica contenida en el agua (Narváez, 2016).

2.1.4. Factores que afectan la calidad del agua

Los habitantes de ciertas parroquias y comunidades del Tungurahua que se abastecen de agua entubada y que no es tratada o clarificada, tienen problemas gastrointestinales, debido a la contaminación de aguas en el río (Tirado, 2013).

En Tungurahua, un alto porcentaje de la población se encuentra afectada por la contaminación del agua debido a que no se realiza tratamiento alguno a las aguas residuales domésticas e industriales antes de ser vertidas a los ríos. (Díaz-Martínez, 2018).

Una de las investigaciones realizadas en la provincia de Tungurahua es en la estación de tratamiento de aguas servidas denominada “El Peral”, se encuentra ubicada en la ciudad de Ambato en el sector de Ficoa–La Delicia y es uno de los lugares que dispone la Empresa Publica Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ambato (EP EMAPA-A), para la recepción y tratamiento de aguas contaminadas provenientes de aguas de uso doméstico. Estas aguas circulan por un sistema de tratamiento de

sedimentación, filtración y pozo séptico para luego ser descargadas en el río Ambato (Fiallos, 2011)

Dada la importancia del canal de riego Ambato Huachi Pelileo para la región, el presente estudio se enfocó a evaluar desde el punto de vista fisicoquímico, la calidad del agua del canal, generando una información básica para estudios taxonómicos y ecológicos de diversos grupos de macro invertebrados bioindicadores, que permitan implementar acciones de preservación y monitoreo de los ecosistemas acuáticos (Forero-Céspedes, 2013).

2.1.5. Contaminación del Agua

La calidad del agua de los ríos se puede determinar en base a parámetros físico-químicos que pueden ser indicadores de contaminaciones por descargas de aguas residuales, efluentes industriales o agrícolas tales como pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto (OD), potencial redox (ORP), y las concentraciones en amonio (NH_4^+), cloruros (Cl^-), sulfatos (SO_4^{2-}), sulfuros (S^{2-}), fluoruro (F^-), fosfato (PO_4^{3-}), nitrato (NO_3^-), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno total (DQOT), demanda química de oxígeno soluble (DQOS), sólidos suspendidos totales (SST) y sólidos totales (ST), entre otros (Cushcagua, 2017).

Los parámetros de calidad más frecuentemente utilizados y al mismo tiempo más relevantes son la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), la demanda química de oxígeno (DQO), oxígeno disuelto, carbono orgánico disuelto (COD), medición de compuestos del nitrógeno, fósforo, azufre, cloro, medición de pH y coliformes totales (UFC, col/ml) (Rosero Córdova, 2016).

La composición química del agua está relacionada directamente con la capacidad que tiene ésta de mantener elementos y sustancias sólidas y gaseosas en solución, fundamentales para el desarrollo de la biota. Los parámetros fisicoquímicos del agua son determinados por factores ambientales que influyen de manera directa en la diversidad de las comunidades de macro invertebrados acuáticos. Factores como la profundidad, pH, alcalinidad, dureza, iones de calcio, clase de sedimentos, materia orgánica, contaminantes tanto industriales como domésticos, determinan la abundancia relativa de especies (Gómez Hernández, 2017).

La caracterización fisicoquímica del agua permite la comparación, si son obtenidos por el mismo método matemático analítico, entre diferentes muestras de aguas tomadas en distintos lugares. También consiguen de forma rápida y resumida obtener otros resultados, tales como realizar el estudio de la evolución del estado a un determinado cuerpo de agua a lo largo del tiempo, y comprobar la adecuada o no, política de gestión ambiental de dicha agua (Orozco C, 2005).

2.1.5.1. Fuentes de contaminación del agua

Los tipos generales de contaminantes del agua incluyen organismos patógenos, desechos que demandan oxígeno, nutrientes de plantas, químicos orgánicos sintéticos, químicos inorgánicos, microplásticos, sedimentos, sustancias radioactivas, aceite y calor. Las aguas residuales son la fuente principal de los tres primeros tipos. Las granjas e instalaciones industriales también son fuentes de algunos de ellos.

2.1.5.2. Principales contaminantes

2.1.5.2.1. Material orgánico

La cantidad de materia orgánica putrescible en las aguas residuales está indicada por la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), cuanta más materia orgánica hay en las aguas residuales, mayor es la DBO. Es uno de los parámetros más importantes para el diseño y operación de plantas de tratamiento de aguas residuales. Las aguas residuales industriales pueden tener niveles de DBO muchas veces superiores a los de las aguas residuales domésticas. La DBO de las aguas residuales pluviales es especialmente preocupante cuando se mezcla con las aguas residuales domésticas en los sistemas de alcantarillado combinados.

2.1.5.2.2. Sólidos suspendidos

Otra característica importante de las aguas residuales son los sólidos en suspensión. El volumen de lodos producidos en una planta de tratamiento está directamente relacionado con el total de sólidos en suspensión presentes en las aguas residuales. Las aguas residuales industriales y pluviales pueden contener concentraciones más altas de sólidos en suspensión que las aguas residuales domésticas. La medida en que una planta de tratamiento elimina los sólidos en suspensión, así como la DBO, determina la eficiencia del proceso de tratamiento.

2.1.5.2.3. Nutrientes vegetales

Las aguas residuales domésticas contienen compuestos de nitrógeno y fósforo, dos elementos que son nutrientes básicos esenciales para el crecimiento de las plantas. En los lagos, cantidades excesivas de nitratos y fosfatos pueden provocar un rápido crecimiento de algas. Las floraciones de algas, a menudo causadas por descargas de aguas residuales, aceleran el envejecimiento natural de los lagos en un proceso llamado eutrofización.

2.1.5.2.4. Microbios

Las aguas residuales domésticas contienen millones de microorganismos por galón. La mayoría son bacterias coliformes del tracto intestinal humano y es probable que las aguas residuales domésticas también contengan otros microbios. Los coliformes se utilizan como indicadores de contaminación por aguas residuales. Un recuento alto de coliformes generalmente indica contaminación reciente por aguas residuales.

2.1.6. Contaminación de los ríos

Los ríos se encuentran entre los ecosistemas de la tierra con mayor influencia humana. Estos sirven para el transporte, el suministro de agua y la generación de energía y también como fuente de alimentos y sumideros para los productos de desecho. Como resultado, en los países altamente industrializados y en algunos países en desarrollo, muchos ríos están ahora gravemente contaminados. Los impactos más comunes son modificaciones de canales y riberas (es decir, canalización con fines de navegación o agrícolas, protección de riberas), regulación y fragmentación del flujo (es decir, presas y presas, embalses para suministro de agua, desviación para riego y fines industriales), contaminación química (como por ejemplo metales, pesticidas, fertilizantes) y contaminación orgánica (por ejemplo, aguas residuales domésticas y de cría de ganado).

Esto da como resultado un deterioro de la calidad del agua, las cuales requiere de un tratamiento adecuado antes de su uso. Todas estas alteraciones provocan una extensa degradación ecológica de los efluentes haciéndolos ya no sostenibles en la provisión de bienes y servicios (por ejemplo, disminución en la calidad y disponibilidad del agua, inundaciones intensas, cambios en la distribución y estructura de la biota acuática). El reconocimiento de estos efectos adversos en los sistemas fluviales ha impulsado iniciativas para la restauración de los ríos.

2.1.7. Características fisicoquímicas de los ríos

La salud de cualquier sistema de agua es una función de las propiedades fisicoquímicas del agua, lo que impacta en el comportamiento general del ecosistema. Las interferencias de los seres humanos pueden cambiar la química del sistema acuático, lo que puede provocar un cambio de comportamiento en términos de migración, reubicación del hábitat, canibalismo y comportamiento de alimentación general. Los ciclos de regeneración del agua y los procesos de depuración natural también dependen de los roles fisicoquímicos de las diferentes especies presentes en el agua, que si se permiten pueden manipular las características de las especies presentes (sin interferencias humanas) para preservar el estado natural del agua. Estos parámetros son responsables de las señales directas e indirectas de la situación del medio acuático y su capacidad de sustentar comunidades de organismos biológicos.

2.1.8. Actividades Antrópicas en los ríos

Los desechos agrícolas, industriales y municipales han elevado aún más las concentraciones de nutrientes, oligoelementos y materia orgánica en los ríos. Se ha demostrado que las distribuciones de los óxidos de los elementos principales y varios oligoelementos reflejan la procedencia y los procesos de meteorización y transporte actualmente establecidos, a pesar de los cambios de actividad, esquemas de muestreo dispares (para el lecho de sedimentos, sedimentos en suspensión y el regolito) y el complejo conjunto de fuentes de sedimentos. Otros han demostrado que los elementos cuyas distribuciones no pueden atribuirse totalmente a estos factores tienen una fuente antropogénica.

2.1.8.1. Factores antropogénicos que afectan la calidad del agua en las zonas rurales

La mayoría de los contaminantes que afectan la calidad del agua en las áreas rurales comprenden iones inorgánicos simples, moléculas orgánicas más complejas o partículas. Estos pueden provenir de diversas fuentes, incluidos los suelos y la vegetación en descomposición, pero también del estiércol animal. La escorrentía agrícola es una de las fuentes dispersas de contaminación que afectan la calidad del agua. Las actividades agrícolas que pueden causar contaminación incluyen malas prácticas de cría de animales; pastizales sobre pastoreados; uso excesivo y excesivo, incluida la aplicación inoportuna de plaguicidas, el arado de campos de regadío y la aplicación de fertilizantes. Hay un acuerdo considerable en estudios recientes de que las

cantidades de nitrógeno y fósforo en las aguas superficiales están significativamente influenciadas por aportes antropogénicos asociados con la cobertura terrestre, el uso de la tierra y las fuentes puntuales. Los contaminantes que resultan de la agricultura y la cría de ganado se componen de nutrientes, sedimentos, patógenos, pesticidas, metales y sales.

2.1.8.2. Fuentes antropogénicas que afectan la calidad del agua en áreas urbanas

La urbanización es una forma generalizada de alteración de la cobertura y el uso del suelo que está creciendo rápidamente. Esto implica la conversión de tierras de cultivo, bosques, pastizales, pastos, humedales y otros tipos de cobertura a usos residenciales, de transporte, comercial e industrial, aumentando así las áreas de superficies impermeables. Las superficies impermeables son indicadores cuantificables que se correlacionan muy estrechamente con aumentos en las fuentes difusas de escorrentía contaminada que degrada la calidad de los recursos acuáticos. Las zonas urbanas están más contaminadas que las rurales debido a la industrialización, la descarga de aguas residuales y otras actividades domésticas. Las actividades humanas como la descarga de efluentes industriales y domésticos, el uso de productos químicos agrícolas, el uso de la tierra y los cambios de cobertura son los principales factores que influyen en la calidad del agua superficial.

Tabla 2. Factores antrópicos en las zonas rurales y urbanas

Zonas rurales	Áreas urbanas
<ul style="list-style-type: none"> • Nitrato y sulfato como resultado de fertilizantes utilizados en agricultura y efluentes de aguas residuales. • Sodio (Na⁺) y potasio (K⁺) en aguas subterráneas de fertilizantes químicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación química • Los gases residuales, las aguas residuales y los residuos de desechos provocan un aumento de contaminantes como nitrógeno, fosfato, cloruro, sulfato, disolventes orgánicos y metales pesados. • Altos niveles de cloruro, nitrato, sulfato, sodio y potasio en el agua subterránea en áreas de construcción y cultivadas.

<ul style="list-style-type: none"> • Cloruro de fertilizantes y fosas sépticas • La aplicación de fertilizantes, las descargas de aguas residuales y el hormigón de las construcciones, etc., son los factores que contribuyen al alto contenido de calcio. • Descarga de las aguas residuales directamente a los cuerpos de agua. • Eliminación de desechos sólidos en ríos y otros cuerpos de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sodio (Na^+) en aguas subterráneas de plagioclasa en rocas de granito, fertilizantes químicos, efluentes domésticos, etc. • Potasio de fuentes contaminantes como fertilizantes químicos y efluentes domésticos. • Cloruro de efluentes industriales y fertilizantes domésticos y fosas sépticas. • Las fuentes de sulfato incluyen la escorrentía de lluvia, fertilizantes, efluentes de aguas residuales y disolución de minerales sulfurados presentes en el granito. • El nitrato y el sulfato ingresan al agua subterránea a partir de efluentes de sistemas sépticos y desechos de ganado en áreas residenciales. • Se puede encontrar un alto contenido de sulfato en el agua de los ríos en áreas donde el suelo está formado por piedra caliza, mármol y yeso. • En las regiones nevadas, los agentes descongelantes como las sales de roca, que consisten principalmente en cloruro de sodio (NaCl), pueden filtrarse en los cursos de agua. • Otros agentes utilizados incluyen ferrocianuro, utilizado como agente antiaglomerante, e impurezas que consisten en oligoelementos (fósforo, azufre, nitrógeno, cobre y zinc). • Clorofluorocarbonos (CFC) • Las fuentes puntuales de contaminación con CFC disueltos en las aguas subterráneas incluyen la descarga de efluentes de aguas residuales, el sistema séptico localizado, los vertederos y los lixiviados de fabricación. • Las fuentes dispersas de CFC incluyen prácticas
---	--

	<p>agrícolas y efluentes de aguas residuales de escorrentía urbana.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compuestos orgánicos volátiles y Compuestos Clorofluorocarbonados (CFC). Se han identificado los vertederos y las plantas de fabricación como fuentes puntuales antropogénicas de CFC y otros COV asociados con la eliminación de aerosoles, removedores de pintura, agentes de limpieza en seco, agentes espumantes y refrigerantes. • Contaminación por metales pesados • Se ha demostrado que la escorrentía de áreas industriales y residenciales contiene Pb, Cu, Zn y Ni. • Las aguas residuales son una de las principales fuentes de nutrientes en las zonas costeras donde no existe tratamiento. • Las actividades de uso intensivo de la tierra afectan los aspectos hidrológicos, biológicos, químicos y geomórficos de los sistemas acuáticos. • Los cambios en el uso y la cobertura de la tierra son actividades antropogénicas importantes que influyen en el flujo del agua y la calidad de los ríos en particular. • Las actividades industriales, agrícolas y otras actividades antropogénicas a menudo conducen a un mayor aporte de metales en el suelo y el agua.
--	---

Fuente: Khatri & Tyagi.

2.1.9. Sistema de riego Ambato Huachi Pelileo

El sistema de riego Ambato Huachi Pelileo (AHP), se encuentra ubicado en la provincia de Tungurahua. Recorre 10 parroquias de tres cantones: Huachi Grande,

Montalvo, Picaihua, Totoras y Huachi Chico del cantón Ambato; Cevallos del cantón Cevallos; Benítez, El Rosario, Pelileo y Salasaca del cantón Pelileo, esto según el Padrón de Usuarios Sistema de Riego Ambato Huachi Pelileo, 2016.

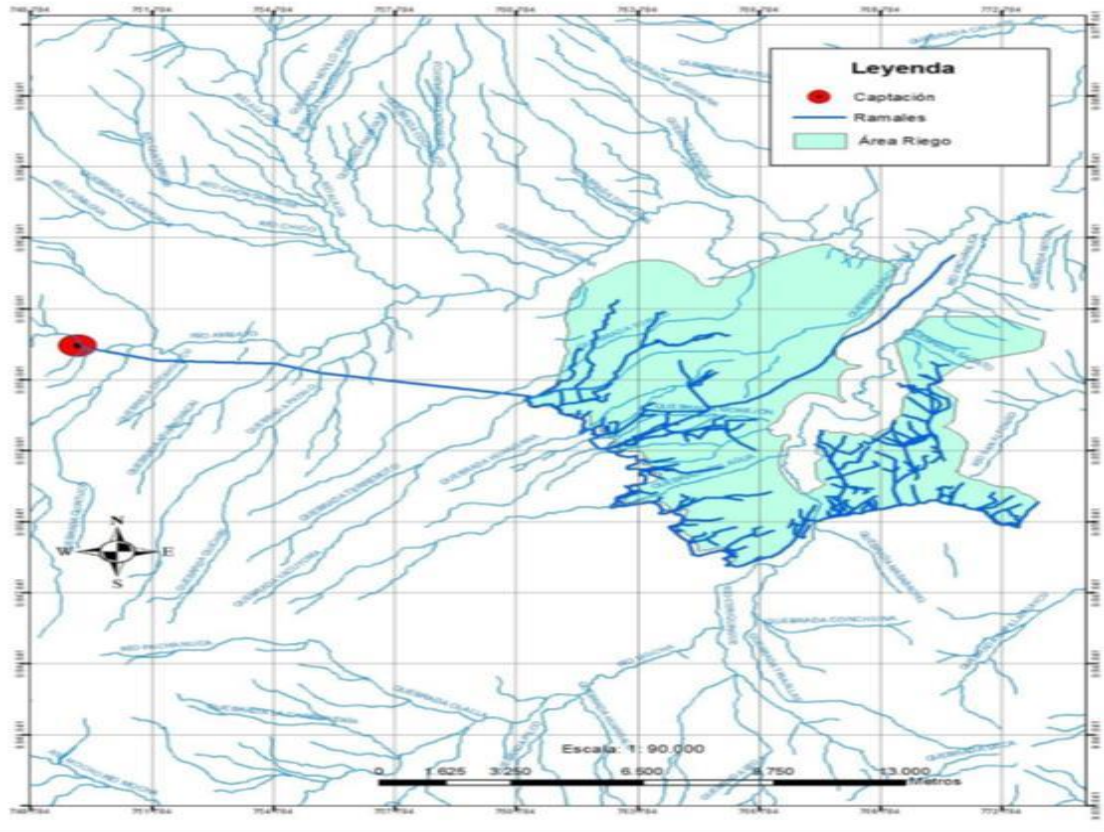


Figura 2. Esquematización gráfica del sistema de riego del canal Ambato Huachi Pelileo en la provincia de Tungurahua.

Fuente: IGM, 2013.

2.1.10. Componente productivo del canal de riego Ambato Huachi Pelileo

El agua del Canal de Riego Ambato Huachi Pelileo, es utilizada para diferentes actividades productivas y en los hogares, este componente se define en la Tabla 2, que determina su uso, cultivos predominantes y uso doméstico e industrial.

Tabla 3. Componente productivo del canal de riego Ambato Huachi Pelileo

Componentes productivos	Descripción
Uso y cobertura del suelo	El mayor porcentaje de uso y cobertura del suelo en el área de influencia del sistema de riego Ambato Huachi Pelileo, corresponde a tierra agropecuaria en el 70% y al antropogénico (excepto uso agrosilvopastoril) en el 24% de la superficie total.
Cultivos predominantes y superficies (diversidad y tipo de cultivos)	En el sistema de riego Ambato Huachi Pelileo se puede observar una diversidad importante de cultivos de consumo nacional, de los cuales sobresale los frutales, en especial mora y tomate de árbol (perennes) con el 40%; alfalfa (para la producción pecuaria), con el 30%; hortalizas (ciclo corto), con el 25 %; y, el maíz con el 5 %.
Tipo de agricultura	En el área de influencia del sistema de riego Ambato Huachi Pelileo la agricultura es netamente familiar (70%). En el 30% restante de la superficie, no se realiza ningún tipo de agricultura.
Superficie cultivada bajo riego	La superficie bajo riego es de 5187 ha que representa el 100% de la superficie potencialmente regable.
Suelos: características productivas relevantes	En el 91 % del suelo, la textura es gruesa o suelo arenoso ⁶⁰ , cuya aptitud para riego es marginal; el 2% de suelo a una textura media o suelo franco ⁶¹ , considerado apto para riego, según “Zonas Prioritarias de Uso y Aprovechamiento del Recurso Hídrico para Pequeña y Mediana agricultura”. MAGAP- CGSIN, 2015.

Pendiente	El 74% del territorio de influencia del sistema de riego Ambato Huachi Pelileo presenta pendientes menores al 30%, característica que favorece la aplicación del riego y con ello al desarrollo de la producción agropecuaria. El 17% del territorio corresponde a una pendiente colinada o fuerte (aptitud moderada para riego), el 4% a una pendiente escapado o muy fuerte (aptitud marginal para riego), y el 5% a una pendiente montañosa o abrupta (no apta para riego).
Profundidad	La profundidad de la capa arable en el área de influencia del sistema de riego varía de 1 a 3 metros, dependiendo de la zona, de acuerdo a lo observado en el recorrido de campo, julio 2016.
Avance de urbanización en el sistema de riego	El avance de la urbanización en el área de influencia del sistema riego es importante (24%), como resultado de la facilidad de acceso al territorio del sistema de riego por el buen estado de las vías, así como por la disposición de servicios básicos y productividad de las tierras lo que ha elevado su plusvalía.
Destino de la producción	La producción de hortalizas y frutas, en su mayoría, es distribuida en un 80% a los principales mercados locales no solo del cantón Cevallos, sino también, de mercados mayoristas como de la ciudad de Ambato, Riobamba y Latacunga. Ciertos productores tienen la capacidad de distribuir fresa y mora a empresas privadas como la Corporación Favorita S.A y otras marcas nacionales. El autoconsumo se lo da en muy poco porcentaje ya que se prioriza la venta y distribución de sus productos

Clima Temperatura	En el territorio del sistema de riego se presenta una temperatura que oscila entre 10 y 16 °C, siendo de 12 a 14 °C la temperatura predominante en el 59%.
Precipitación	La precipitación tiene un rango de 250 a 1000 mm/año, en donde la predominante corresponde de 250 a 500 mm/año (52%).
Déficit hídrico	Los rangos de déficit hídrico anual en el área de influencia del sistema de riego se encuentran entre 30 y 160 mm/año, dentro del cual predomina de 140 a 150 mm/año en el 33% de superficie. Cabe señalar que, según MAGAP (Coordinación General de Sistema de Información Nacional) en el estudio “Zonas Prioritarias de uso y aprovechamiento del recurso hídrico para pequeña y mediana agricultura, 2015”, el rango de déficit hídrico del sistema de riego Ambato Huachi Pelileo, de acuerdo a la tabla 10, correspondería a la clase 3 (RF): Zona donde con un riego complementario, permite mejorar claramente los rendimientos o hacer una cosecha suplementaria. El número de meses deficitarios es de 5 a 7. (En la sierra el déficit anual es de 100 a 175 mm).

Fuente: MAGAP, CGSI, 2015

2.1.11. Componente social del canal de riego Ambato Huachi Pelileo.

El tipo de organización es del Tipo de organización Junta de regantes cuyo nombre es Junta General de Usuarios del Canal Ambato Huachi Pelileo (JGUCAHP). La Junta General de Usuarios del Canal Ambato Huachi Pelileo (JGUCAHP) está constituida por 148 Juntas, una por módulo.

a. La Asamblea General de Usuarios es la máxima autoridad de la organización

b. El Directorio Central de la JGUSUTUM está integrada por los presidentes de los 148 módulos que componen el sistema de riego

c. La Directiva de los Óvalos representan a las bases.

El Nivel organizativo abarca la Personería jurídica (fecha de creación de la organización): Mediante Acuerdo Ministerial No. 045-MAGAP de fecha 17 de octubre de 1996, según la SENAGUA, 2014. - Estatuto (fecha de actualización). El Estatuto fue aprobado con fecha 17 de octubre de 1996, poseen un estatuto, incluso publicado en mayo de 2011. A la presente, se encuentran en proceso de actualización, la misma que no ha sido posible concluir, hasta que la SENAGUA establezca las nuevas directrices de renovación. Se dispone de un reglamento interno para la administración, operación y mantenimiento del sistema, en el marco del estatuto, que como se indica está en proceso de actualización.

La concesión fue obtenida por el proceso No. 595-96, de fecha 21 de mayo de 1998, otorgada por el ex Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), en donde autoriza el uso y aprovechamiento de 1196 l/s. Es importante, mencionar que, la última renovación es del 18 de julio del 2016, según la JGUSRHP, ésta no se adjunta debido a que no fue facilitada. Porcentaje de usuarios con derecho es del 50%, de acuerdo a la junta de usuarios. Porcentaje de lotes con título de propiedad de lo manifestado por la junta de aguas, el 50% tiene título de propiedad. Además el número de familias beneficiarias de acuerdo al padrón de usuarios del sistema de riego Ambato Huachi Pelileo, son 14648 familias beneficiadas y el interés por tecnificar el riego es alto, porque están conscientes de las ventajas: sociales (más tiempo en actividades con la familia y la comunidad), productivas (mayor diversidad, cantidad y calidad de productos) y económicas (venta de los productos en un mercado, que ojalá fuera seguro) que brinda este método de riego para mejorar la calidad de vida. Cabe señalar que la tecnificación de riego debe considerar los cultivos predominantes de cada módulo y zona. Su predisposición para aportar como contraparte es media, porque sienten que aún no existe incentivo para tecnificar el riego en todo el territorio del sistema de riego Ambato Huachi Pelileo. Actualmente, cada usuario ha buscado tecnificar su sistema de producción, sin orientación técnica para sus cultivos sobre todo de fresa y mora. También la predisposición para establecer acuerdos de uso de riego es total, siempre están abiertos a establecer acuerdos que les permita mejorar y optimizar su producción, más aún, si la tecnificación del riego es con el apoyo y seguimiento técnico; la

experiencia, indica que éste es necesario, según manifiestan la JGUSRAHP.

En el mismo sentido la dispersión de lotes bajo riego de acuerdo a lo observado en el recorrido de campo. Con respecto al pago de tarifas por autorización del derecho de uso y aprovechamiento de las aguas. El último pago realizado a la SENAGUA fue de USD 5670 (cinco mil seiscientos setenta dólares), según la JGUSRAHP. La tarifa volumétrica es única, USD 14,00 por hectárea y por año. Existe la implementación de riego por aspersión implementado por cada usuario por la necesidad de mantener su sistema de producción. La distribución del agua se ha realizado en base a acuerdos y con la aprobación de los mismos usuarios. Los derechos de uso están bien definidos y no hay inconvenientes por esta razón, la frecuencia es de 24 horas de manera quincenal.

Participación de los usuarios en mingas y asambleas es aproximadamente del 80% y 85%, respectivamente, excepto en épocas de sequía cuando la participación se reduce. La asamblea es quien toma las decisiones y la directiva tiene legitimidad en el sistema de riego. Permanentemente se realizan reuniones con los presidentes de cada módulo. Según la normativa, la directiva cambia cada dos años, teniendo la opción de ser nombrado por dos años más; el último cambio fue en el año 2012. Lo analizando en este componente, es corroborado por “La Unidad de Riego Tungurahua (zonal 3 SRD_MAGAP) en noviembre 2016” en donde textualmente señala que “ Uno de los puntos fuertes del sistema Ambato-Huachi-Pelileo, lo constituye su elevado nivel organizativo caracterizado por una Junta General de Usuarios fortalecida al grado de que casi la totalidad de los usuarios asisten a las mingas y reuniones convocadas; en lo referente al pago de las tarifas es prácticamente inexistente los retrasos y las cuentas por cobrar. Así mismo para eliminar los conflictos generados por el uso del agua, se han instalado medidores de caudal en cada una de las tomas de ingreso a los módulos para garantizar la entrada únicamente del caudal necesario”

2.1.12. Componente infraestructura del canal de riego Ambato Huachi Pelileo

En el estudio previamente analizado de Mendoza & Tingo se desarrolló en el año 2016 un análisis de la caracterización físico, química, microbiológica y de biodiversidad en los puntos de monitoreo seleccionado, a través de la metodología de los Índices de Calidad de Agua (ICA), Índice Biótico para zonas Andinas (ABI), Índice Biológico BMWP de Colombia, Índice Biótico *Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera* (ETP).

Los valores muestran diferentes índices acerca de la calidad del agua y los índices de contaminación que afectan a un recurso tan importante como el agua, usada para diferentes actividades humanas. En el sistema Ambato Huachi Pelileo el 86% del área regable (6000 ha), está cultivada y regada (5186 ha).

Tabla 4. Superficie del sistema de riego

Área	Superficie (ha)
Regada	5187
Regada	6000

Fuente: Padrón de usuarios, 2016. Ficha SENAGUA, 2014

Elaboración: Propia

Actualmente, el canal principal se encuentra está en estado regular, tiene daños provocados por las condiciones climáticas; el canal secundario se encuentra en buen estado. Las obras de reparto disponen de dos reservorios con capacidad de 720 m³ y 1250 m³, respectivamente. Los dos reservorios están en buenas condiciones. Dentro de obras especiales existen seis túneles que alcanzan la longitud de 12,083 km y 3,301 km de sifones. El aliviadero, desarenador y repartidor están en buen estado. Cabe señalar que la tubería colgante y el paso elevado están en mal estado (Trabajo de campo, julio 2016).

El método de riego dentro del áreas de influencia del sistema de riego Ambato-Huachi-Pelileo, riegan por gravedad (70 %), aspersion (10%) y goteo (20%). La eficiencia del método de riego a gravedad (método predominante) es: en la conducción es 90%, en la distribución 80% y en la aplicación 60%.

2.1.13. Componente Ambiental del canal de riego Ambato Huachi Pelileo

La fuente es el río Ambato (coordenadas UTMX: 749968,435; Y: 9858085,819. Actualmente no realizan ninguna acción de protección de los recursos hídricos, están supeditados a las acciones que las instituciones puedan realizar en el rio Ambato.

La calidad del agua no presenta estándares técnicos y adecuados y existe mucha contaminación en varios tramos del canal. Un análisis de laboratorio efectuado en noviembre de 2008 incluyó muestras de agua, recuperadas de tres sitios: captación del río Ambato, sector Cevallos y sector Guantugsumo. Los resultados del análisis físico-químico de aguas señalan que las tres muestras son agua básica con valores medios de

color y turbidez. Son ligeramente agresivas, con características de bicarbonatada alcalina, con un peligro de salinización y cantidad de iones sodio bajos. Se trata de agua apta para riego agrícola. El resto de parámetros presentan valores comprendidos dentro de los rangos normales permitidos (Laboratorio Laquifarva).

2.1.14. Determinación de superficies susceptibles de riego presurizado.

Según el informe de trabajo de campo, el número de usuarios que se beneficiarían con el riego presurizado está alrededor del 81% del catastro general, más o menos 11719 usuarios. Las condiciones topográficas y modulares, la cantidad de agua permiten la tecnificación del riego presurizado. El área susceptible por presurizar es de 2076 ha, que representa el 35% del área regable. El recorrido en campo permitió constatar que en este sistema de riego hay experiencia de riego por aspersión, al observar un módulo con un sistema tecnificado integrado por aspersión, es decir, reservorio revestido de concreto y adecuadamente construido, tuberías principales y secundarias y tomas en cada lote, en el que los aspersores funcionan adecuadamente. De la misma manera, tienen experiencia en riego por goteo, puesto que muchos usuarios han recurrido a la instalación de reservorios, tuberías principales y sistemas de riego por goteo, para cultivos como fresa y mora.

2.1.15. Parámetros para el agua de consumo humano en el Ecuador

En la norma NTE INEN 1108, norma ecuatoriana establece ciertos parámetros para el agua de consumo humano, su objeto y aplicación. “Esta norma establece los requisitos del agua para consumo humano y aplica al agua proveniente de sistemas de abastecimiento, suministrada a través de sistemas de distribución”.

En los Requisitos se establece principalmente que:

- El agua para consumo humano debe presentar un sabor y olor aceptables.
- El agua para consumo humano debe cumplir los requisitos físicos y químicos indicados en la Tabla 4.

Tabla 5. Requisitos físicos y químicos del agua para consumo humano

Parámetro	Unidad	Límite permitido^b	Método de ensayo^c
Arsénico	mg/L	0,01	Standard Methods 3114
Cadmio	mg/L	0,003	Standard Methods 3113
Cloro libre residual	mg/L	0,3 a 1,5	Standard Methods 4500 Cl ⁻
Cobre	mg/L	2,0	Standard Methods 3111
Color aparente	Pt-Co	15	Standard Methods 2120
Cromo (cromo total)	mg/L	0,05	Standard Methods 3113
Fluoruro	mg/L	1,5	Standard Methods 4500-F ⁻
Mercurio	mg/L	0,006	Standard Methods 3112
Nitratos (como NO ₃ ⁻)	mg/L	50,0	Standard Methods 4500-NO ₃ ⁻
Nitritos (como NO ₂ ⁻)	mg/L	3,0	Standard Methods 4500-NO ₂ ⁻
Plomo	mg/L	0,01	Standard Methods 3113
Turbiedad ^a	NTU	5	Standard Methods 2130

^a Se conoce también como Turbidez.

^b Los resultados obtenidos deben expresarse con el mismo número de cifras significativas de los límites permitidos, aplicando las reglas para redondear números indicadas en NTE INEN 52. ^c En el caso de que sean usados métodos de ensayo alternativos a los señalados, estos deben ser normalizados. En el caso de no ser un método normalizado, este debe ser validado.

Fuente: INEN.

El muestreo para el análisis de requisitos químicos y físicos debe realizarse de acuerdo con lo establecido en NTE INEN-ISO 5667-1, NTE INEN-ISO 5667-3 e ISO 5667-5.

2.1.16. Programa de monitoreo y muestreo de aguas

El objetivo del monitoreo de la calidad del agua es obtener información cuantitativa sobre las características físicas, químicas y biológicas del agua a través de muestreo estadístico. El tipo de información solicitada depende de los objetivos del programa de vigilancia y los objetivos y propósitos van desde la detección de violaciones de las normas de agua potable hasta la determinación del estado ambiental y el análisis de las tendencias temporales de la calidad del agua. Son identificadas tres categorías de monitoreo: (1) monitoreo rutinario de aguas superficiales, (2) estudios especiales

periódicos y (3) estudios especiales realizados para evaluar el alcance de un problema de contaminación (por ejemplo, un estudio de la presencia de pesticidas en aguas superficiales).

El estado de la calidad del agua es el resultado de complejas condiciones naturales y artificiales y de las consiguientes interacciones tanto en el tiempo como en el espacio. En consecuencia, abstraer la esencia de las condiciones de calidad del agua es a menudo muy difícil. La amplia variedad de estructuras organizativas correspondientes a los niveles nacional y local en los países europeos significa que la administración de las actividades de supervisión difiere en gran medida. Considerando los programas nacionales regionales de vigilancia de la calidad de las aguas superficiales como una fuente importante de información, es importante conocer los principales componentes de la estructura organizativa involucrada, por ejemplo. Las instituciones participantes y sus responsabilidades, los principios generales de coordinación de la supervisión, el almacenamiento de datos, la presentación de información, entre otros.

2.1.15.1. Supervisión del diseño de la red

Las redes de muestreo fluvial deben describirse mediante la estrategia de selección de los lugares de muestreo; En los principales ríos de un país o el muestreo frecuente de fuentes puntuales aguas abajo. Una descripción general del número total de sitios de muestreo, el número de ríos, el número de sistemas fluviales y la información sobre las zonas de captación (por ejemplo, la distribución del tamaño de la zona de captación) generalmente dan una descripción justa de la red de muestreo. Muchas redes de muestreo de ríos se componen de dos o más subredes, por ejemplo. Unos pocos sitios de muestreo intensivo ubicados en los principales ríos y numerosos sitios básicos de muestreo ubicados en afluentes y tramos fluviales menos importantes.

2.1.15.2. Variables medidas

El número de variables que describen la calidad de un cuerpo de agua ha aumentado y se están modificando y perfeccionando constantemente junto con los usos en expansión a los que se somete el agua, y también en el ritmo del desarrollo de capacidades analíticas para medir más y más sustancias en concentraciones cada vez más bajas.

Los diversos grupos de usuarios del agua han desarrollado, hasta cierto punto, sus propios enfoques y métodos para describir y medir la calidad del agua. Durante muchas décadas, la gestión de las cuencas fluviales y el control de la contaminación del agua se han basado en variables resumidas, como la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y

la demanda química de oxígeno (DQO) para cuantificar la descarga de aguas residuales y los problemas de oxígeno en los ríos. Con el fin de utilizar el consumo humano y el suministro público de agua, se ha identificado un conjunto de organismos indicadores microbiológicos (por ejemplo, bacterias coliformes fecales) y su enumeración se aplica comúnmente para determinar la idoneidad higiénica del agua para beber.

Las variables de calidad del agua se pueden agrupar en las siguientes categorías generales:

1. Variables básicas (por ejemplo, temperatura del agua, pH, conductividad, oxígeno disuelto y descarga) utilizadas para una caracterización general de la calidad del agua.
2. Partículas en suspensión (por ejemplo, sólidos en suspensión, turbidez y materia orgánica (TOC, DBO y DQO)).
3. Indicadores de contaminación orgánica (por ejemplo, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), amonio).
4. Indicadores de eutrofización: nutrientes (por ejemplo, nitrógeno y fósforo), y varias variables de efecto biológico (por ejemplo, clorofila a, transparencia del disco secchi, fitoplancton, zoobentos).
5. Indicadores de acidificación (por ejemplo, pH, alcalinidad, conductividad, sulfato, nitrato, aluminio, fitoplancton y diatomeas)
6. Iones principales específicos (por ejemplo, cloruro, sulfato, sodio, potasio, calcio y magnesio) como factores esenciales para determinar la idoneidad del agua para la mayoría de los usos (por ejemplo, suministro público de agua, riego del ganado y riego de cultivos)
7. Metales (por ejemplo, cadmio, arsénico, hierro y níquel)
8. Micros contaminantes orgánicos como pesticidas y las numerosas sustancias químicas utilizadas en procesos industriales (ej. PCB, HCH, HAP).
9. Indicadores de radiactividad (por ejemplo, actividad alfa y beta total, ^{137}Cs , ^{90}Sr)
10. Organismo indicador microbiológico (por ejemplo, coliformes totales, coliformes fecales y bacterias estreptococos fecales)
11. Indicadores biológicos del estado ambiental del ecosistema (por ejemplo, fitoplancton, zooplancton, zoobentos, peces, y aves y animales relacionados con las aguas superficiales).

La combinación de pruebas hidroquímicas con análisis microbiológicos del agua puede ser una herramienta útil que permite el análisis multivariante de los resultados obtenidos, y ha resultado útil en varios estudios sobre ecosistemas acuáticos. Un enfoque para determinar la calidad del agua de los ríos es el índice de calidad del agua, que se considera un método eficaz y útil para evaluar la calidad del agua. Este método da una idea sobre la calidad general del agua a los responsables de la formulación de políticas. El índice de calidad del agua incorpora los diferentes parámetros físicos, químicos y biológicos para la determinación de los índices de calidad del agua mediante las diversas ecuaciones matemáticas. El uso fue propuesto inicialmente por Horton en 1965 y Brown en 1970.

2.1.15.3. Matrices muestreadas

La mayoría de los programas de vigilancia miden la calidad y la contaminación en la columna de agua y algunos de los programas de vigilancia también incluyen el muestreo de otros compartimentos del medio acuático, especialmente el análisis de contaminantes de los sedimentos y de las partículas. Los organismos indicadores biológicos y el análisis de las diversas comunidades biológicas se utilizan para evaluar el estado ecológico de los cuerpos de agua.

2.1.15.4. Frecuencia de muestreo

La frecuencia de muestreo varía sustancialmente en función de la finalidad del programa de seguimiento y de las variables que deben medirse. Por lo general, se toman muestras frecuentes cuando el propósito de un programa de vigilancia es observar tendencias, mientras que los programas y encuestas con el fin de evaluar el estado general de muchos cuerpos de agua generalmente se basan en la baja frecuencia de muestreo.

La frecuencia de muestreo puede describirse por el número total de muestras anuales, por ejemplo 12/año: doce muestras al año; o 2/5 años: dos muestras cada cinco años. La información sobre el momento del muestreo también puede ser importante, si el muestreo se distribuye uniformemente a lo largo del año (por ejemplo, muestras mensuales, semanales) o si se utiliza un muestreo estratificado (por ejemplo, muestreo durante el verano, temporadas de pulverización de plaguicidas o períodos de flujo máximo; muestreo mensual cada quinto año).

2.1.17. Índice De Calidad Del Agua (ICA)

La caracterización de la calidad del agua de un río está relacionado con la

determinación del grado, el nivel o intensidad de la contaminación que tiene, las causas pueden ser físicas, químicos o biológicas y la capacidad del sistema de restituir de forma naturales sus propiedades antes de verse afectados por diferentes contaminantes.

La tabla presente la escala usada por Fernández y Solano para establecer la interpretación final de la calidad del agua según el índice ICA.

En la tabla 6 se presentan los pesos asignados a cada variable según González et. al. En las figuras 1, 2, 3, 4 y 5 se muestran las curvas de función según Brown(Brown, McClelland, Deninger, & Tozer, 1970), modificadas por Samboni et al, que se usan por cada valor de la concentración de los parámetros determinados en el ICA el valor de Q_i que corresponde al Índice de Calidad.

Tabla 6. Calidad del agua asociada al valor del ICA (Escala de clasificación del ICA – NSF)

Calidad del agua	Valor del ICA
Excelente	91 – 100
Buena	71 – 90
Media	51 – 70
Mala	26 – 50
Muy Mala	0 – 25

Fuente: Quiroz, Izquierdo, & Menéndez.

Tabla 7. Valores relativos asignados a cada variable según el ICA-NSF

Coliformes fecales (CF)	0,15
Potencial de hidrógeno (pH)	0,12
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	0,10
Nitratos (NO ₃ ⁻¹)	0,10
Fosfatos (PO ₄ ³⁻)	0,10
Cambio de la Temperatura	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos totales disueltos (STD)	0,08
Oxígeno disuelto (OD)	0,17

Fuente: Quiroz, Izquierdo, & Menéndez.

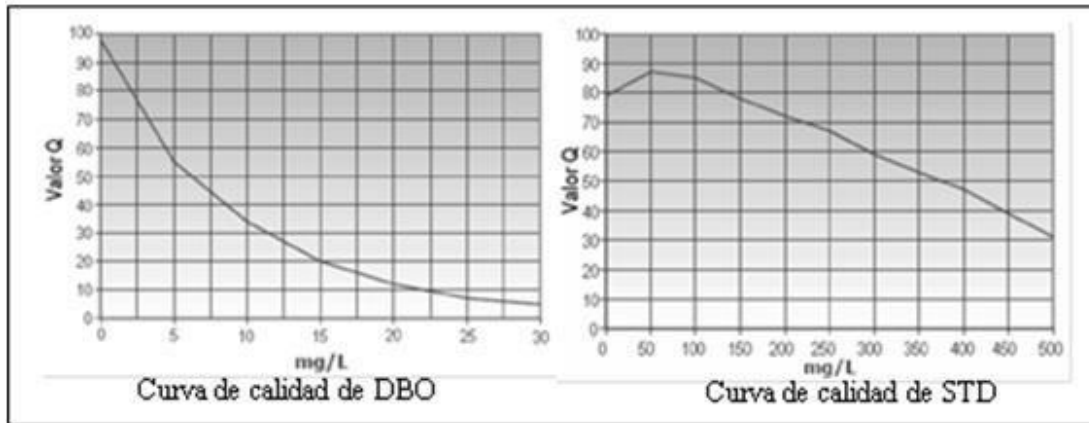


Figura 3. Curvas de calidad de DBO y STD

Fuente: Quiroz, Izquierdo, & Menéndez.

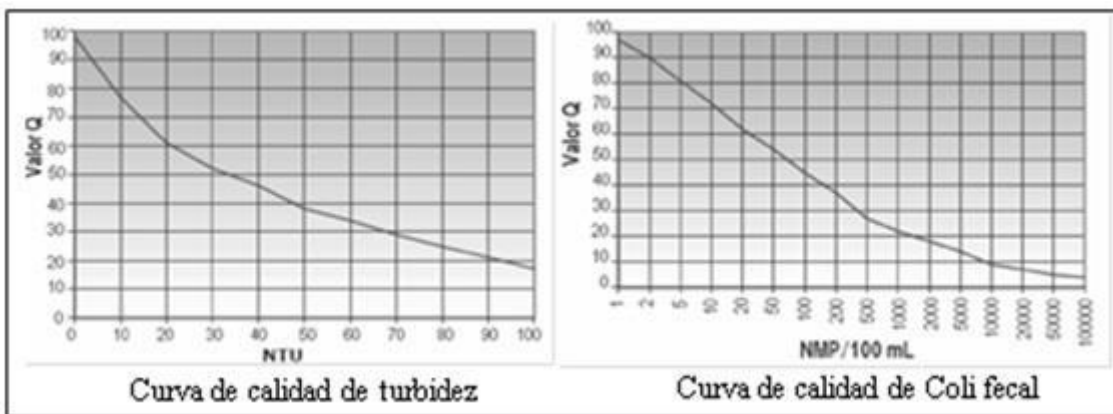


Figura 4. Curvas de calidad de turbidez y CF

Fuente: Quiroz, Izquierdo, & Menéndez.

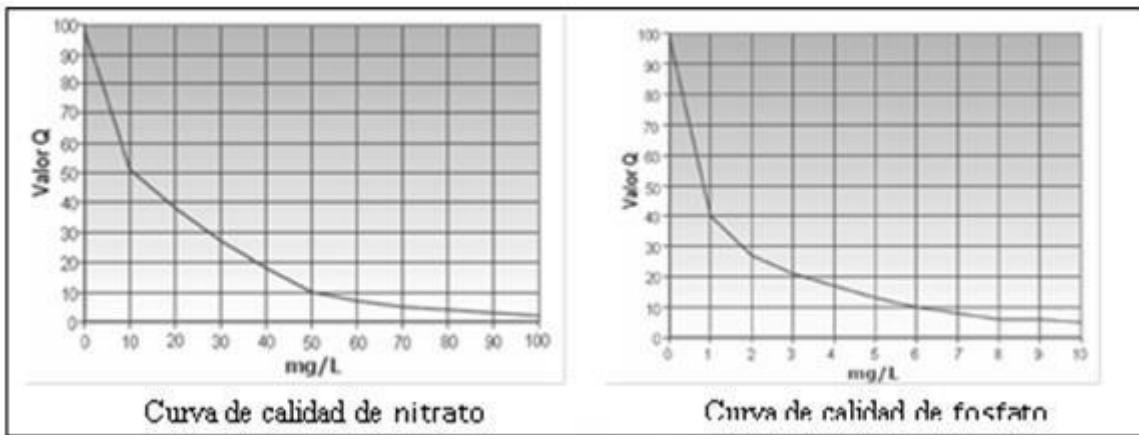


Figura 5. Curvas de calidad de $\text{NO}_3\text{-1}$ y $\text{PO}_4\text{3-}$

Fuente: Quiroz, Izquierdo, & Menéndez.

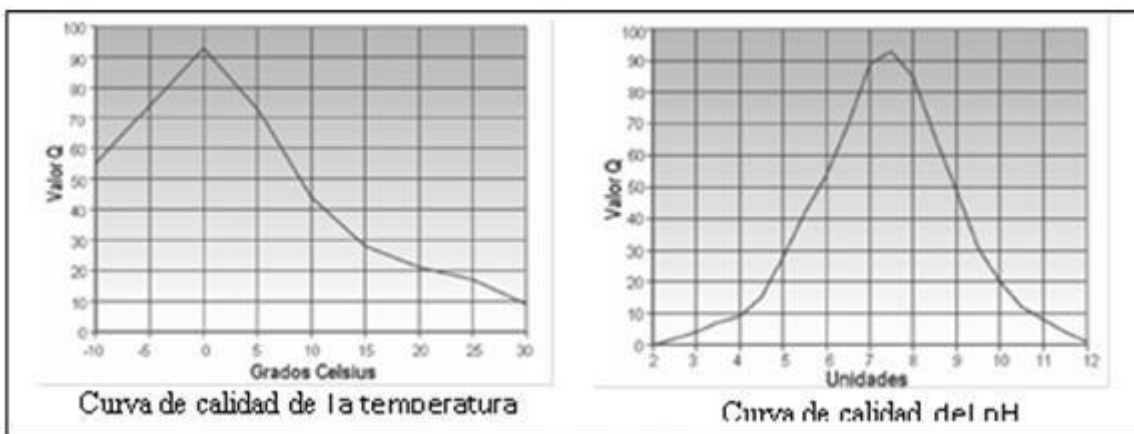


Figura 6. Curvas de calidad de temperatura y pH

Fuente: Quiroz, Izquierdo, & Menéndez.

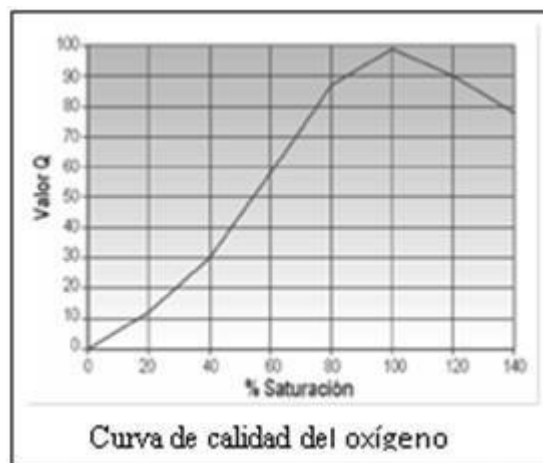


Figura 7. Curvas de calidad de OD

Fuente: Quiroz, Izquierdo, & Menéndez.

2.2. Objetivos

2.2.1. General

Estudio de la influencia de contaminantes antropogénicos en las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de riego del canal Ambato - Huachi – Pelileo, en la Provincia de Tungurahua.

2.2.2. Específicos

- Caracterización de las aguas de riego del canal de Ambato Huachi-Pelileo aplicando técnicas instrumentales avanzadas y parámetros de caracterización microbiológica.
- Determinar un índice de calidad ambiental del agua de riego del canal Ambato-Huachi-Pelileo a partir criterios fisicoquímicos y microbiológicos.
- Realizar una propuesta de tratamiento para el agua de riego del canal Ambato Huachi-Pelileo aplicando métodos electroquímicos de remoción de contaminantes.

CAPÍTULO III

3.1. Metodología

El muestreo del agua de la cuenca del Canal de riego Ambato Huachi Pelileo fue realizado en 10 puntos. Para lo cual se siguió las normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, Calidad del agua. Muestreo: Diseño de los programas de muestreo” establecido en la Norma INEN NTE 2226.

La selección de los sitios de muestreo estaba en función a los aspectos de evaluación establecidos por la Dirección de Vinculación con la Sociedad de la UTA.

- Para proyectos específicos de contaminación de cuencas y microcuencas de la provincia de Tungurahua.
- Vigilancia de los cuerpos de agua para determinar el impacto que ocasionan las aguas residuales procedentes de las actividades económicas y poblacionales.

Cada uno de los sitios seleccionados se encuentran justificados en base a los requerimientos del sistema del agua del canal de riego Ambato-Huachi-Pelileo, datos facilitados por la secretaría nacional del Agua (SENAGUA).

Tabla 8. Puntos de muestreo, código de muestras y coordenadas geográficas

Puntos de muestreo			Código de muestras	Coordenadas Geográficas*
1	Bocatoma Ambato	Pasa-	DIVISO-P1-F1	17M 0764111, 9859618
			DIVISO -P1-F2	
			DIVISO -P1-F3	
2	Huachi-Solis		DIVISO -P2-F1	17M 0761016, 9855762
			DIVISO -P2-F2	
			DIVISO -P2-F3	
3	Manzana de Oro		DIVISO -P3-F1	17M 0762588, 9854107
			DIVISO -P3-F2	
			DIVISO -P3-F3	
4	Barrio Amazonas		DIVISO -P4-F1	17M 0763051, 9853595
			DIVISO -P4-F2	
			DIVISO -P4-F3	
5	Totoras		DIVISO -P5-F1	17M0767309, 9857607
			DIVISO -P5-F2	
			DIVISO -P5-F3	
6	Parroquia Montalvo		DIVISO -P6-F1	17M 0763931, 9852383
			DIVISO -P6-F2	
			DIVISO -P6-F3	
7	Palagua El Carmen		DIVISO -P7-F1	17M0763114, 9851229
			DIVISO -P7-F2	
			DIVISO -P7-F3	
8	La Florida		DIVISO -P8-F1	17M0764846, 9850873
			DIVISO -P8-F2	
			DIVISO -P8-F3	
9	Vía San Pedro- Cevallos		DIVISO -P9-F1	17M0765623, 9849343
			DIVISO -P9-F2	
			DIVISO -P9-F3	
10	Querochaca		DIVISO -P10-F1	17M0765954, 9848793
			DIVISO -P10-F2	
			DIVISO -P10-F3	

Fuente: Coordenadas geográficas UTM. F1, F2, F3: campaña de muestreo fases 1, 2 y 3 respectivamente.

P: punto de muestra.

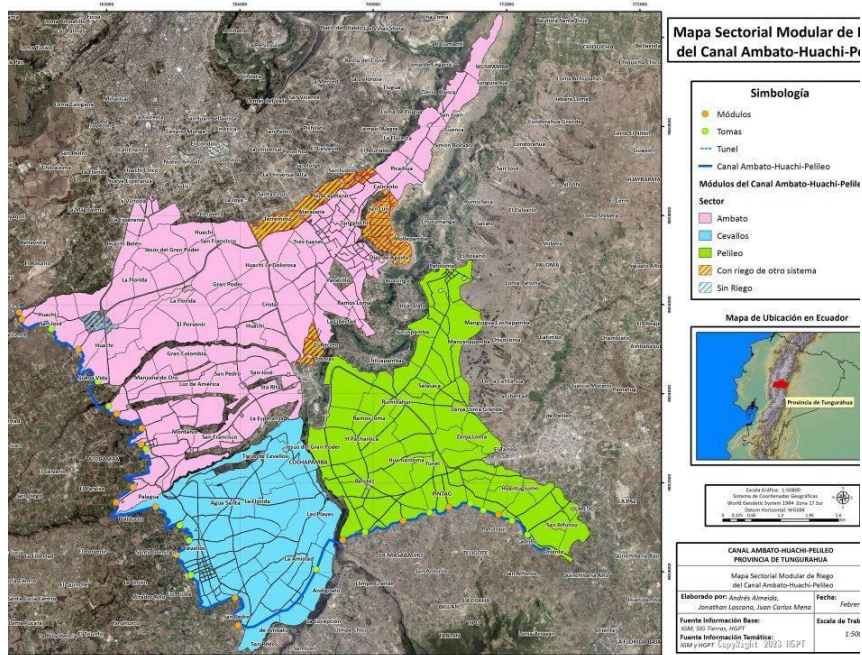


Figura 8. Mapa Sectorial Canal de Riego Ambato Huachi Pelileo

Fuente: Elaboración propia

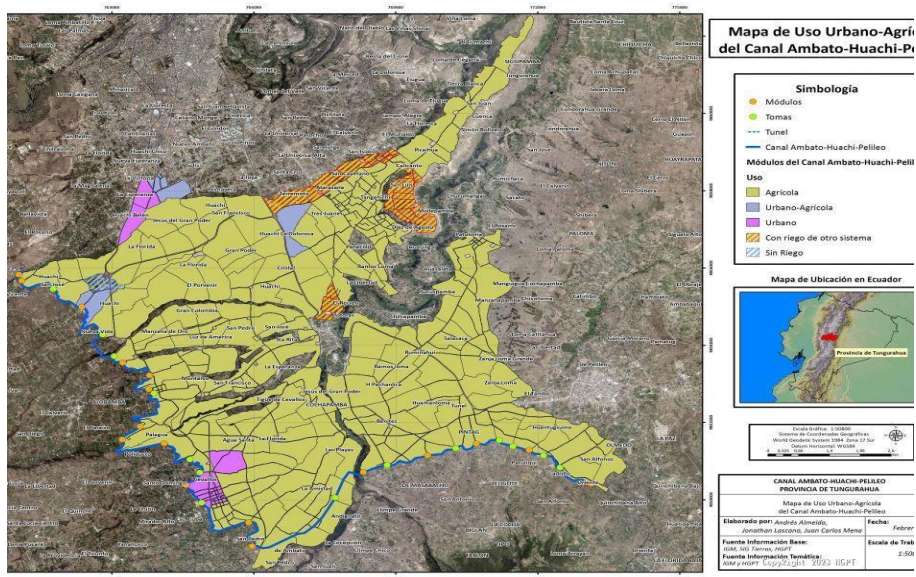


Figura 9. Puntos de muestreo a lo largo de la zona de estudio AHP

Fuente: Elaboración propia

Materiales de Laboratorio.

- Cápsulas
- Papel filtro
- Galones de aforo de 1000 ml

- Gradillas para tubos de ensayo
- Galones de aforo de 50 ml
- Galones de aforo de 100 ml
- Vasos de precipitación de 100 ml
- Pipeta de 10 ml
- Jeringas de 1 ml
- Pipeta de 3ml
- Cajas petri
- Micropipetas
- Puntas para micropipetas
- Filtros de membrana de 0,45 μ m
- Matraces erlenmeyer de 250 ml
- Filtros de acetato de celulosa de 0.45 μ m

Equipos.

- pH-metro digital MILWAUKEE
- Digestor microondas ETHOS UP MILESTONE
- Espectrómetro de Absorción Atómica PG INSTRUMENTS AA500

Reactivos.

- Ácido nítrico 65%
- Peróxido de hidrógeno
- Agua destilada
- Kit de nitratos Hanna
- Kit de determinación de sulfatos Hanna
- Kit de determinación de fosfatos Hanna
- Kit de determinación de amoniaco Hanna
- Kit de determinación de cloruro Hanna
- Kit de determinación de calcio Hanna
- Kit de determinación de magnesio Hanna
- Ampollas de caldo m-Endo
- Agua tamponada estéril
- Solución estándar de Cd
- Solución estándar de Ni
- Solución estándar de As

- Agua acidulada
- Kit de determinación de cobre Hanna
- Kit de determinación de manganeso Hanna
- Kit de determinación de hierro

3.1.1. Métodos.

3.1.1.1. Programa de Monitoreo del Río Ambato.

Toma y recolección de muestras: Este procedimiento toma como base las normas: NTE INEN 2169:2013 Agua. Calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras NTE INEN 2176:2013, la cual establece las técnicas y precauciones generales que se deben tomar para conservar y transportar todo tipo de muestras de agua incluyendo aquellas para análisis biológicos, pero no análisis microbiológicos. NTE INEN 2226:2013 Agua, Calidad del Agua. Muestreo.

3.1.1.1.1. Métodos de muestreo

Se realizó un muestreo aleatorio simple, también conocido como muestreo aleatorio, que corresponde a la recolección arbitraria de muestras mediante un proceso que le da a cada unidad de muestra en la población (por ejemplo, un lago) la misma probabilidad de ser elegido. El muestreo aleatorio simple, es el diseño de muestreo basado en la probabilidad más simple y fundamental. También es el punto de referencia con el que a menudo se compara la eficiencia y el costo de otros diseños de muestreo. El método de muestreo está basado en las indicaciones de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169 y 2176.

3.1.1.1.2. Selección de los parámetros

Los principales parámetros se especifican en el informe de caracterización de los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos, DBO₅, DQO, OD, sólidos totales, sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos totales, dureza, pH, conductividad, entre otros (Zajia & Stalin, 2018), con los respectivos resultados encontrados para cada uno de los puntos geográficos estudiados los cuales para:

- Para proyectos específicos de contaminación del canal de riego Ambato Huachi Pelileo.
- Vigilancia de los cuerpos de agua para determinar el impacto que ocasionan las aguas.

3.1.1.1.3. Frecuencia de Monitoreo.

El establecimiento de una frecuencia de monitoreo de la calidad de agua natural y superficial depende de factores como:

- Objetivos del programa de monitoreo y vigilancia.
- Presupuesto destinado para llevar a cabo el programa de monitoreo.
- Estacionalidad de la cuenca (época seca, época de lluvias, etc.)
- La ocurrencia de eventos extraordinarios

Tabla 9. Justificativos en la determinación de los puntos de muestreo del canal de riego Ambato Huachi-Pelileo

Canal Ambato-Huachi-Pelileo				
Ítem No. 1	Sitio de muestreo	Coordenadas		Frecuencia de muestreo
		Este	Norte	
1	Bocatoma Pasa-Ambato	0764111	9859618	Cada 6 meses/4 campañas al año
2	Huachi-Solis	0761016	9855762	Cada 6 meses/4 campañas al año
3	Manzana de Oro	0762588	9854107	Cada 6 meses/4 campañas al año
4	Barrio Amazonas	0763051	9853595	Cada 6 meses/4 campañas al año
5	Montalvo	0763931	9852383	Cada 6 meses/4 campañas al año
6	Palagua El Carmen	0763114	9851229	Cada 6 meses/4 campañas al año
7	La Florida	0764846	9850873	Cada 6 meses/4 campañas al año
8	Vía San Pedro	0765623	9849343	Cada 6 meses/4 campañas al año
9	Querochaca	0765954	9848793	Cada 6 meses/4 campañas al año
10	Totoras	0767309	9857607	Cada 6 meses/4 campañas al año

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.1.4. Selección de preservantes y control de calidad de muestreo

El control de calidad establece que para identificar los errores asociados a la toma de muestra (Mora Campos & Tamay Heras, 2022). Por esta razón, es necesario asegurar el proceso para controlar los factores que pueden ser fuentes de error (conservación, contaminaciones, manipulación de las muestras, etc.) Además, cobra especial importancia, la cualificación del personal implicado. Un programa de control de calidad

en la toma de muestra, que debe estar documentado, tiene tres objetivos:

- a) Controlar y detectar errores que permitan rechazar muestras no válidas.
- b) Demostrar que las posibles fuentes de error están controladas adecuadamente.
- c) Estimar la variabilidad de la toma de muestra (mediante duplicados de muestras).

El esfuerzo realizado en el control de calidad de toma de muestra depende de los objetivos del programa, y puede revisarse atendiendo a los datos históricos disponibles en el laboratorio (Guachamín Zambrano, 2021). Un programa de control de calidad adecuado podría contener alguna o varios parámetros enumerados a continuación, atendiendo a la idoneidad del fin previsto.

Se recomienda que el control de calidad en la toma de muestras, esté en torno al 2% de las muestras tomadas.

3.1.1.2. Determinación de los parámetros fisicoquímicos

El organismo regulador de la normativa ambiental en Ecuador es el Ministerio del Ambiente, mismo que controla el cumplimiento de normas entorno al medio ambiente por medio del Acuerdo Ministerial Registro Oficial N°387, Anexo 1 del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULSMA). El mismo que define valores límites máximos permisibles de distintos parámetros químicos, físicos o biológicos en aguas para riego agrícola (Ministerio del Ambiente, 2015). El análisis de los parámetros químicos, físicos o biológicos permitirá determinar el Índice de Calidad del Agua (ICA) y la Relación de Adsorción de Sodio (RAS) en el canal de riego Ambato-Huachi-Pelileo.

a. Potencial de Hidrógeno (pH)

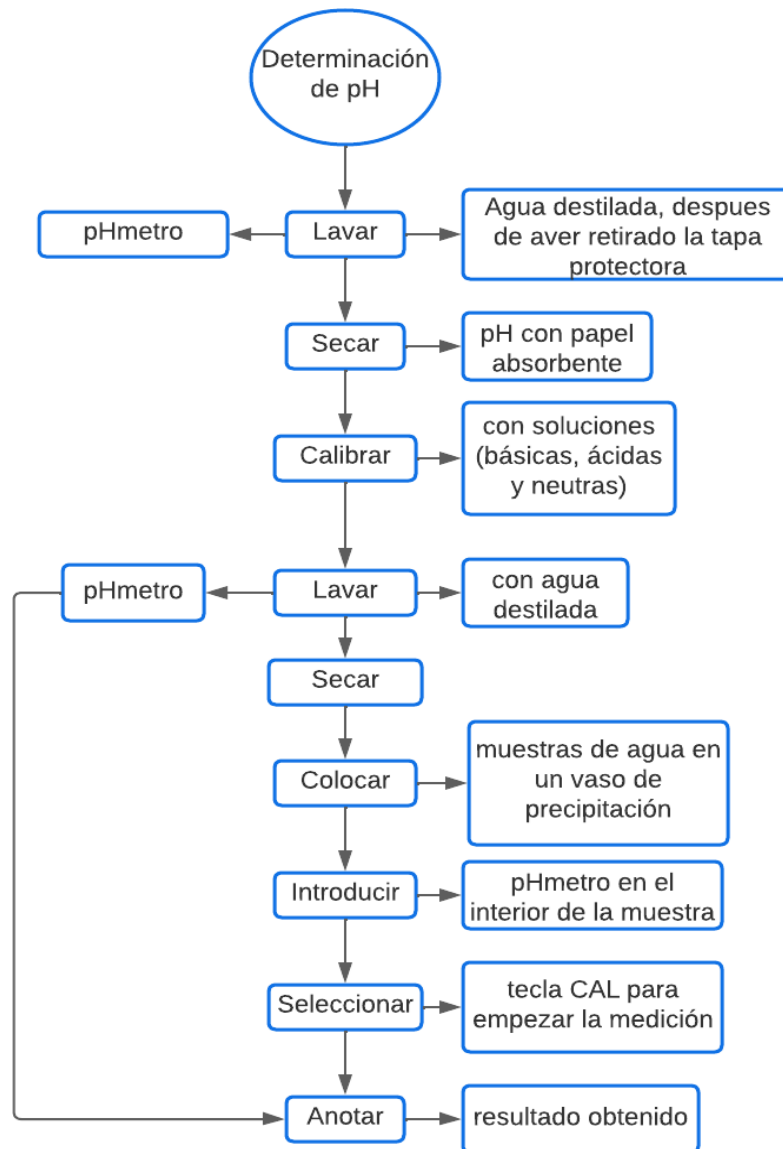


Figura 10. Determinación de pH

b. Metales Pesados

Para la determinación de metales pesados (plomo) se realizó tomando en cuenta los métodos estándar APHA 3113 y APHA 3114, así como también el método establecido por la Norma Mexicana NMX-AA-051-SCFI-2016 (NMX-AA-051-SCFI, 2016) y como subproceso el método de la Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency, EPA) EPA 3015A.

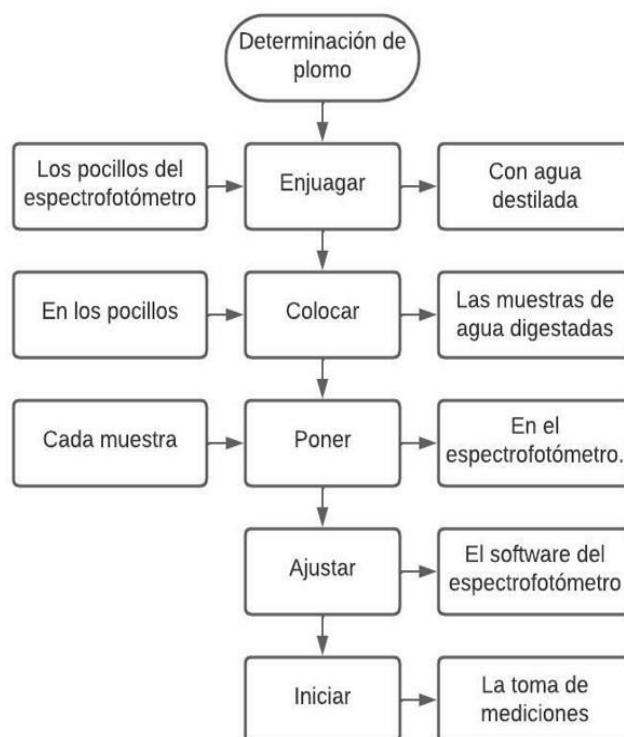


Figura 11. Diagrama de flujo para la determinación de metales pesados por espectrofotometría.

En el segundo procedimiento, según lo que indica (Garcés Alvear, 2021), a partir de la solución patrón del metal pesado analizado, se preparó estándares a concentraciones 10; 25; 50; 100; 150 y 200 ppb, los cuales fueron colocados en balones de 25mL y aforados con HNO₃ al 1%. Mediante el Espectrofotómetro de Absorción Atómica modelo PG INSTRUMENTS AA500 con horno de grafito, se elaboró la curva de calibración y así determinar la concentración del analito objeto de estudio presente en las muestras de agua. No se realizó diluciones de muestra, puesto a que los valores obtenidos estaban dentro del rango de absorbancia de los estándares preparados. El blanco utilizado fue HNO₃ 1%. Los cálculos correspondientes se realizaron en una hoja electrónica de Excel (Anexos).



Figura 12. Medición de metales pesados Mediante el Espectrofotómetro de Absorción Atómica PG INSTRUMENTS AA500 con horno de grafito.

c. Turbidez

La medición del grado de turbidez que presentan las muestras de agua se llevó siguiendo el método nefelométrico estándar APHA 2130, mediante el uso del turbidímetro portátil TN400 TURBIDITY, cuyos resultados se expresan en unidades NTU (Nephelometric Turbidity Unit). Antes de comenzar con el análisis, se calibró el equipo con los estándares (0,02 NTU, 20 NTU, 100NTU y 800NTU), luego se procedió a homogenizar las muestras de agua y se llenó la celda con tapa para muestra, hasta la marca indicada. Finalmente se colocó dentro del portamuestra y comenzó con la lectura. Los valores obtenidos indican la dispersión de la luz en donde se establece una razón entre la señal de luz dispersa nefelométrica a 90° y la señal de luz transmitida (Garcés Alvear, 2021).



Figura 13. Medición de la turbidez utilizando el turbidímetro portátil TN400 TURBIDITY

d. Oxígeno disuelto

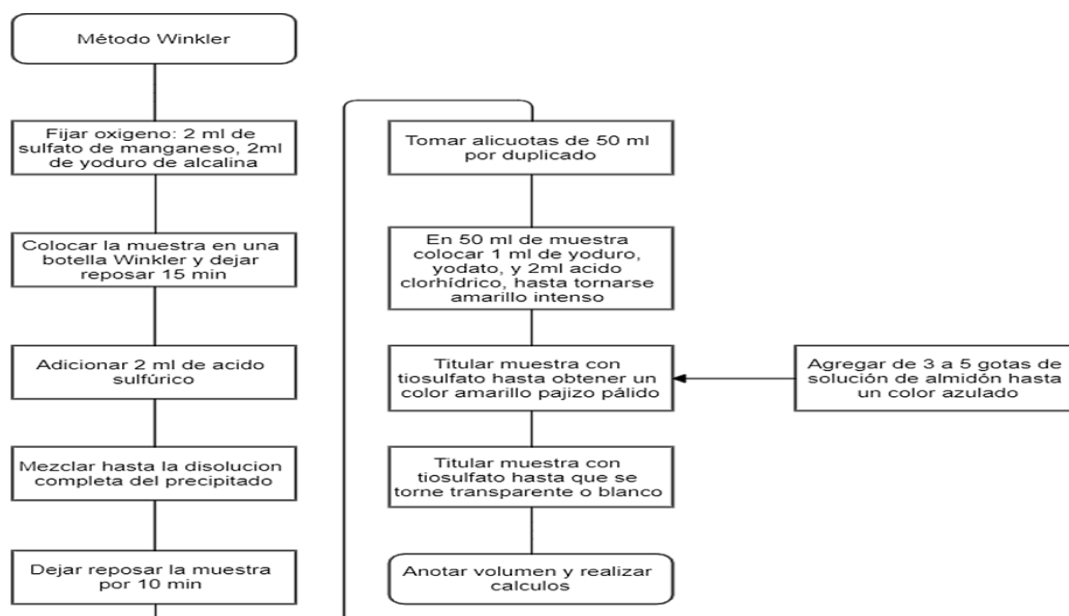


Figura 14. Determinación de Oxígeno Disuelto mediante método yodométrico

Cálculo de corrección por la pérdida de muestra desplazada por los reactivos

$$V_{\text{muestra corregida}} \quad (\text{ml}) = \frac{V_{\text{muestra original}} \times V_{\text{capacidad botella}}}{V_{\text{capacidad botella}} - V_{\text{total de reactivos}}} \quad (\text{Ec. 1})$$

Cálculo de oxígeno disuelto

$$\text{mg de OD/L} = \frac{V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times N_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times 8000 \times V_{\text{capacidad botella}}}{V_{\text{muestra original}} \times (V_{\text{capacidad botella}} - 2)} \quad (\text{Ec. 2})$$

Dónde:

$V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ = Volumen gasto de tiosulfato de sodio (mL)

$N_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ = Normalidad del tiosulfato de sodio

e. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

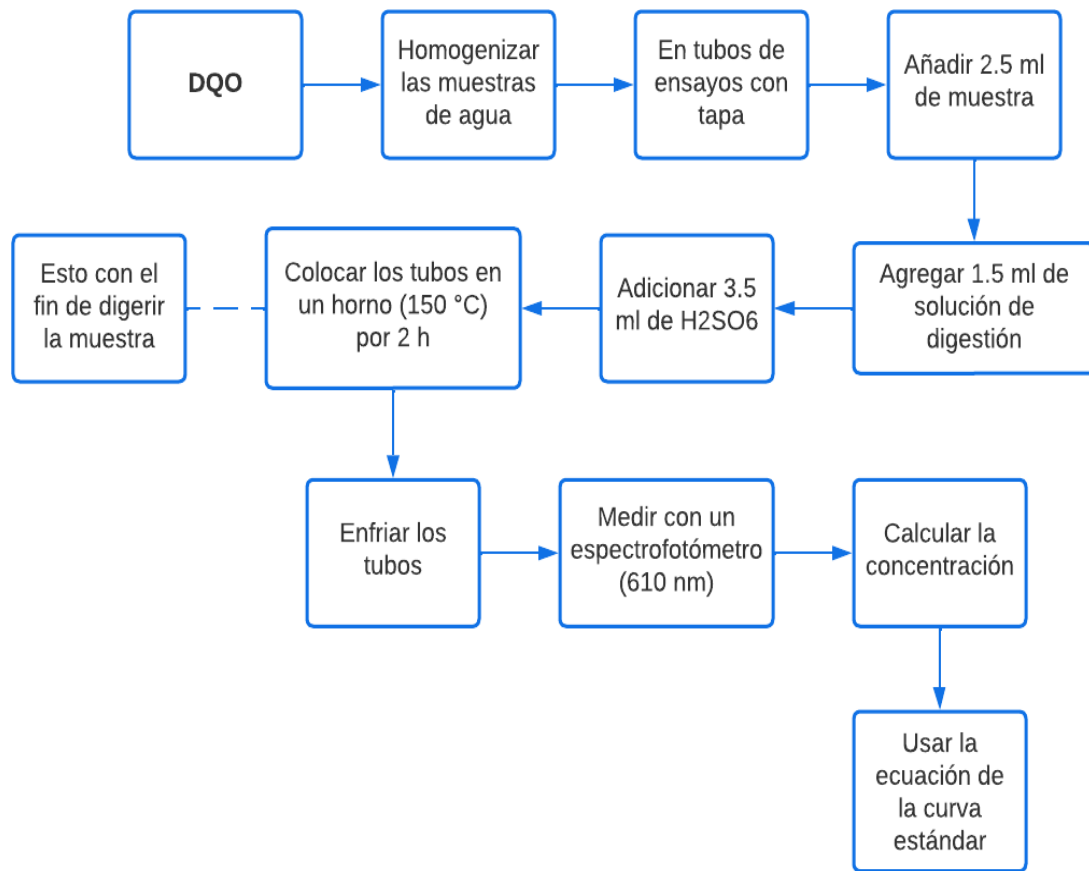


Figura 15. Determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) mediante espectrofotómetro

f. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

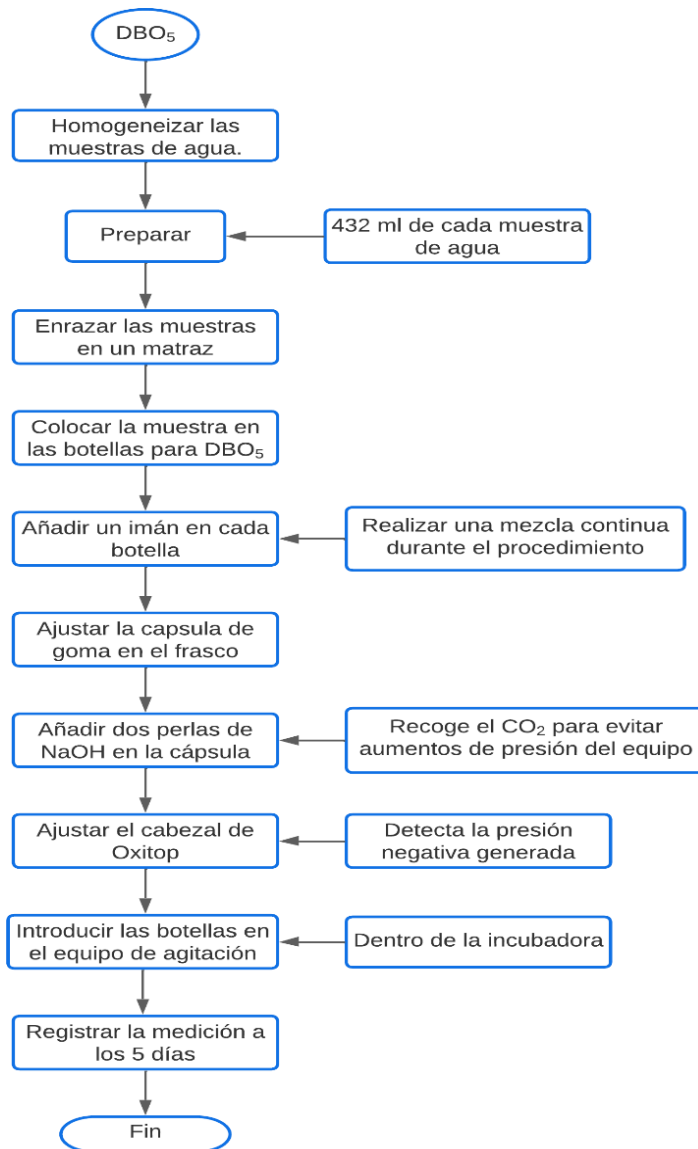


Figura 16. Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno se determinó mediante el equipo OxiTop.

g. Sólidos suspendidos totales

En base a lo establecido por el método estándar APHA 2540-D22 (Rice, Baird, & Eaton, 2017), se procede a la retención de partículas sólidas presentes en las muestras de aguas residuales. Para cual se pesó las capsulas previamente lavadas y secadas por 2 horas a 105°C y papel filtro. Por otra parte, se instaló el equipo de filtración al vacío conformado por un matraz Kitasato y embudo Buchner. Se colocó el papel filtro sobre el embudo, se vierte 50 mL de muestra y se prende la bomba para empezar con la filtración. Luego se retiró con cuidado el papel filtro y se colocó en la cápsula para posteriormente ser llevado a la estufa por 2 horas a 105°C. Finalmente, se deja enfriar

en el desecador hasta que llegue a temperatura ambiente y se vuelve a pesar (Garcés Alvear, 2021).

La fórmula que se utiliza es la siguiente:

$$SST = \frac{(P_2 - P_1) \times 1000}{V} \quad (\text{Ec. 3})$$

Dónde:

P_2 = peso cápsula + papel filtro con residuo (secado) (g)

P_1 = peso cápsula + papel filtro (g)

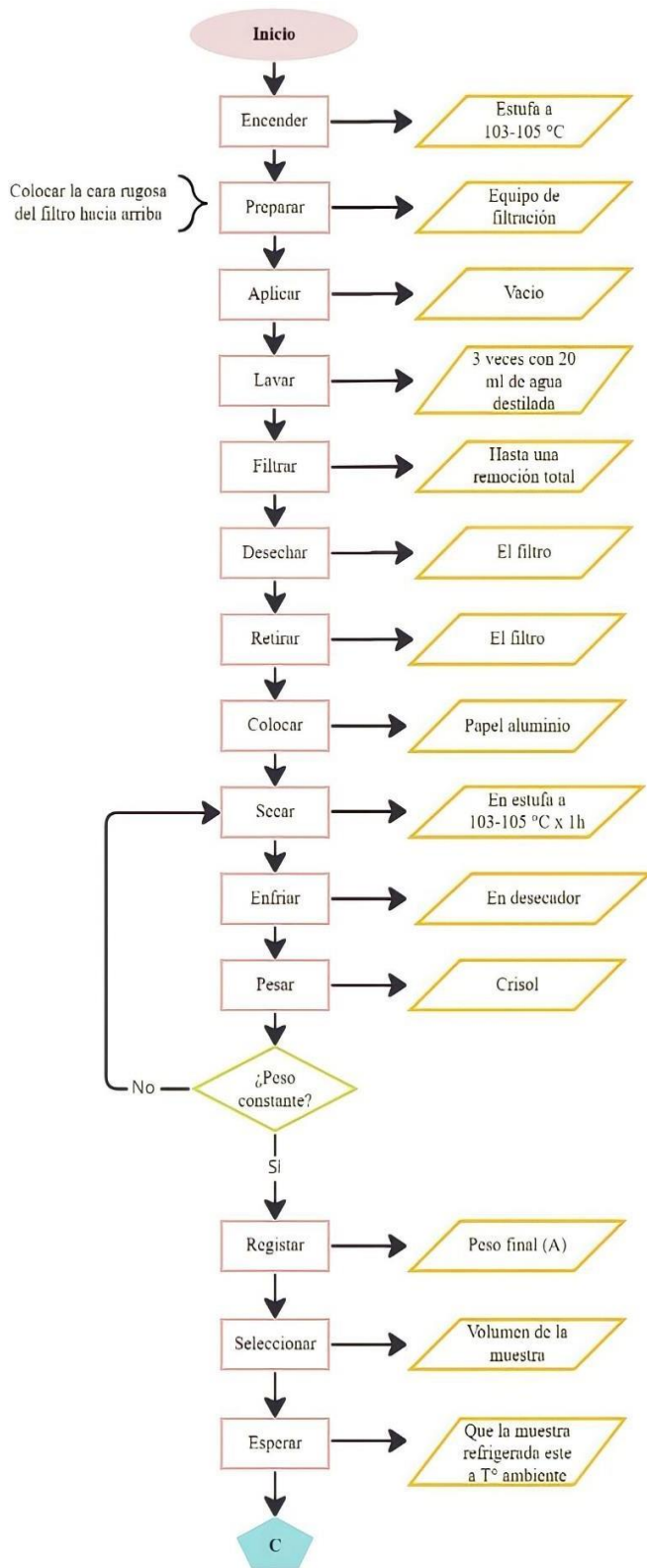
V = volumen de la muestra (ml)



Figura 17. Determinación de sólidos suspendidos totales

h. Sólidos disueltos totales

Se realizó por el método estándar gravimétrico APHA 2540-C22 (Rice et al., 2017), en el cual se pesó los crisoles previamente lavados y secados y se coloca 50 ml de la muestra filtrada, en el proceso de sólidos suspendidos totales (filtración al vacío). Luego se llevó a la estufa a 180°C por 2 horas. Se dejó enfriar en el desecador hasta que el peso sea constante y se registra ese dato.



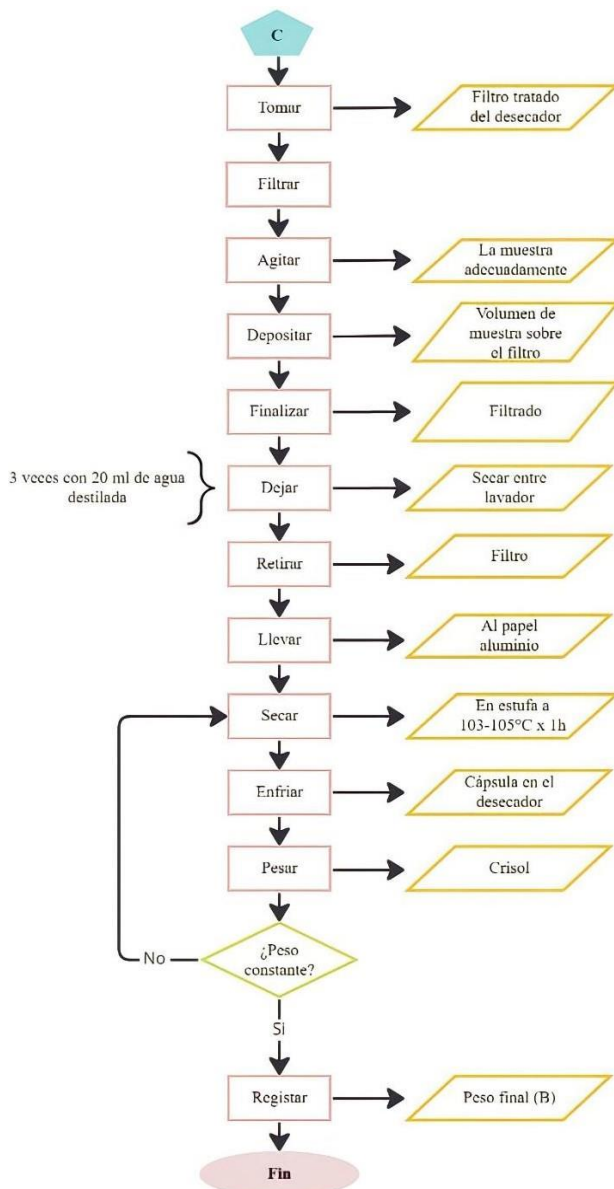


Figura 18. Determinación de sólidos disueltos totales por método gravimétrico

La fórmula que se utilizó, es la siguiente:

$$SDT = \frac{(P_2 - P_1) \times 1000}{V} \quad (\text{Ec. 4})$$

Dónde:

P_2 = peso residuo seco del filtrado (g)

P_1 = peso cápsula (g)

V = volumen de la muestra filtrada (ml).

i. Sólidos totales

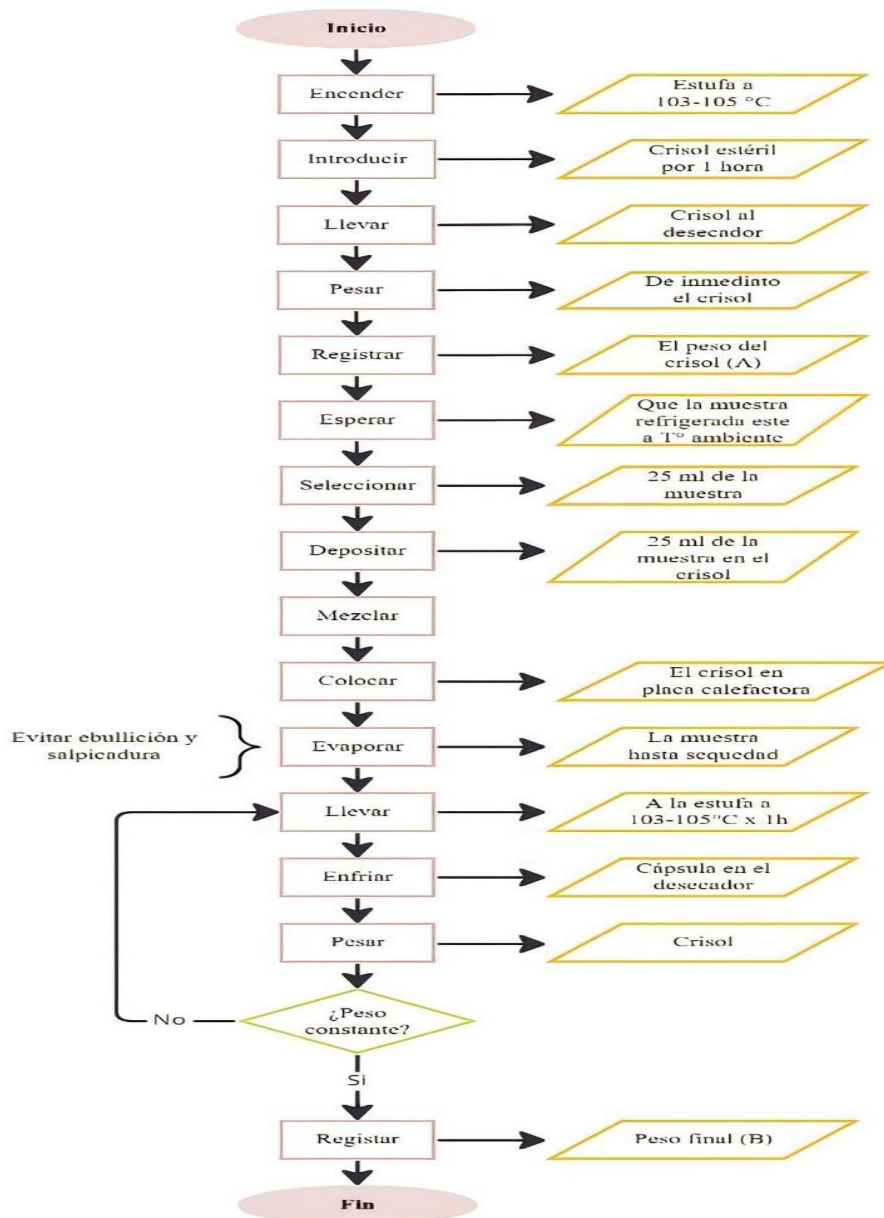


Figura 19. Flujograma de sólidos totales.

Ecuación para la determinación de sólidos totales

$$ST \left(\frac{mg}{L} \right) = SST + SDT \quad (\text{Ec. 5})$$

j. Conductividad

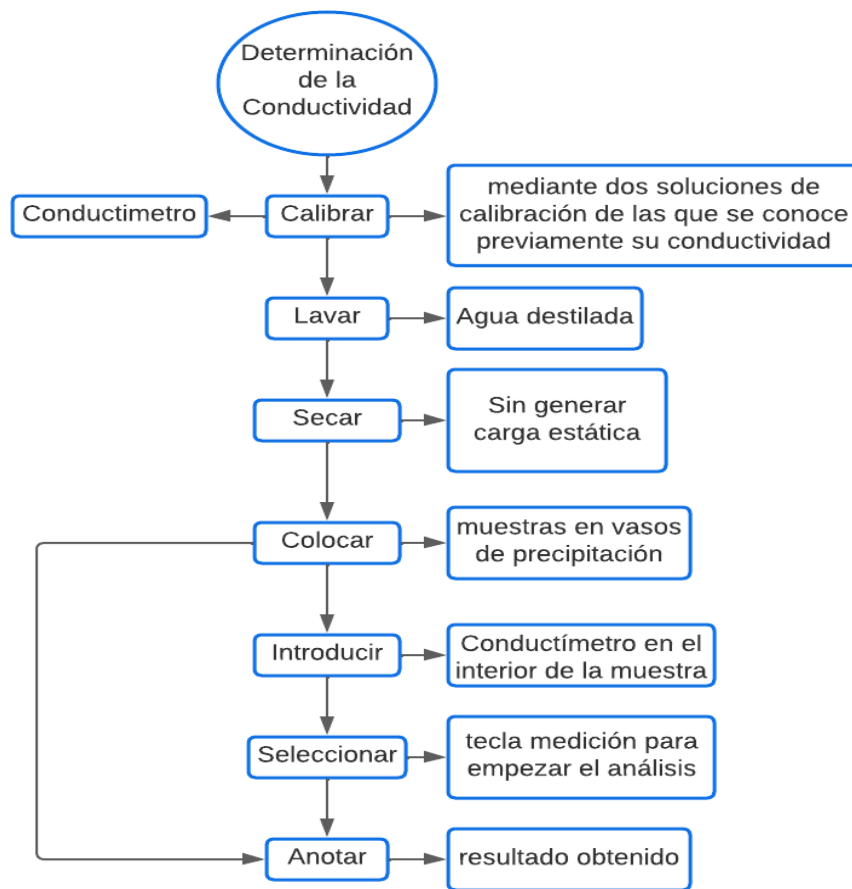


Figura 20. Diagrama de flujo de la conductividad

k. Dureza

Para la determinación de la dureza se utilizó el método estándar APHA 2340 C (Rice et al., 2017), usando una solución amortiguadora (cloruro de amonio + sal de magnesio EDTA disuelto en amoníaco concentrado y agua destilada) e indicador negro de eriocromo T.

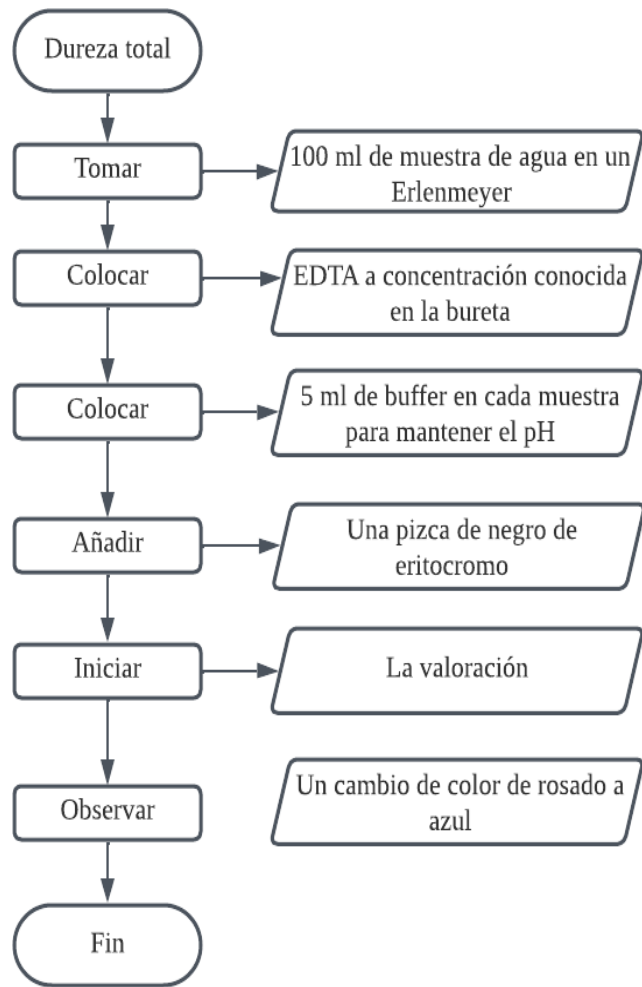


Figura 21. Diagrama de flujo de la dureza

$$Dureza\ total\ \left(\frac{mg}{L}\right) = \frac{A \times B \times 1000}{C} \quad (Ec. 6)$$

Dónde:

A = Volumen de EDTA gastados en la titulación de la muestra (mL)

B = Molaridad EDTA (mol/L)

C = Volumen de muestra (mL)

La disolución de carbonato de calcio 1 mg/ML, se colocó para separar los iones calcio y magnesio. Se pesó 1gr de carbonato de calcio y se disueltió con ácido clorhídrico 1:1. Posterior se añadió 200mL de agua y se llevó a ebullición. Se dejó enfriar y se colocó indicador rojo de metilo. Se ajustó hasta un color naranja con ácido clorhídrico y se aforo a 1L.

3.1.1.3. Determinación del Índice de Calidad General de agua (NSF)

Los índices de calidad del agua –ICA– surgen como una herramienta simple para la evaluación del recurso hídrico, Se definen los ICA como una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros que sirven como expresión de la calidad del agua; el índice puede ser representado por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o incluso un color.

La técnica empleada fue el Índice de Calidad de Agua “Water Quality Index” (WQI) desarrollado por la Fundación Nacional de Saneamiento de Estados Unidos, que considera alrededor de nueve parámetros de caracterización del agua. Dentro de los cuales se seleccionaron los parámetros a emplear, se aplicó el valor subíndice de cada parámetro dependiendo de la curva de función de calidad NSF y el factor de ponderación (González, Caicedo, & Aguirre, 2013) como se muestra en la siguiente tabla.

Se emplea la siguiente ecuación se emplea para el cálculo del ICA NSF:

$$ICA = \sum_{i=1}^n (I_i \times W_i) \quad (\text{Ec. 7})$$

Dónde: I_i = Subíndice del parámetro i

W_i = Factor de ponderación para el subíndice i o peso de importancia

El resultado final del ICA es interpretado con los rangos y colores que se muestra en la tabla:

Tabla 10. Escala de clasificación del ICA

Valor UWQI	Calidad	Color	Usos Aplicados
0,00-0,25	Muy Mala	Rojo	Agua Contaminada, no aceptable para contacto humano de ningún tipo.
0,26-0,50	Mala	Naranja	Agua parcialmente contaminada no aceptable para uso humano de contacto directo.
0,51-0,70	Regular	Amarillo	Aceptable para uso de riego e industrial.
0,71-0,90	Aceptable	Verde	Aceptable para consumo humano (tratamiento simple), piscicultura y uso recreativo.
0,91-1,00	Buena	Azul	Aceptable en todo tipo de usos.

Fuente: Quiroz, Izquierdo, & Menéndez.

3.1.2. Tipo de Investigación

De Campo

En 10 puntos del canal de riego Ambato Huachi Pelileo se realizaron la toma de muestra, en 3 fases, en cada una de las cuales se han determinado valores in situ de pH y temperatura.

Tabla 11. Justificativos en la determinación de los puntos de muestreo de aguas naturales y superficiales

Canal de Riego Ambato Huachi-Pelileo		
Ítem No. 1	Sitio de muestreo	JUSTIFICATIVOS
1	Bocatoma Pasa-Ambato	Tomada en la Bocatoma del canal de riego Ambato Huachi Pelileo en el sector Aguajan-Pasa.
2	Huachi-Solis	Muestra de Control. Permite conocer la calidad de las aguas del canal antes de recibir las descargas de aguas residuales domésticas e industriales de la ciudad de Ambato.
3	Manzana de Oro	Muestra de Control. Permite conocer la calidad de las aguas del canal de riego después de recibir las descargas de aguas residuales domésticas e industriales de la ciudad de Ambato.
4	Barrio Amazonas	Muestra de Control. Permite conocer el grado de contaminación de las aguas usadas para el área agrícola y compararla con el punto de muestreo 3
5	Montalvo	Muestra de Control. Permite conocer la calidad de las aguas del Canal Ambato Huachi –Pelileo
6	Palagua El Carmen	Muestra de Control. Tomada en Palagua El Carmen permite conocer la calidad de las aguas en este sector y realizar un análisis comparativo con la Muestra 5.
7	La Florida	Muestra de Control. Permite conocer la calidad de las aguas del canal de riego después de recibir las descargas de aguas residuales domésticas e industriales de la ciudad de Ambato
8	Vía San Pedro	Muestra de Control. Permite conocer la calidad de las aguas del canal de riego y realizar una comparación con los puntos anteriormente muestreados.
9	Querochaca	Muestra de Control. Permite conocer la calidad de las aguas del canal de riego después de recibir las descargas de aguas residuales domésticas e industriales de Cevallos, Quero, Mocha y Ambato
Punto Complementario	Río Pachanlica: Totoras	Muestra de Control. Tomada en la cuenca baja del canal de riego Ambato Huachi-Pelileo, permite conocer la calidad de las aguas de riego en el sector y realizar un análisis comparativo con la muestra 9 para determinar el aumento o disminución de contaminación de la misma.

Fuente: SENAGUA. (2019).

Experimental

En el proyecto se busca determinar la influencia de la contaminación antropogénica en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de canal de riego Ambato Huachi-Pelileo para el análisis de la factibilidad de su uso en actividades agrícolas mediante el estudio de diez puntos geográficos establecidos.

Tabla 12. Elementos y Componentes analizados en el diseño experimental

ELEMENTOS		COMPONENTES	
1) CAMPAÑAS DE MUESTREO	DE	FASE 1 (F1):	Ejecutado Octubre 2021 – Febrero 2022
		FASE 2 (F2):	Ejecutivo Octubre 2022 – Marzo 2023
		FASE 3 (F3):	Ejecutado Abril 2023– Septiembre 2023
2) PUNTOS DE MUESTREO	DE	P1:	Bocatoma Pasa-Ambato
		P2:	Huachi-Solís
		P3:	Manzana de Oro
		P4:	Barrio Amazonas
		P5:	Montalvo
		P6:	Palagua El Carmen
		P7:	La Florida
		P8:	Vía San Pedro
		P9:	Querochaca
		P10:	Totoras

Fuente: DIVISO UTA, 2023.

Para el diseño experimental se tomaron muestras por duplicado en cada punto mencionado en la Tabla 11, las muestras fueron homogenizadas y conservada con el reactivo que se indica en la Tabla 8, luego fue transportada a los laboratorios en un sistema de refrigeración a temperatura de 3 °C. En los laboratorios las muestras fueron nuevamente homogenizadas por separado y analizadas, los valores obtenidos de las dos muestras por cada punto de control fueron promediados en las tres fases de muestreo.

3.1.3. Hipótesis.

- **Hipótesis Alternativa:**

Los contaminantes antropogénicos presentes en el agua de riego y uso doméstico del canal Ambato-Huachi-Pelileo, influyen en detrimento de las características de calidad de las aguas tanto fisicoquímicas como

microbiológicas.

- **Hipótesis Nula:**

Los contaminantes antropogénicos presentes en el agua de riego y uso doméstico del canal Ambato-Huachi-Pelileo, no influyen en detrimento de las características de calidad del agua tanto fisicoquímicas como microbiológicas.

3.1.4. Variables de la Hipótesis

- **Variable dependiente:**

Índices de calidad del agua para todo el trayecto del canal de riego.

- **Variable independiente:**

Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

CAPÍTULO IV

4.1.1. Plan de monitoreo del canal de riego Ambato Huachi Pelileo

Se elabora el Manual de procesos para la toma, preservación y transporte de las muestras de aguas naturales y superficiales destinadas para el Proyecto de vinculación de la FCIAB, con lo cual se realizará el análisis fisicoquímico y microbiológico del agua del canal de riego Ambato-Huachi-Pelileo, evitando alterar las condiciones iniciales de las muestras en tres fases de tal manera que se puedan evidenciar las características de afectación en tiempo y espacio el canal de riego Ambato Huachi Pelileo.

4.1.2. Análisis de los resultados de los parámetros fisicoquímicos del agua del canal de riego Ambato Huachi Pelileo

Una vez que se tomó las muestras en los 10 puntos de control, en cada una de las campañas de muestreo y análisis en los laboratorios de la Universidad Técnica de Ambato, se realizó el análisis de 13 parámetros fisicoquímicos, los mismos que se muestran en la siguiente tabla.

Los análisis fisicoquímicos se compararon con los valores de límites máximos permisibles del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria Libro VI Calidad Ambiental de Aguas del Ministerio de Ambiente.

Tabla 13. Resultados de los parámetros fisicoquímicos analizados en los puntos 1 al punto 5 tomadas en las tres campañas de muestreo.

PARÁMETROS			BOCATOMA PASA- AMBATO			HUACHI-SOLÍS			MANZANA DE ORO			BARRIO AMAZONAS			MONTALVO			NORMA TULSMA LMP
			F 1	F 2	F3	F 1	F 2	F3	F 1	F 2	F3	F 1	F 2	F3	F 1	F 2	F3	
DESCRIPCION	UNIDADES	MÉTODO	DIVISO-P1-F1	DIVISO-P1-F2	DIVISO-P1-F3	DIVISO-P2-F1	DIVISO-P2-F2	DIVISO-P2-F3	DIVISO-P3-F1	DIVISO-P3-F2	DIVISO-P3-F3	DIVISO-P4-F1	DIVISO-P4-F2	DIVISO-P4-F3	DIVISO-P6-F1	DIVISO-P6-F2	DIVISO-P6-F3	
CARACTERISTICAS			TRANSPARENTE	POCO TURBIA	POCO TURBIA	POCA TURBIA	POCO TURBIA	POCO TURBIA	POCO TURBIA	POCO TURBIA	POCO TURBIA	TURBIA	TURBIA	POCO TURBIA	POCO TURBIA	TRANSPARENTE	POCO TURBIA	N/D
OXIGENO DISUELTO	mg/l	MAM-22/APHA 4500-O C MODIFICADO	9.8	5.6	7.2	4.4	5.0	5.8	3.6	7.2	7.6	5.0	5.3	5.6	5.6	6.9	8.2	No < 3
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	MAM-10/APHA 2510 B MODIFICADO	219.0	231.8	233.0	229.7	258.7	256.0	222.1	248.6	269.0	216.1	249.5	234.0	220.1	240.8	261.0	
*TURBIDEZ	UNT	ESPECTROFOTOMÉTRICO MERCK	16	<10	24	10	16	118	<10	10	13	11	19	<10	18	24	11	100
pH		POTENCIOMÉTRICO	6.7	7.9	7.1	6.5	7.9	7.7	6.5	7.8	6.7	6.6	7.7	7.5	6.7	7.7	7.1	6 a 9
DQO	mgO ₂ /l	COLORIMETRICO MERCK	48.0	57.0	22.5	13.4	66.2	40.5	33.0	73.7	20.0	20.0	45.0	45.0	22.4	23.9	42.0	40
DBO5	mgO ₂ /l	APHA 5210 B	1	6	2.2	4	7	4.1	5	7	2.0	4	4.5	5.0	3	2.5	4.2	250
*COLIFORMES TOTALES	mg/l	COLORIMÉTRICO MERCK	Presencia	Presencia	9×10 ²	Presencia	Presencia	4×10 ²	Presencia	Ausencia	1×10 ²	Presencia	Ausencia	5.5×10 ²	Presencia	Presencia	1.8×10 ²	0,2
E. coli	mg/l	APHA 4500-P, C	Presencia	Presencia	N/D	Presencia	Presencia	N/D	Presencia	Ausencia	N/D	Presencia	Presencia	N/D	Presencia	Ausencia	N/D	
SOLIDOS TOTALES	mg/l	APHA 2540 B	220	292	175	220	214	218	260	322	203	260	276	308	240	396	452	1600
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	APHA 2540 D	<5	12	34	<5	24	57	40	66	50	20	16	124	40	36	284	130
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	APHA 2540 D	210	280	66	215	190	66	220	256	12	240	260	377	200	360	104	
DUREZA TOTAL	mgCaCO ₃ /l	APHA 2340 C	132	133	80	162	146	160	162	200	200	146	153	120	152	146	80	
PLOMO	ug/l	APHA 3114 B MODIFICADO	N/D	12.7	12.3	N/D	15.2	9.61	N/D	10.6	12.5	N/D	31.9	18.3	N/D	33.5	20.0	200

Nota: F1: Primera campaña de muestreo realizado el 29 de febrero de 2020; F2: Segunda campaña de muestreo realizado el 29 de mayo de 2021.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Resultados de los parámetros fisicoquímicos analizados en los puntos 6 al punto 10 muestreados en las dos campañas

PARÁMETROS			PALAGUA EL CARMEN			LA FLORIDA			VÍA SAN PEDRO			QUEROCHACA			TOTORAS			NORMA TULSMA LMP
			F 1	F 2	F3	F 1	F 2	F3	F 1	F 2	F3	F 1	F 2	F3	F 1	F 2	F3	
DESCRIPCION	UNIDADES	MÉTODO	DIVISO -P7-F1	DIVISO -P7-F2	DIVISO -P7-F3	DIVISO -P8-F1	DIVISO -P8-F2	DIVISO -P8-F3	DIVISO -P9-F1	DIVISO -P9-F2	DIVISO -P9-F3	DIVISO -P10-F1	DIVISO -P10-F2	DIVISO -P10-F3	DIVISO -P5-F1	DIVISO -P5-F2	DIVISO -P5-F3	
CARACTERISTICAS			POCO TURBIA	POCO TURBIA		POCO TURBIA	POCO TURBIA		POCO TURBIA	POCO TURBIA		POCO TURBIA	POCO TURBIA		MUY TURBIA	TURBIA		
OXIGENO DISUELTO	mg/l	MAM-22/APHA 4500-O C MODIFICADO	4,8	7,2	5,2	5,0	7,0	5,6	5,4	6,0	8,5	5,8	5,0	8,0	3,0	4,0	3,6	No < 3
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	MAM-10/APHA 2510 B MODIFICADO	224,5	249,5	137,0	218,0	240,8	235,0	225,3	246,6	273,0	219,8	248,6	283,0	4910	388,7	322,0	
*TURBIDEZ	UNT	ESPECTROFOTOMÉTRICO MERCK	10	13	<10	14	15	<10	14	11	<10	25	23	18	10	25	32	100
pH		POTENCIOMÉTRICO	7,0	7,7	7,7	7,0	7,7	7,6	7,2	7,4	7,6	7,1	7,9	7,5	6,5	8,1	8,2	6 a 9
DQO	mgO ₂ /l	COLORIMETRICO MERCK	23,9	30,0	45,0	22,4	76,0	42,0	330,0	31,5	57,1	22,5	25,4	40,5	1051,0	81,2	57,0	250
DBO5	mgO ₂ /l	APHA 5210 B	8	7,6	4,1	2	8	1,0	6	9	6,0	7	2,5	3,3	125	3,4	5,7	20
*COLIFORMES TOTALES	mg/l	APHA 4500-P , C	Presencia	Presencia	3×10 ²	Presencia	Ausencia	2×10 ²	Presencia	Presencia	2,9×10 ²	Presencia	Presencia	2×10 ²	Presencia	Presencia	1×10 ²	2 UFC/mL
E. coli	mg/l	TURBIDIMETRICO MERCK	Presencia	Ausencia	4×10 ²	Presencia	Presencia	N/D	Presencia	Presencia	N/D	Presencia	Presencia	N/D	Presencia	Presencia	N/D	1000
SOLIDOS TOTALES	mg/l	APHA 2540 B	220	176	172	240	320	227	560	614	202	560	418	186	3340	2232	1144	1600
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	APHA 2540 D	<5	12	21	<5	16	23	20	16	17	10	44	10	260	2	39958	130
SOLIDOS DISUELTOS	mg/l	APHA 2540 D	210	164	128	240	304	2198	540	598	110	550	374	126	3080	2230	177	
DUREZA TOTAL	mgCaCO ₃ /l	APHA 2340 C	154	200	160	160	146	80	132	220	80	134	120	80	416	120	333	
PLOMO	ug/l	APHA 3114 B MODIFICADO	N/D	25,9	10,1	N/D	53,2	7,2	N/D	42,9	7,2	N/D	24,5	11,2	N/D	52,2	13,0	200

Nota: F1: Primera campaña de muestreo realizado el 29 de febrero de 2020; F2: Segunda campaña de muestreo realizado el 29 de mayo de 2021.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4. Determinación del Índice de Calidad General del Agua NSF

Para la determinación del índice de calidad del agua se procedió a calcular los subíndices I_i , para cada parámetro mediante interpolación utilizando las curvas de función matemática.

La determinación de la Calidad del Agua en un cuerpo de agua está relacionada con la identificación del grado, intensidad o nivel de contaminación que contienen. Los factores que pueden contribuir a dicha contaminación pueden ser químicos, físicos o biológicos. El UWQI (Índice Universal de la Calidad de Agua) determina el grado de la contaminación presente en un cuerpo de agua. Para ello, emplea parámetros químicos, físicos o microbiológicos como indicadores. Entre los parámetros considerados se denotan: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Oxígeno Disuelto (OD), Coliformes fecales, potencial de hidrógeno (pH), Sólidos Disueltos (SSD), Sólidos Totales (SST) y Demanda Química de Oxígeno (DQO) (Garcés, 2021).

Cada uno de estos parámetros se los asocia con un peso de ponderación (W_i) dependiendo de la importancia y el impacto de contaminación en el cuerpo de agua. Los resultados de cada parámetro obtenidos en el análisis son transformados a un porcentaje promedio. Además, se debe calcular el subíndice (I_i) de cada parámetro, el cual consiste en el ingreso del valor en una determinada medición registrada en la variable de calidad. Cuando se toma de referencia una curva estándar respectiva a la contaminación para traducir a términos de calidad, el subíndice se toma como la diferencia entre 1 y el índice de contaminación respectivo de la magnitud variable.

Finalmente, se multiplica los valores de W_i y I_i de cada parámetro y la sumatoria corresponde al ICA (Guachamin, 2020).

Tabla 15. Evaluación del Índice de Calidad del Agua según el criterio general de UWQI. Valores del ICA de la fase 1, fase 2 y fase 3

UWQI (Índice Universal de la Calidad de Agua)																														
PARÁMETROS	BOCATOMA PASA-AMBATO			HUACHI-SOLÍS			MANZANA DE ORO			BARRIO AMAZONAS			MONTALVO			PALAGUA-EL CARMEN			LA FLORIDA			VÍA SAN PEDRO			QUEROCHACA			TOTORAS		
	F 1	F 2	F 3	F 1	F 2	F 3	F 1	F 2	F 3	F 1	F 2	F 3	F 1	F 2	F 3	F 1	F 2	F 3	F 1	F 2	F 3	F 1	F 2	F 3	F 1	F 2	F 3	F 1	F 2	F 3
OXIGENO DISUELTO	0,75	0,43		0,54	0,72		0,71	0,65		0,55	0,59	0,75	0,43		0,54	0,72		0,71	0,65		0,55	0,59	0,75	0,43		0,54	0,72		0,71	0,65
pH	0,68	0,64		0,73	0,69		0,77	0,63		0,81	0,61	0,68	0,64		0,73	0,69		0,77	0,63		0,81	0,61	0,68	0,64		0,73	0,69		0,77	0,63
DBO5	0,86	0,91		0,62	0,80		0,75	0,61		0,70	0,69	0,86	0,91		0,62	0,80		0,75	0,61		0,70	0,69	0,86	0,91		0,62	0,80		0,75	0,61
*TURBIDEZ	0,71	0,70		0,73	0,73		0,74	0,81		0,70	0,40	0,71	0,70		0,73	0,73		0,74	0,81		0,70	0,40	0,71	0,70		0,73	0,73		0,74	0,81
SOLIDOS TOTALES	0,75	0,40		0,64	0,70		0,67	0,78		0,74	0,63	0,75	0,40		0,64	0,70		0,67	0,78		0,74	0,63	0,75	0,40		0,64	0,70		0,67	0,78
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	0,70	0,85		0,60	9,35		0,60	0,65		0,69	0,79	0,70	0,85		0,60	9,35		0,60	0,65		0,69	0,79	0,70	0,85		0,60	9,35		0,60	0,65
DQO	0,60	0,80		0,80	8,80		0,60	0,70		0,64	0,64	0,60	0,80		0,80	8,80		0,60	0,70		0,64	0,64	0,60	0,80		0,80	8,80		0,60	0,70
Σ ICA	0,64	0,75	0,82	0,67	0,71	0,78	0,57	0,73	0,76	0,71	0,60	0,81	0,67	0,76	0,79	0,65	0,71	0,71	0,71	0,67	0,62	0,61	0,65	0,70	0,72	0,62	0,74	0,35	0,64	0,74

Nota: F1: Primera campaña de muestreo realizado del octubre 2021 – febrero 2022; F2: Segunda campaña de muestreo realizado Octubre 2022 – Marzo 2023. F3: Abril - Septiembre 2023

Fuente: Elaboración propia.

4.1.5. Realizar una propuesta de tratamiento para el agua de riego del canal Ambato Huachi-Pelileo aplicando métodos electroquímicos de remoción de contaminantes.

Mediante esta propuesta se propone una metodología para la remediación del canal de riego Ambato Huachi-Pelileo, que es empleado en sistemas agrícolas Andinos. Posteriormente estos métodos pueden ser aplicados a los inventarios agrícolas o sistemas de información geográfica de forma que permita gestionar o hacer políticas de promoción de remediación del canal de riego mediante el uso del sistema electrodo oxidativo.

Se tiene caracterizada la celda electrolítica y la metodología electro oxidativa para la remediación de aguas de riego para cultivos agrícolas con el uso de dos placas de titanio o platino y según la reacción química de intercambio de electrones convierte la solución en radicales oxidantes y reductores. Los resultados son extrapolables a diferentes ámbitos de carácter local, regional e incluso de diferentes países de sistemas agrícolas similares, mediante su aplicación a sus inventarios. Es considerado un método con alta factibilidad, puesto que, representa un costo bajo de inversión para realizarlo, considerando que lo primero que se debe obtener es la fuente de electricidad en este caso el electrodo, además, presenta porcentajes altos de remediación de agua al ser aplicado.

4.2. Análisis de Resultados

4.2.1. Plan de monitoreo de la calidad del agua Canal de riego Ambato Huachi Pelileo.

El plan de monitoreo para determinar la calidad de agua se realizó en tres campañas: Primera campaña de muestreo realizado del octubre 2021 – febrero 2022; segunda campaña de muestreo realizado Octubre 2022 – Marzo 2023. Y la tercera se realiza desde Abril 2023 - Septiembre 2023. De esta manera se garantiza una representatividad de los datos tanto en espacio como en tiempo, en donde la aplicación del plan de monitoreo garantiza en gran medida la idoneidad de los datos obtenidos ya que se aplica un tipo de muestreo aleatorio con un tamaño de muestra adecuado.

4.2.2. Análisis de Resultados de las tres campañas de muestreo.

Análisis Microbiológicos

Como se aprecia en la (Tabla 13) el porcentaje de la presencia de coliformes y *E. coli* en la mayoría de las muestras es elevada. En los canales de agua que ha estado expuestos recientemente a la contaminación fecal, para el canal de riego Ambato Huachi-Pelileo se estableció mediante un análisis cualitativo la existencia de contaminación por coliformes y *E.coli*, por ende, la calidad del agua se considera deficiente por la presencia de estos microorganismos.

Los resultados obtenidos en un estudio sobre la presencia de coliformes totales en los dos efluentes de agua (Tabla 14) revelan niveles superiores al límite máximo establecido por legislaciones internacionales y ecuatorianas, como los criterios de Salud y Ecología de la División y la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), que han predefinido un límite de 2 UFC/mL (EPA, 2021). Esta clara contaminación está influenciada por la falta de plantas de tratamiento de aguas residuales y las temperaturas ambientales que propician la proliferación de bacterias en las aguas superficiales (Widodo et al., 2019).

En análisis de la presencia de coliformes fecales para canales de agua para riego, se considera a la especie *de Escherichia coli* como uno de los indicadores de contaminación fecal más adecuado, puesto que, está presente en grandes cantidades en las heces humanas y animales. Sin embargo, se puede utilizar en el sector agrícola como agua de riego tomando las precauciones necesarias añadiendo algún tratamiento como por ejemplo, el agua puede ser procesada por plantas de tratamiento biológico, también se puede aplicar tratamientos por adsorción de carbón activado u otros adsorbentes, por otro lado también se puede utilizar tratamientos químicos pero no son muy recomendables para la agricultura como oxidación térmica, cloración entre otros (Fernández & Teresa, 2017), se recomienda utilizar las medidas adecuadas de protección si se utiliza esta agua para regadío ya que puede llegar a ser infeccioso si existiera heridas abierta o se ingiere algún tipo de alimento que haya sido procesado con esta agua.

Oxígeno Disuelto

Los resultados obtenidos en la fase 3 muestran que el oxígeno disuelto se encuentra dentro del límite permisible en todos los puntos muestreados en el canal de riego Ambato-Huachi-Pelileo y el punto complementario ubicado en el sector de Totoras. Por lo tanto, mientras mayor sea la concentración de oxígeno disuelto, mejor será la calidad

del agua. Al contrario, cuando los niveles de oxígeno disuelto son bajos (> 3 mg/L), la descomposición de materia orgánica sin oxígeno provoca olores pútridos (Sierra, 2011). De acuerdo al TULSMA, que indica el límite máximo, en aguas superficiales con fines de preservación de la flora y la fauna para aguas frías dulces, en valores no menores a 6 mg/L.

De acuerdo con el Análisis de Varianza (Anova de un factor) aplicado al estudio, a un nivel de confianza del 95%, se obtuvo que las medias de ambas fases de muestreo no presentaron diferencias estadísticamente significativas con respecto a los valores de mgO_2/L , siendo 5.9, 6.2 y 5.5 las medias de la fase 1, fase 2 y fase 3 respectivamente. Dentro de este análisis de varianza también se pudo observar que el conjunto de datos de la fase 2 presentaron mayor valor en su sumatoria, reflejando valores más altos de oxígeno disuelto, como se ve en la Tabla 16.

Tabla 16. Resultados preliminares del Análisis de varianza de un factor para Oxígeno Disuelto

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
1	10	167	16,7	16,2333333
2	10	112	11,2	51,7333333
3	10	145	14,5	36,4444444

Fuente: Elaboración propia.

El resultado para el punto 1 bocatoma Pasa -Ambato, los resultados presentados muestran que en base a la zona el río presenta mayor o menor afectación, teniendo en cuenta el recorrido y observación realizada en las tres fases de muestreo ejecutadas observando los alrededores como zona de montaña y con poco asentamiento humano por lo que suele haber presencia de vida acuática y usarse el agua para cultivo.

En un estudio en el año 2015 para los ríos Machángara y Monjas en Pichincha, los resultados presentan un comportamiento oscilante similar a los obtenidos, pese a que son ríos que tienen características similares estos presentaron valores de 7,01 mg/L y 5,50 mg/L respectivamente, de forma que uno se encontró por encima y el otro por debajo del límite máximo permisible del TULSMA.

Gran parte de los ríos del país que se encuentran aledaños a zonas urbanas y domésticas con tendencia de presentar altos niveles de contaminantes y residuos de pesticidas, que son medidos a través de niveles de parámetros como DBO, P, N_2 , y otros, especialmente en áreas muy habitadas.

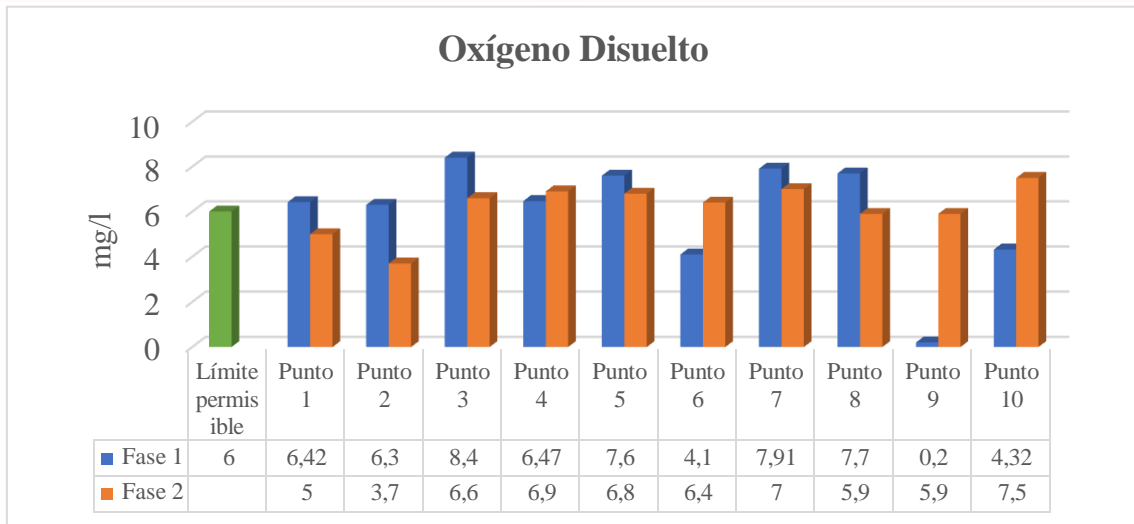


Gráfico. 1. Resultados de Oxígeno Disuelto en mgO₂/L en ambas fases de muestreo

a. Conductividad

De tal manera que en los análisis realizados a lo largo de los 9 puntos del canal de riego y el punto de referencia de contaminación, se observa que todos los puntos de dicho canal tienen una conductividad menor a 250 $\mu\text{s}/\text{cm}$, entrando en los parámetros establecidos por la OMS para el consumo humano, obviamente después de que el agua sea potabilizada. Con respecto al uso agrícola de igual manera, al establecer una comparación con los valores de referencia observados en la (Tabla 14) se puede evidenciar que los 9 puntos son excelentes, sin embargo, en el punto complementario 10 del sector Totoras utilizado como punto complementario se evidencia una conductividad de 4910 $\mu\text{s}/\text{cm}$, lo que la hace inapropiada para el riego en actividades agrícolas y para el consumo humano (Montilla, 2014).

Tabla 17. Valores de referencia para la conductividad en el agua de riego

Valores de referencia para el agua de uso agrícola	Valores ($\mu\text{s}/\text{cm}$)
Excelente	250
Buena	251 - 750
Permisible	751 - 2000
Uso dudoso	2001 - 3000
Inapropiada	3000

Recuperado de: (James et al., 1982).

De tal manera que en los análisis realizados a lo largo de los 9 puntos del canal de riego y el punto de referencia de contaminación, se observa que todos los puntos de dicho canal tienen una conductividad menor a 250 $\mu\text{s}/\text{cm}$, ingresando en los parámetros establecidos por la OMS para el consumo humano, obviamente después de que el agua sea potabilizada. Con respecto al uso agrícola de igual manera, al establecer una comparación con los valores de referencia observados en la (Tabla 14), se puede evidenciar que los 9 puntos son excelentes, sin embargo, en el punto complementario 10 del sector Totoras utilizado como punto complementario se evidencia una conductividad de 4910 $\mu\text{s}/\text{cm}$, lo que la hace inapropiada para el riego en actividades agrícolas y para el consumo humano (Montilla, 2014).

Por otro lado, con respecto al TULSMA se puede decir que esta indica que un rango moderado se encuentra entre 7×10^5 y 3×10^6 $\mu\text{s}/\text{cm}$, lo que demuestra que prácticamente todas las muestras son óptimas, al no sobrepasar ni el intervalo de moderado de conductividad establecido (Montilla, 2014).

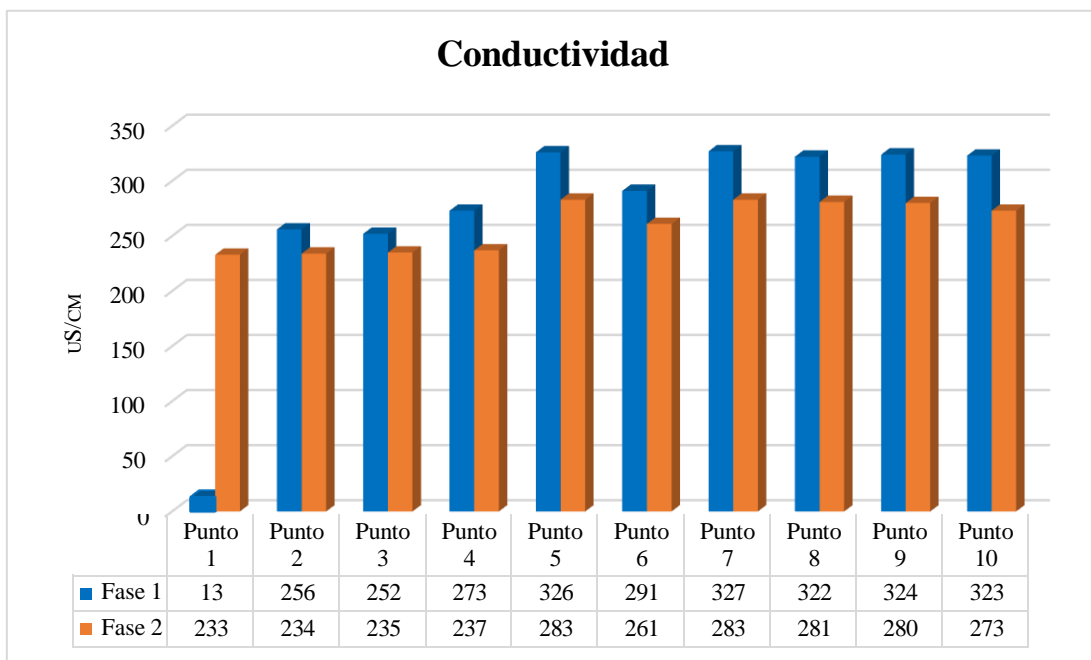


Gráfico. 2. Resultados de Conductividad en mgO_2/L en las fases de muestreo

b. Turbidez

Resultados de turbidez obtenidos de los muestreos realizados tanto en la fase 1, 2 y 3 proporcionan información sobre la calidad del agua los mismos que se encuentran dentro de los límites permisibles de la norma TULSMA con un valor máximo 100 UNT, es evidente la existencia de asentamientos urbanos en la zona objeto de estudio como

lavado de jeans, uso de agua para riego y diversas actividades comerciales de los habitantes de la zona.

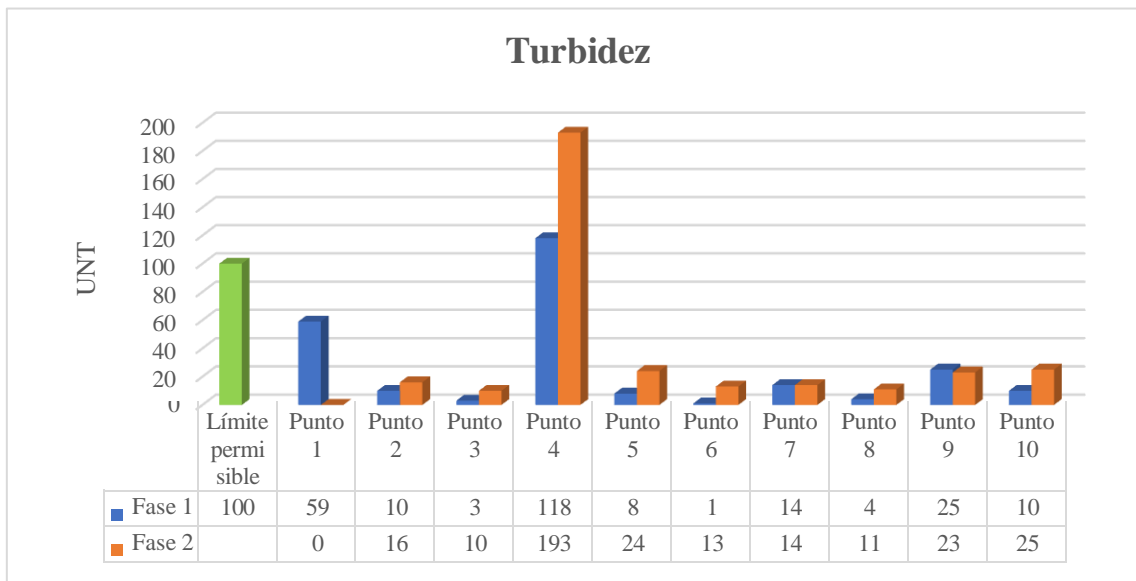


Gráfico. 3. Resultados de Turbidez en UNT en ambas fases de muestreo

Considerando el estudio de la calidad del agua del río Ambato en el año 2019 y 2020, de acuerdo con la autora (Guachamin Zambrano, 2021), respecto a los valores que obtuvo de turbidez, señala que los sectores de mayor incidencia de sólidos suspendidos reflejados en la medida de turbidez fueron los pertenecientes al sector de Totoras y Querochaca, sin embargo, estos valores se encontraron dentro del límite permisible de la norma TULSMA.

c. Potencial de Hidrógeno (pH)

Según el acuerdo ministerial 097, el intervalo de referencia adecuado en el agua de riego para el uso agrícola debe encontrarse entre 6 – 9, Sin embargo, algunos autores señalan que las plantas prefieren niveles de pH ligeramente ácidos de entre 5 – 7, debido a que los pH cuando son muy altos repercuten sobre la disponibilidad de metales y micronutrientes causándoles deficiencias, lo cual se ve reflejado en su crecimiento, y cuando lo niveles de pH son muy bajo se produce la acumulación de altos niveles tóxicos de metales como hierro y manganeso (Silva, 2013).

De todas formas, al utilizar como valor de referencia el acuerdo ministerial 097 o TULSMA, se puede decir que esta admite rango de hasta pH 9.0, porque muchas de las veces los agricultores complementan con fertilizantes que disminuyen el pH de los suelos lo que equilibra esta característica en los cultivos. De tal manera que al realizar

los análisis como se observa en la (Tabla 13) se obtuvo que el pH es ácido en un rango de 6,5 y 6,7 para las muestras de Bocatoma Pasa-Ambato, Huachi Solís, Manzana de Oro, Barrio Amazonas, Montalvo y el punto complementario del sector Totoras, los cuales están dentro del rango óptimo para las actividades de riego, continuando se puede observar que para la muestra de Palagua El Carmen y la Florida el pH es neutro al tener un valor 7.0 y para las muestras de la Vía San Pedro y Querochaca, se tiene un pH de 7,2 y 7,1 respectivamente demostrando que efectivamente todas las muestras cumplen con las condiciones de pH según la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes del Ecuador, pero, según las recomendaciones de otros autores, la Vía San Pedro y Querochaca están fuera del límite óptimo para las plantas que es 7.0 (Pachay, 2017).

El potencial de hidrogeno (pH) es una medida que fluctúa desde 0 a 14 y tiene como punto neutro el 7,0. Menores al punto neutro se consideran pH ácidos, y mayores al punto neutro se consideran pH básicos. Es así que este parámetro es de vital importancia en el análisis de las aguas de riego puesto que de su variabilidad depende la solubilidad de compuestos que sirven como nutrientes para las plantas (Álvaro, 2012).

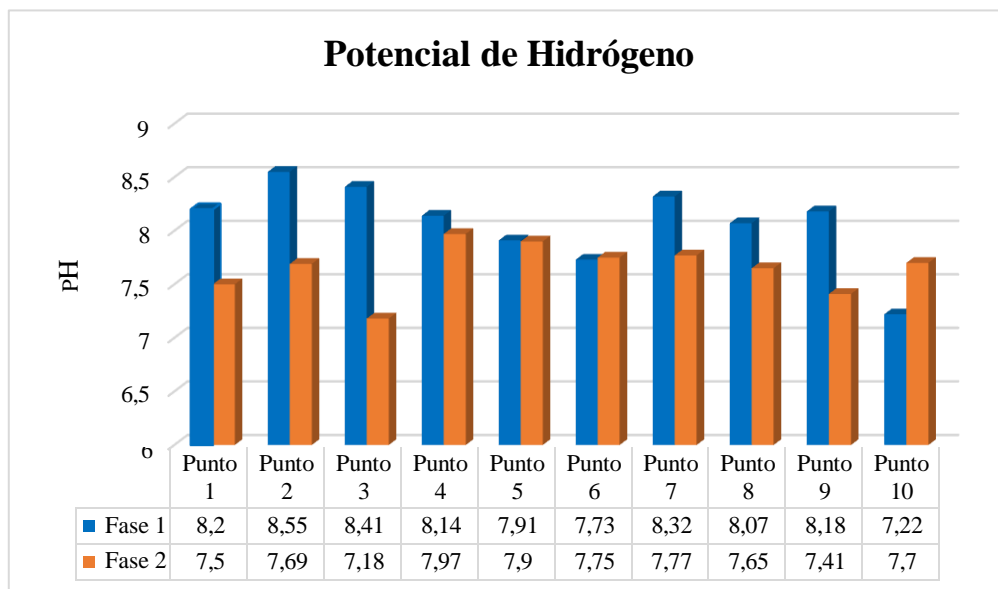


Gráfico. 4. Gráfico 4. Resultados de pH en ambas fases de muestreo

De acuerdo con el autor, la medida del potencial de Hidrógeno es fundamental en medios acuáticos, como ríos y mares, ya que desempeña un papel importante en el ambiente para el desarrollo de organismos. Así también las variaciones de un rango de pH tienen varios efectos entre ellos cuando los niveles son muy bajos la calidad del cuerpo de agua se ve alterada por la presencia de sustancias con niveles considerables

de toxicidad, por ejemplo, este parámetro se relaciona con otros factores como la temperatura, la presencia de sedimentos y otras sustancias, que pueden brindar las condiciones óptimas para el desarrollo de bacterias.

d. Metales Pesados Pb

En el análisis de Pb de las aguas residuales se indican que en la (Tabla 12 y 13), los diez puntos de muestreo se encuentran dentro de los límites establecidos, siendo de 5,0 mg/L para aguas de uso agrícola en riego (Tapia Núñez, 2015). Sin embargo, para el uso de agua de consumo y para la calidad de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios se encuentran en niveles elevados, es por ello que, los metales pesados causan efectos negativos en la contaminación del medio ambiente y trae consigo consecuencias para la salud pública afectando a diversos sistemas corporales, cardiovasculares y neurológicos; un claro ejemplo es el plomo, causando anomalías intelectuales en los niños (Mitra et al., 2022; OPS, 2023). Sin embargo, sería recomendable realizar un seguimiento más riguroso ya que estos datos pueden verse afectados por factores climáticos, además de pH y cantidad de materia orgánica presente (Smith, 2019). Las concentraciones de los metales pueden variar de acuerdo con las estaciones de recolecta de muestras, debido a que en estaciones de lluvias provoca diluciones, por ende, existirá menor absorción de los metales del agua (Ahmed et al., 2019).

Los valores de concentración de plomo en la fase 1 de monitoreo no pudo ser evaluada debido a problemas relacionados a la pandemia COVID-19, las fases 2 y 3 posteriormente realizadas estuvieron por debajo del límite máximo permisible 0,2 mg/L como se observa en el Gráfico 5. De los puntos muestreados el mayor valor fue el sector de Totoras con 52,2.0 mg/L en la fase 2 y en la fase 3 en este punto no superan el límite permisible de metales pesados como en plomo, como ya se mencionó anteriormente este sector se caracteriza por estar en la zona baja del río que se encuentra influenciada por la presencia de exógenos, por residuos industriales y domésticas. En el análisis de varianza Anova de un factor se estableció que no existen diferencias estadísticamente significativas en ambas fases de muestreo, dentro de lo cual los valores de la fase 2 presentaron una media mayor a la fase 3. (Tabla 14).

Tabla 18. Resultados preliminares del Análisis de varianza de un factor para concentración de plomo

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
1	10	45,3	4,53	4,33566667
2	10	51,8	5,18	0,74177778

Fuente: Elaboración propia.

Las mediciones de metales pesados en aguas específicamente plomo a nivel nacional se dan debido a la presencia de actividad industrial de las mineras, que depositan sus aguas residuales y afectan a zonas de las provincias de la costa como El Oro, de la sierra principalmente a Loja y en la Amazonía a Zamora Chinchipe (Garzón, 2006).

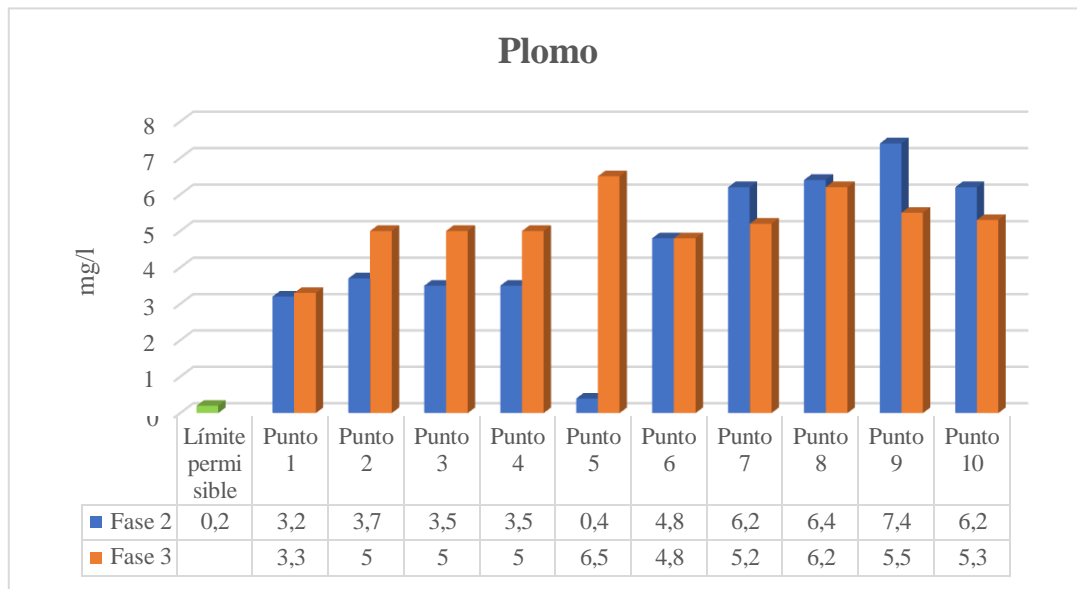


Gráfico. 5. Resultados de concentraciones de Plomo en ambas fases de muestreo

e. Demanda Química de Oxígeno

Los resultados obtenidos tras la determinación de este parámetro indican que, dos de los diez puntos, es decir, tanto el punto 8 (Vía San Pedro) como punto complementario (Totoras) superan significativamente este límite con valores de 330,142 y 1.051,110 mg O₂/L, respectivamente; mientras que, los puntos restantes presentan valores inferiores a 48,090 mg O₂/L. En el mismo sentido, en la (Tabla 13) resalta el límite máximo permisible (LMP) según la Norma TULSMA, el cual indica que la concentración de este parámetro (DQO) no debe superar los 250 mg O₂/L, al referirse de los criterios de descarga a cuerpos de agua dulce (MAE, 2015).

Según, Summers (2020), en el elevado nivel de concentración de la DQO puede ser generada por bajas emisiones de materia orgánica, mismas que pueden ser originarias de las industrias (curtiembres, textilerías, avícolas, fábricas de papel o cartón) o a su vez por actividades domésticas. Mientras que, en los puntos con menos concentración de la DQO (M4, M5, M6 y las muestras del 9 al 20) se puede inferir que existe una baja actividad humana, es decir, son zonas con bajo nivel de industrialización o la actividad comercial.

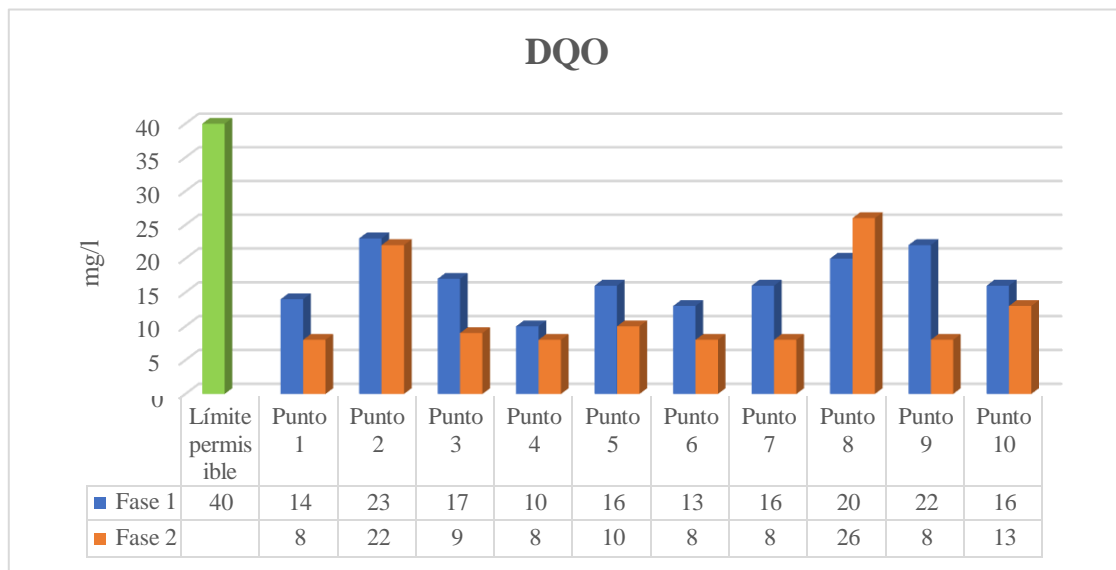


Gráfico. 6. Resultados de Demanda Química de Oxígeno mgO₂/L en ambas fases de muestreo

f. Demanda Bioquímica de Oxígeno

Según los datos presentados en la (Tabla 13) se estimó que el análisis de la (DBO₅) del canal de riego Huachi-Pelileo, los valores obtenidos se encuentran dentro del rango de agua poco contaminada, exceptuando el punto ubicado en la el punto de referencia Totoras ya que en este punto de muestreo se obtuvo un valor importante cuya valor fue de 125 mgO₂/L para la fase 1 de muestreo. Del análisis general del canal de riego en este parámetro en el cual según menciona DIGESA, (2009), se puede considerar como agua apta para su uso como agua de consumo, por otro lado, según establece la normativa TULSMA el límite máximo permisible (LMP), valores de concentración no deben ser mayores a 100 mg O₂/L, para la demanda bioquímica de oxígeno durante 5 días (DBO₅), por ende como se observa en la (Tabla 14), los valores no superan los 8 mgO₂/L, excluyendo al punto complementario de la muestra 10 ubicado en Totoras el cual fue 125 mgO₂/L este punto excedió el límite permisible por lo tanto se considera que en este punto existe una alta cantidad de material orgánico mismo que está siendo

consumido por microorganismos para sus procesos metabólicos siendo un punto ineficiente para su uso en el sector agrícola y consumo humano (Déniz, 2010).

Determinación del tipo de agua mediante los resultados de la DBO5 mg/L.

Tabla 19. Resultados de DBO5 mgO2/L en ambas fases de muestreo

Tipo de agua	DBO5 mgO2/L
Agua potable	0,75 a 1,5
Agua poco contaminada	5 a 50
Agua potable negra municipal	100 a 400
Residuos industriales	500 a 10.000

Recuperado de: (DIGESA, 2009).

g. Sólidos Totales, suspendidos y disueltos

Los sólidos totales es un criterio basado en las características físicas, que hace referencia a la materia suspendida o disuelta en el agua, mismo que afecta su calidad (ENCA, 2016). La medición de sólidos suspendidos totales (SST) y sólidos disueltos totales (SDT) en muestras de agua se emplea a menudo para evaluar el impacto de la minería en la calidad del agua (Butler & Ford, 2017).

Los sólidos disueltos totales (SDT) corresponden a la porción de sólidos tanto orgánicos como inorgánicos, mismos que pueden incluir metales, sales, metaloides y materia orgánica disuelta, generalmente los SDT orgánicos que se encuentran en los canales de riego incluyen raíces de plantas y microbios, así como la descomposición de materia biológica que se encuentran dentro o en la orilla; por otro lado, los SDT inorgánicos se generan por la disolución de minerales del suelo, así como la desorción de iones adheridos a los sólidos y la introducción de iones presentes en la precipitación atmosférica, sin embargo, estos dependen de factores tales como el pH, la fuerza iónica, la temperatura y concentración de OD, asimismo, algunas rocas son capaces de liberar iones de sus minerales al existir agua fluyendo sobre ellas (Butler & Ford, 2017; Byrne et al., 2012).

Por su parte, los SST se definen como el material orgánico e inorgánico en un volumen conocido de una muestra de agua retenida por un filtro, estos pueden incluir arena, limo, arcilla, precipitados minerales y materia biológica, sin embargo la formación de SST dependen principalmente de procesos físicos impulsados por la hidrología tales como la erosión de los suelos adyacentes y la agregación de materia orgánica disuelta o la precipitación química de sólidos inorgánicos dentro de la columna de agua (Butler & Ford, 2017; Hudson-Edwards, 2003).

El Acuerdo Ministerial N° 097-A establece un grado de restricción, que indica el rango de factibilidad para el uso del agua en riego en base a los sólidos disueltos totales presentes en el agua, teniendo que no existe un grado de restricción con valores menores a 450 mg/L, un grado ligero- moderado en rangos de 450-2000 mg/L y un grado severo con valores mayores de 2000 mg/L. En base a los resultados de la determinación de SDT expuestos en la (Tabla 13), es posible apreciar que las muestras tomadas en los puntos 1-6 no superan los 450 mg/L por lo que no existe restricción de su uso para el riego agrícola, sin embargo, las muestras 7-9, presentan un grado de restricción ligero-moderado, al superar los 450 mg/L de SDT, mientras que el punto complementario, con un valor de 3080 mg/L, expone un grado de restricción severo, por lo que no es factible su uso para riego agrícola.

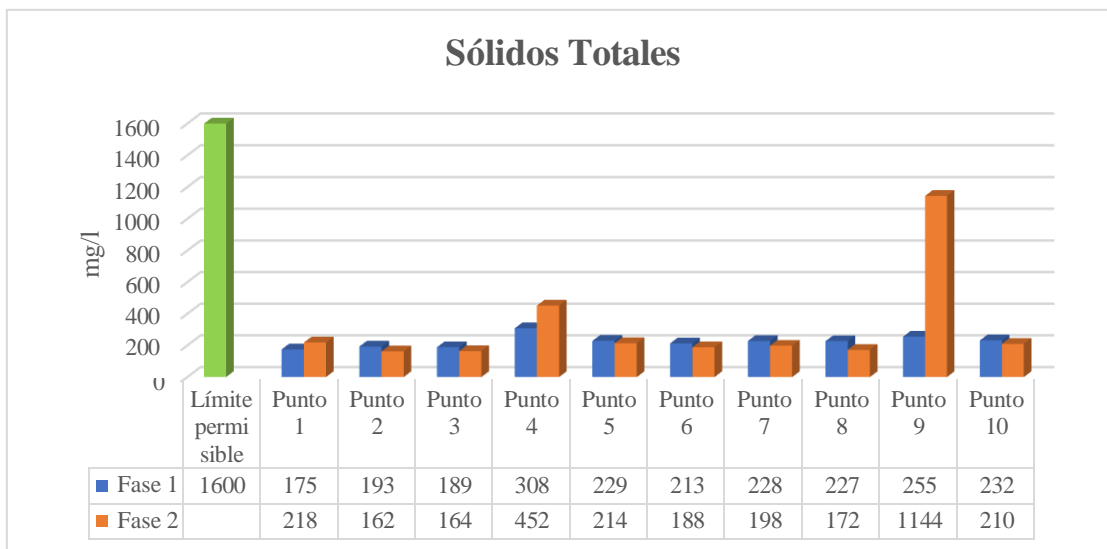
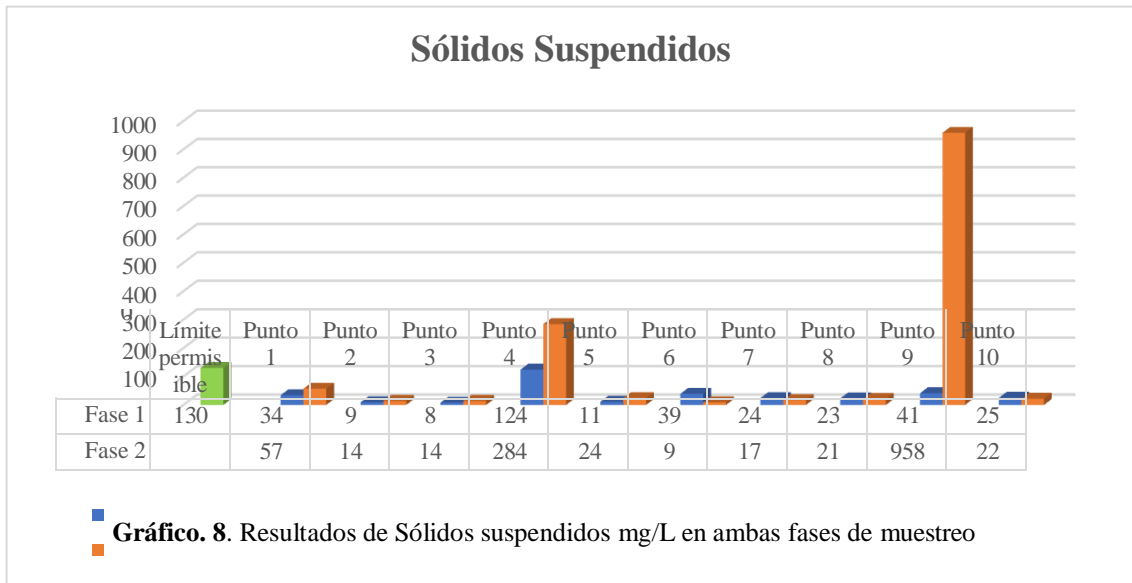


Gráfico. 7. Resultados de Sólidos totales mg/L en ambas fases de muestreo

De acuerdo con (Guachamin Zambrano, 2021), esto se debe a que algunos sólidos en suspensión como la materia orgánica presente, no puede desviar la luz que absorben, lo cual generan partículas en suspensión que no pueden ser determinadas a través de la

turbidez.



h. Dureza

La dureza es una característica natural del agua y es debida a la concentración de compuestos minerales como iones de calcio (Ca^{+2}) y magnesio (Mg^{+2}). Estos iones son nutrientes esenciales para las plantas y en concentraciones ideales de estos en el agua son beneficiosas. La dureza puede ser temporal o permanente. Con respecto a la primera el agua puede contener bicarbonato de calcio y magnesio; la suma de la dureza temporal equivale a la dureza total, y su ablandamiento se puede remover con la ebullición. Mientras que la dureza permanente, se debe a los cloruros (Cl^-) y sulfatos (SO_4^{2-}) (Cantuña, 2017).

Tabla 20. Según la clasificación de la dureza por CaCO_3 en el agua por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Clasificación	Concentración de CaCO_3 /ppm	
	Mínimo	Máximo
Blanda	0	60
Moderadamente dura	61	120
Dura	121	180
Muy dura		>180

Los resultados obtenidos en la fase 3 muestran que la dureza del agua se clasifica como dura en los 9 puntos de muestreo del canal de riego Ambato-Huachi-Pelileo, debido a que los valores están dentro de los rangos de concentración 61-120 ppm, mientras que en el sector de Totoras correspondiente al punto complementario se clasifica como muy dura debido a que su valor de concentración es >180 ppm. En este último punto referente al punto complementario, indica que, las altas concentraciones de dureza son las causantes de la formación de depósitos y precipitados provocando que esta no sea apta para su uso. Estos depósitos son sales insolubles de calcio y magnesio formadas naturalmente y por la desembocadura de efluentes provenientes del sector industrial y doméstico. Por ello, el agua de este último sector deberá ser tratada para su posterior utilización en actividades agrícolas y afines (Ministerio del Ambiente, 2015).

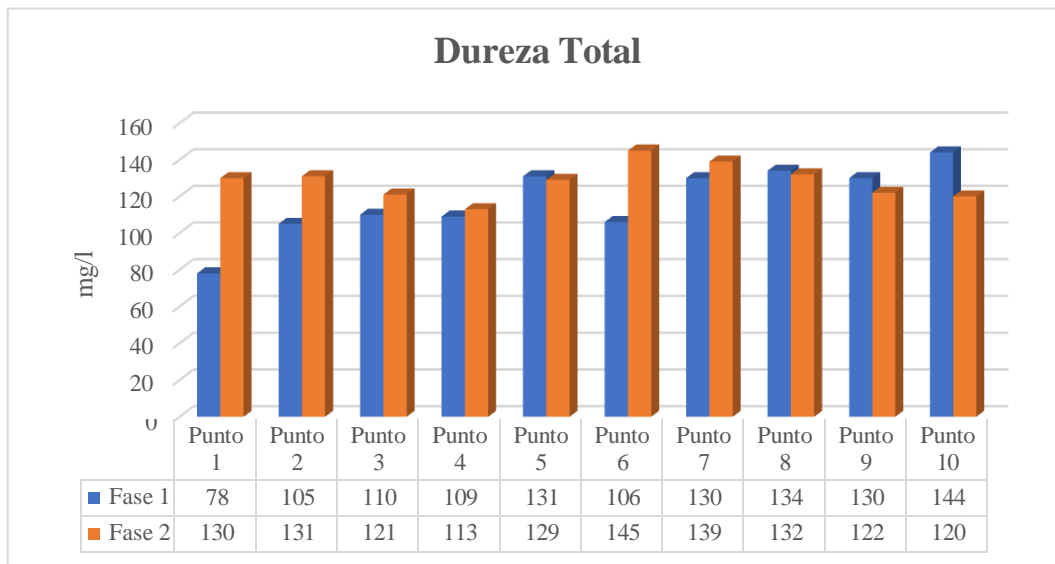


Gráfico. 9. Resultados de dureza en ambas fases de muestreo

4.2.3. Determinación del Índice de Calidad del Agua UWQI

La determinación de la Calidad del Agua en un cuerpo de agua está relacionada con la identificación del grado, intensidad o nivel de contaminación que contienen. Los factores que pueden contribuir a dicha contaminación pueden ser químicos, físicos o biológicos. El UWQI (Índice Universal de la Calidad de Agua) determina el grado de la contaminación presente en un cuerpo de agua. Para ello, emplea parámetros químicos, físicos o microbiológicos como indicadores. Entre los parámetros considerados se denotan: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Oxígeno Disuelto (OD), Coliformes fecales, potencial de hidrógeno (pH), Sólidos Disueltos (SSD), Sólidos Totales (SST) y Demanda Química de Oxígeno (DQO) (Garcés, 2021).

El valor del índice de calidad permite ponderar la calidad de un cuerpo de agua en torno a sus características que pueden variar con el tiempo, la correlación del índice permitió señalar que el incumplimiento de los límites permisibles de varios de los parámetros como oxígeno disuelto, sólidos suspendidos, concentración de metales pesados como cadmio, níquel, plomo, magnesio y en ciertos puntos los valores de color, fueron representativos para que el cálculo del ICA estimara un grado de calidad mala a lo largo del canal de riego AHP.

Tabla 21. Valores del Índice de Calidad del Canal de Riego AHP, Fase 1 Evaluación del Índice de Calidad del Agua según el criterio general de UWQI.

Puntos de Muestreo	ICA Fase 1	Criterio General	Calidad del Agua	ICA Fase 2	Criterio General	Calidad del Agua	ICA Fase 3	Criterio General	Calidad del Agua
1 Bocatoma Pasa-Ambato	0,64	Amarillo	Regular	0.75	Verde	Aceptar	0.82	Verde	Aceptable
2 Huachi-Solís	0,67	Amarillo	Regular	0.71	Verde	Aceptar	0.78	Verde	Aceptable
3 Manzana de Oro	0,57	Amarillo	Regular	0.73	Verde	Aceptar	0.76	Verde	Aceptable
4 Barrio Amazonas	0,71	Verde	Aceptable	0.60	Amarillo	Regular	0.81	Verde	Aceptable
5 Montalvo	0,67	Amarillo	Regular	0.76	Verde	Aceptar	0.79	Verde	Aceptable
6 Palagua-El Carmen	0,65	Amarillo	Regular	0.71	Verde	Aceptar	0.71	Verde	Aceptable
7 La Florida	0,71	Verde	Aceptable	0.67	Amarillo	Regular	0.62	Amarillo	Regular
8 Vía San Pedro	0,61	Amarillo	Regular	0.65	Amarillo	Regular	0.70	Amarillo	Regular
9 Querochaca	0,72	Verde	Aceptable	0.62	Amarillo	Regular	0.74	Verde	Aceptable
10 Totoras	0,35	Naranja	Mala	0.64	Amarillo	Regular	0.74	Verde	Aceptable

Fuente: Elaboración propia.

Cada uno de estos parámetros se los asocia con un peso de ponderación (W_i) dependiendo de la importancia y el impacto de contaminación en el cuerpo de agua. Los resultados de cada parámetro obtenidos en el análisis son transformados a un porcentaje promedio. Además, se debe calcular el subíndice (I_i) de cada parámetro, el cual consiste en el ingreso del valor en una determinada medición registrada en la variable de calidad. Cuando se toma de referencia una curva estándar respectiva a la contaminación para traducir a términos de calidad, el subíndice se toma como la diferencia entre 1 y el índice de contaminación respectivo de la magnitud variable. Finalmente, se multiplica

los valores de W_i y I_i de cada parámetro y la sumatoria corresponde al ICA (Guachamin, 2020).

Tabla 22. Clasificación de la Calidad del Agua según el UWQI-IDEAM.

Valor UWQI	Calidad	Color	Usos Aplicados
0,00-0,25	Muy Mala	Rojo	Agua Contaminada, no aceptable para contacto humano de ningún tipo.
0,26-0,50	Mala	Naranja	Agua parcialmente contaminada no aceptable para uso humano de contacto directo.
0,51-0,70	Regular	Amarillo	Aceptable para uso de riego e industrial.
0,71-0,90	Aceptable	Verde	Aceptable para consumo humano (tratamiento simple), piscicultura y uso recreativo.
0,91-1,00	Buena	Azul	Aceptable en todo tipo de usos.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos en la fase 3 fueron clasificados según el UWQI-IDEAM, los cuales muestran que distintos valores de clasificación para los sectores muestreados en el canal de riego Ambato-Huachi-Pelileo. En los sectores del Barrio Amazonas, La Florida y Querochaca, el ICA del canal de riego está dentro del rango aceptable representado con un color verde. Los valores de los parámetros químicos, físicos y microbiológicos en estos sectores se encuentran dentro de los límites máximos permisibles según el TULSMA, indicando que el agua es aceptable para consumo humano, piscicultura y uso recreativo. Estos sectores tienen un ICA aceptable debido a que no se existen fuentes de contaminantes antropogénicos, ya sea por la liberación de agua residuales de origen doméstico e industrial (Guachamin, 2020).

Con respecto a los sectores de Bocatoma Pasa-Ambato, Huachi-Solis, Manzana de Oro, Montalvo, Palagua El Carmen y Vía San Pedro, el ICA del canal de riego está dentro del rango regular representado con un color amarillo. Los valores de los parámetros químicos, físicos y microbiológicos en estos sectores indican que el agua es aceptable para uso de riego e industrial. En los primeros tres puntos muestreados se denotó un mantenimiento dentro de la desviación estándar, lo que indica que el grado de

contaminación no varía de forma significativa. Estos sectores tienen un ICA regular con un grado de contaminación no están dentro del límite máximo permisible según TULSMA debido al posible del uso de herbicidas, pesticidas y efluentes de curtiembres (Ministerio del Ambiente, 2015).

Finalmente, en el último punto de muestreo correspondiente al complementario del análisis ubicado en el río Pachanlica del sector de Totoras. El valor del ICA se encuentra dentro del rango malo representado por medio de un color naranja. Los valores de los parámetros químicos, físicos y microbiológicos en este sector no están dentro de los límites máximos permisibles según el TULSMA, indicando que el agua es parcialmente contaminada no aceptable para uso humano de contacto directo. Esta clasificación dentro del ICA se debe a que en el río Pachanlica existe un alto grado de contaminación influenciado por descargas directas a diario de carácter residual industrial, doméstico y agrícola (Ante & Pilatasig, 2020).

Los problemas de contaminación mencionados en el párrafo anterior ha sido un inconveniente desde hace varios años atrás, a pesar de que es una fuente indispensable para los servicios de la comunidad, ha sido afectada de forma directa al ser humano y los ecosistemas. Este deterioro ambiental del agua ha sido producto de acciones antropogénicas tales como, asentamientos humanos, desarrollo industrial, expansión de áreas para la producción agrícola, fuentes de captación de agua, mala disposición de residuos, entre otros (Coca, 2021).

En un reportaje realizado por el diario La Hora, sobre la preocupación por la contaminación del río Pachanlica, se entrevistó a moradores del sector, los cuales han manifestado su malestar con el río Pachanlica debido a olores pútridos, presencia de espuma blanca y heces. Además, recalcan que antes el agua era limpia, cristalina con presencia de pequeños peces denominados preñadillas. Sin embargo, varios moradores del sector aún utilizan el agua para la irrigación de cultivos agrícolas y actividades afines (La Hora, 2022).

Debido a la gran problemática que aún existe en este sector, se deben proponer estrategias como el tratamiento del agua del río, que permitan mitigar el impacto ambiental, debido a las diferentes actividades de muchos pobladores están ligadas a la utilización del agua en la agricultura riego y ganadería. A la vez, este recurso hídrico es esencial para el hábitat de la flora y fauna. Motivo por el cual, se deben implantar estrategias para incrementar la sensibilización y concienciación ambiental de la población. También el desarrollo de proyectos enfocados a la conservación, control y

aprovechamiento del recurso hídrico (Ante & Pilatasig, 2020).

4.2.4. Propuesta de tratamiento para el agua de riego del canal Ambato Huachi-Pelileo aplicando métodos electroquímicos de remoción de contaminantes.

La propuesta planteada en el presente informe es un tratamiento de electrólisis del agua, tomando en cuenta que la electrólisis es aplicada ampliamente como una herramienta de separación con diversas aplicaciones como la generación de ácidos e hidróxidos, separación de gases entre otras. Siendo esta última aplicación la que se utiliza como punto de partida para el desarrollo de la metodología planteada en el tratamiento de los recursos hídricos, puesto que, al separar las moléculas del agua provoca un incremento en la concentración de agentes oxidantes en el medio, generando la reducción de los indicadores de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO).

Este proceso considerado electroquímico representa una alternativa viable, por sus bajos costos de implementación, presentando beneficios como la mejora de la calidad de agua y aumento en la producción y calidad de los productos. La inversión inicial requerida para el tratamiento es la obtención de una fuente de energía eléctrica continua y electrodos, mismo que tienen que estar elaborados de material inerte ante reacciones secundarias como lo son el Titanio o Platino, mediante la aplicación de conocimiento de celdas electrolíticas, se realiza la conexión del circuito, donde según (Vásconez, 2021), se da paso a la reacción química de intercambio de electrones convirtiendo la solución en radicales oxidantes y reductores, los cuales serán los encargados de cumplir con el objetivo planteado de remediación del efluente.

Mediante esta propuesta se obtendrá una metodología para la remediación del canal de riego Ambato Huachi-Pelileo que es empleado en sistemas agrícolas Andinos. Posteriormente estos métodos pueden ser aplicados a los inventarios agrícolas o sistemas de información geográfica de forma que permita, gestionar o hacer políticas de promoción de remediación del canal de riego mediante el uso del sistema electrodo oxidativo.

Se tendrá caracterizada la celda electrolítica y la metodología electro oxidativa para la remediación de aguas de riego para cultivos agrícolas con el uso de dos placas de titanio o platino y según la reacción química de intercambio de electrones convierte la solución en radicales oxidantes y reductores. Los resultados son extrapolables a diferentes ámbitos de carácter local, regional e incluso de diferentes

países de sistemas agrícolas similares, mediante su aplicación a sus inventarios. Es considerado un método con alta factibilidad, puesto que, representa un costo bajo de inversión para realizarlo, considerando que lo primero que se debe obtener es la fuente de electricidad en este caso el electrodo, además, presenta porcentajes altos de remediación de agua al ser aplicado.

4.2.4.1 Construcción de celda electrolítica

Se pretende realizar la construcción de una celda electrolítica adaptando el diseño de Vásconez, (2021), con algunas modificaciones específicas como: la capacidad de agua, tamaño/material/número de electrodos y alimentación eléctrica. Dentro del equipo, con la finalidad de incrementar la resistencia de los electrodos, se necesita material enmallado de Titanio, cables para el circuito, así como una fuente de energía; estos, serán sumergidos en el medio iónico para la electrólisis. La cuba será construida con material de vidrio y medidas de 25 x 25 x 30 centímetros, unido con pegamento resistente al calor, el volumen máximo que contiene el recipiente es de 18 L; sin embargo, se pretende no sobrepasar el límite de 12 L, con la finalidad de evitar derrames por ebullición del agua durante el proceso de electrólisis y facilidad de manipulación de las masas de agua. Los electrodos de titanio tendrán medidas de 10 x 5 cm con la posibilidad de que sean importados de USA, cuyo material posee características efectivas en procesos electroquímicos como la poca reactividad con el medio. Los electrodos serán vinculados a los cables del transformador eléctrico con equipo de voltaje variable de 0 V hasta 24 V y sostenidos por soportes universales con pinzas como lo muestra la ilustración 1.

4.2.4.2 Toma y recolección de muestras

Se tomará una muestra del canal de riego Ambato-Huachi-Pelileo posterior al tratamiento primario de coagulación y floculación, de acuerdo con el proceso de muestreo regido por la normativa NTE INEN 2169, (2013), Public American Health Association, (2012) y Corplabec S.A., (2015), con cada una de sus técnicas y prevenciones de riesgo, para recolectar, almacenar, conservar y transportar las muestras hacia los laboratorios para su análisis químico, físico y microbiológico. La muestra se diluirá 1:20 para análisis de datos iniciales de laboratorio, debido al alto valor de DQO presentado en análisis preliminares, como se muestran en resultados iniciales de los parámetros certificados de “DIRECCIÓN DE VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD (DIVISO), PROYECTO DE PRÁCTICAS DE SERVICIO COMUNITARIO DE VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD N.- 13 ” del

“Estudio de la influencia de contaminantes antropogénicos en las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de riego del canal Ambato Huachi-Pelileo”.

Implementación de tratamiento de electrólisis en laboratorio

Luego de construirse el circuito de electrodos se procederá a adaptar la segunda parte del proceso electroquímico de oxidación avanzada de Vasconez, (2021), con electrodos DDB después de la electrocoagulación con hierro; en donde, se usó 0,35 L en una celda de 200 cm² de área.

Con la finalidad de escalar el proceso oxidativo y obtener valores con mayor representatividad estadística, se usará 12 L de medio residual a temperatura de 18 °C y 7,6 de pH tratado con 14 ml de solución al 10% de para incrementar la conductividad eléctrica para la electrólisis, luego se procederá a sumergir el cátodo y ánodo por separado a 4 cm de distancia. El proceso se fundamentará en la separación parcial de los compuestos en disolución a radicales oxidantes. Finalmente se tomarán las muestras homogenizadas de 9 tratamientos para estudios de biodegradabilidad, y se reportará el cambio en los valores de DQO y DBO modificando variables de tiempo y voltaje.

4.3. Verificación de Hipótesis

El área objeto de estudio propuso 13 ensayos tanto fisicoquímicos como microbiológicos durante el trayecto del canal de riego AHP para determinar la influencia de la actividad antrópica realizando un Análisis de varianza (Anova de un factor) en el programa estadístico Statgraphics aplicando pruebas de comparación de medias. Con lo cual se obtuvo que para los parámetros de oxígeno disuelto (Tabla 27), turbidez (Tabla 28), Demanda Biológica de Oxígeno (Tabla 29), sólidos totales (Tabla 30), sólidos suspendidos (Tabla 31), conductividad (Tabla 32), dureza (Tabla 38) y plomo (Tabla 43), se acepta la hipótesis nula que establece que: Los contaminantes antropogénicos presentes en el agua de riego y uso doméstico del canal Ambato-Huachi-Pelileo (Río Pachanlica), influyen en detrimento de las características de calidad del agua tanto fisicoquímicas como microbiológicas. También, los valores obtenidos en las determinaciones fueron comparadas con los límites máximos permisibles de la legislación ambiental vigente AM 097 del MAATE, siendo la mayoría de estos parámetros un factor influyente en la carga contaminante determinada.

Tabla 23. Análisis de varianza (Anova simple de un factor) parámetro oxígeno disuelto

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
				0,0695	0,79495	4,41387341
Entre grupos	0,257645	1	0,257645	7419	383	9
Dentro de los grupos	66,65705	18	3,703169444			
Total	66,914695	19				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. Análisis de varianza (Anova simple de un factor) parámetro turbidez

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
				0,1634	0,69072	4,41387341
Entre grupos	369,198245	1	369,198245	9599	2119	9
Dentro de los grupos	40646,6764	18	2258,148689			
	41015,8746					
Total	6	19				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. Análisis de varianza (Anova simple de un factor) parámetro DBO

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
				0,6518	0,42999	4,41387341
Entre grupos	3,88962	1	3,88962	5605	0326	9
Dentro de los grupos	107,40586	18	5,966992222			
Total	111,29548	19				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Análisis de varianza (Anova simple de un factor) parámetros sólidos totales

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
				0,8108	0,37974	4,41387341
Entre grupos	38106,45	1	38106,45	9582	605	9
Dentro de los grupos	845874,5	18	46993,02778			
Total	883980,95	19				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26. Análisis de varianza (Anova simple de un factor) parámetros sólidos suspendidos

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
				1,2966	0,26975	4,41387341
Entre grupos	58536,2	1	58536,2	4621	56	9
Dentro de los grupos	812597,6	18	45144,31111			
Total	871133,8	19				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27. Análisis de varianza (Anova simple de un factor) parámetro conductividad

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
				1,3199	0,26564	4,41387341
Entre grupos	2668,05	1	2668,05	1293	598	9
Dentro de los grupos	36384,9	18	2021,383333			
Total	39052,95	19				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28. Análisis de varianza (Anova simple de un factor) parámetro dureza

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
				2,3293	0,14433	4,41387341
Entre grupos	551,25	1	551,25	8939	143	9
Dentro de los grupos	4259,7	18	236,65			
Total	4810,95	19				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29. Análisis de varianza (Anova simple de un factor) parámetro plomo

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
				0,8321	0,37371	4,41387341
Entre grupos	2,1125	1	2,1125	1152	875	9
Dentro de los grupos	45,697	18	2,538722222			
Total	47,8095	19				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30. Análisis de varianza (Anova simple de un factor) parámetro potencial de hidrógeno

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
				8,86022	0,00808	4,41387341
Entre grupos	0,886205	1	0,886205	8731	606	9
Dentro de los grupos	1,80037	18	0,100020556			
Total	2,686575	19				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31. Análisis de varianza (Anova simple de un factor) parámetros sólidos disueltos

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
				5,3483	0,03277	4,41387341
Entre grupos	2184,05	1	2184,05	3005	762	9
Dentro de los grupos	7350,5	18	408,3611111			
Total	9534,55	19				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32 Análisis de varianza (Anova simple de un factor) parámetro DQO

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
				4,4507	0,04914	4,41387341
Entre grupos	151,25	1	151,25	1113	953	9
Dentro de los grupos	611,7	18	33,98333333			
Total	762,95	19				

Fuente: Elaboración propia.

Dentro del análisis estadístico cuando se da la presencia de diferencias estadísticamente significativas se hacen pruebas consecutivas para determinar la relación entre los factores de análisis como el método de Duncan que determina la diferencia entre pares de medias después que se haya rechazado la Hipótesis nula en el análisis de varianza y el método de Tukey que crea intervalos de confianza para todas las diferencias en parejas entre las medias.

CAPÍTULO V

5.1. Conclusiones

Mediante el análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, fue posible determinar la contaminación antropogénica y la calidad general del agua en diferentes sectores del canal de riego Ambato Huachi-Pelileo, misma que según los resultados obtenidos, el agua de este sector resulta aceptable para los 10 puntos muestreados, siendo estos aptos para el consumo agrícola y afines, teniendo las debidas precauciones, dado que, al presentar la liberación de efluentes provenientes de actividades industriales, domésticas y agrícolas, podría a futuro generar problemas por la contaminación del agua con las zonas cercanas.

Se identificó la presencia de coliformes fecales y totales en el agua del canal de riego Ambato Huachi-Pelileo a partir de un análisis cualitativo donde se estimó la contaminación microbiana de este tipo. Es decir, este parámetro es un indicador de presencia de contaminación fecal más adecuado indica que la calidad del agua es defectuosa, pero puede ser utilizada para la irrigación de cultivos agrícolas y actividades afines tomando las precauciones necesarias.

Se establecieron 10 puntos de muestreo donde se recorrió el canal de riego de Huachi-Pelileo, encontrándose en un rango bajo o ligero para los parámetros de DBO5, DQO, OD, sólidos totales, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, dureza alcalina, pH y conductividad, estos indicando que las muestras obtenidas estarán modificadas. Según los parámetros de la norma TULSMA analizados de los 10 puntos llegaban a estar en un punto alto, pero no perjudicial al sector que se analizó debido que la contaminación no era mucho en esos sectores, pero si en un futuro se elevaba la contaminación de esos podría afectar la salud de los seres vivos de lo cual estos rangos obtenidos estarán dentro de los rangos permitidos.

Los 10 puntos de muestreo se encuentran en su mayoría dentro de un rango ligero a moderado dentro de los rangos permisibles para los parámetros de DBO5, DQO, OD, sólidos totales, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, pH y conductividad según los parámetros de la norma TULSMA dentro del Ministerio del Ambiente, sin embargo, en cuanto al parámetro de dureza las 20 muestras se encuentran en un rango de dura a muy dura por lo que puede causar un riesgo implicado a elevadas precipitaciones y

taponamiento en el sistema de riego.

La concentración de plomo en el agua es un parámetro que en el caso de sobrepasar los límites permitidos puede ocasionar problemas en la salud de las personas, por lo que se evidenció que las muestras extraídas en el primer muestreo los valores sobrepasan el límite máximo de concentración de plomo es 10 ppb, este valor demuestra que todo ese canal de riego del Rio El Jun Jun tiene alta concentración de ese metal y puede ser riesgoso su consumo y utilización, mientras que las muestras extraídas del segundo muestreo tenían un valor normal menor a 10 ppb que demuestra que ese canal de riego se puede utilizar por los pobladores para el uso diario.

Se evaluó el Índice de la Calidad de Agua (ICA) donde los resultados obtenidos fueron representados a través de una clasificación de colores. Se obtuvo una clasificación de la calidad de agua verde en los cuales se encontraron en un rango aceptable mayor a 0,71. Mientras que, para otros puntos de muestreo presentaron un rango regular representado de amarillo entre un rango de 0,51 – 0,70.

5.2. Recomendaciones

Llevar a cabo revisiones periódicas que permitan mantener un control sobre la calidad del agua de riego del canal Ambato Huachi-Pelileo, ya que el mismo impactará sobre las actividades agrícolas de la zona.

Identificar las fuentes de contaminación de origen antropogénico que influyen en las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de riego del canal Huachi-Pelileo con el fin de controlar la descarga de desechos.

Tomar en cuenta otros indicadores biológicos que permitan determinar de forma específica el tipo de contaminación presente en el agua del canal.

Determinar el nivel de influencia del agua del canal de riego Ambato Huachi-Pelileo en el deterioro químico del suelo agrícola de la zona.

Analizar el nivel de influencia del agua del canal de riego Ambato Huachi-Pelileo en la calidad de los cultivos de la zona.

Realizar un análisis de la influencia de la calidad del agua del canal de riego Ambato Huachi-Pelileo en la salud de las personas respecto al consumo de los cultivos de la zona.

Diseñar una planta de tratamiento del agua del canal de riego Ambato Huachi-Pelileo con el fin de controlar su contaminación y la influencia de esta en los suelos y cultivos de la zona.

BIBLIOGRAFÍA

- (EPA), U. S. (2007). Método EPA 3015A: Digestión ácida asistida por microondas de muestras y extractos acuosos. Washington DC,: Revisión 1.
- [MAE], M. d. (2015). Acuerdo Ministerial Registro Oficial Edición Especial N°387 Anexo 1 del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua.
- Academia Nacional de Ciencias. (2007). ¿Dónde se encuentra el agua en la Tierra? *Fuentes de abastecimiento*.
- Alum, O., Awom, E., & Ofor, C. (2016). Indications of EIA Failures of Majo Development Projects near Lokoja, Nigeria and Some of its Negative Impacts on the Lokoja Section of the River Niger. *IIARD International Journal of Environmental Research*, 2, 29–36.
- Ambulkar, A., & Nathanson, J. A. (2021). Wastewater Treatment for Pollution Control. *Encyclopaedia Britannica*, 1(1). Obtenido de <https://www.britannica.com/explore/savingearth/wastewater-treatment>
- Arora, P. (2017). Physical, Chemical and Biological Characteristics of Water (e Content Module). *Environmental Sciences*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/322419790_Physical_Chemical_and_Biological_Characteristics_of_Water_e_Content_Module
- Ávila, P., Pablos, J., & Pelayo, C. (2018). *Estudio sobre protección de ríos, lagos y acuíferos desde la perspectiva de los derechos humanos*. México: Comisión Nacional de Derechos Humanos.
- Aysalla Panchi, J. D. (2017). *Estudio de la capacidad de la especie Vetiver (Vetiveria zizanioides) en la acumulación de metales pesados en la siembra hidropónica con agua del canal de riego Latacunga–Salcedo–Ambato*. Latacunga, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).
- Baque Mite, R., Simba Ochoa, L., González Ozorio, B., Suatunce, P., Diaz Ocampo, E., & Cadme Arevalo, L. (2016). Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI*, 9(20), 109-117.
- Benítez Díaz, P., & Miranda Contreras, L. (2013). Contaminación de aguas superficiales por residuos de plaguicidas en Venezuela y otros países de Latinoamérica. *Revista Internacional de contaminación ambiental*, 29, 7-23.
- Bojarczuk, A., Jelonkiewicz, Ł., & Lenart, A. (2018). The effect of anthropogenic and natural factors on the prevalence of physicochemical parameters of water and bacterial water quality indicators along the river Białka, southern Poland. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(10), 10102–10114. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5891572/>
- Brito, L., Srinivasan, V., Silva, A., Gheyi, H., Galvão, C., & Hermes, L. (2005). Influência das atividades antrópicas na qualidade das águas da bacia hidrográfica do Rio Salitre. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 9(4), 596-602.
- Brown, R., McClelland, N., Deninger, R., & Tozer, R. G. (1970). A water quality index: do we dare? *Water & Sewage Works*, 117(10), 339-343.
- Bulacios Muñiz, O. (2018). *Variaciones en las características hidroquímicas de la subcuenca del río Ambato, provincia de Catamarca, Argentina*. San Martín, Argentina: Escuela de Posgrado: Agua y Humedales, Universidad Nacional de San Martín, Argentina.
- Cabeza, N. (2017). *Diseño de un planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Industria Quesera del Sinche, parroquia Guanujo, cantón Guaranda*.
- Calderón Valdiviezo, M. D. (2015). *Determinación de la influencia de lechuguín (Eichhornia crassipes (Mart.) Solms) y lenteja de agua (Lemna spp.) en la reducción de la dureza*

- del agua de riego de la Empresa Flores del Cotopaxi SA.* Ambato, Ecuador: Ingeniería Bioquímica, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.
- Campaña Lozano, R. A., & Gualoto Kirochka, E. (2015). *Evaluación físico-química y microbiológica de la calidad del agua de los ríos Machángara y Monjas de la red hídrica del distrito metropolitano de Quito (DMQ).* Quito: Universidad Politécnica Salesiana.
- Campoblanco, H., & Gomero, J. (2000). Importancia de los ríos en el entorno ambiental. *Revista del Instituto de Investigación*, 3(5). Obtenido de https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/geologia/v03_n5/imp_rios.htm
- Cárdenas, G. L., & Sánchez, I. A. (2013). Nitrógeno en aguas residuales: orígenes, efectos y mecanismos de remoción para preservar el ambiente y la salud pública. *Universidad y Salud*, 15(1), 72-88.
- Carvajal Parra, E. X. (2017). *Análisis integral de la calidad de agua del río Ambato, mediante la utilización de indicadores biológicos, complementadas con variables físico-químicas, para la generación de propuestas de gestión.* Quito: Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Escuela Politécnica Nacional.
- Chávez Cárdenas, A. B. (2019). *Evaluación de metales pesados en el canal de riego Ambato-Pelileo de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua.* Riobamba, Ecuador: Facultad de Ciencias: Escuela de Ingeniería Química, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Chávez Narváez, J. E. (2016). *Determinación de la calidad del agua del río Maguazp por medio del método WQI en el período Abril a Junio del 2016.*
- Código Orgánico del Ambiente.* (Ley 0. Registro Oficial Suplemento 983 de 12 de abril del 2017). 2017.
- Coello, J., Ormaza, R., Déley, Á., Recalde, C., & G., A. J. (2013). Ríos, Minera, Metalúrgica y Geográfica, "Aplicación del ICA-NSF para determinar la calidad del agua de los Ríos Ozogoché, Pichahuiña y Pomacocho-Parque Nacional Sangay-Ecuador. *Rev. del Instituto de Investigación RIIGEO*, 15(30), 66-71.
- Constitución de la República del Ecuador. (20 de Octubre de 2008). *Registro Oficial 449.* Obtenido de http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf
- Corporación Andina de Fomento. (2006). *La contaminación del agua un problema mundial y local.* Obtenido de <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2006/02/la-contaminacion-del-agua-un-problema-mundial-y-local/>
- Custodio, E., & Alcalá García, F. (2003). El potencial de la relación Cl/Br como indicador del origen de la salinidad de los acuíferos costeros españoles. *Coastal aquifers intrusion technology: Mediterranean Countries. IGME*, 401-412.
- De, A. (2006). *Environmental Chemistry* (Sexta edición ed.). New Delhi.: New Age International (P) Ltd., Publishers.
- Diab, W., Toufaily, J., Villieras, F., & Koubayssi, B. (2014). Study of physicochemical properties of colloidal sediments of Litani river in Lebanon. *Eighth International Conference on Material Sciences, CSM8-ISM5*, 251 – 258.
- Díaz, J., & Granada, C. A. (2018). Efecto de las actividades antrópicas sobre las características físicoquímicas y microbiológicas del río Bogotá a lo largo del municipio de Villapinzón, Colombia. *Revista de la Facultad de Medicina*, 66(1), 45-52. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-00112018000100045
- Dixon, W., & Chiswell, B. (1996). Review of aquatic monitoring program design. *Water Research*, 30(9), 1935-1948.

- Edori, O. (2020). Physical and Chemical Characteristics of Water from Ede Onyima Creek, Okarki-Engenni, Rivers State, Nigeria. *Chemistry Research Journal*, 5(3), 144–154.
- Edori, O. S., & Edori, E. S. (2021). Evaluation of Physicochemical Characteristics of Surface Water from Orashi River, Rivers State, Southern Nigeria. *Athens Journal of Sciences*, 8(2), 105-122.
- Edori, O., & Nna, P. (2018). Determination of physicochemical parameters of effluents at discharge points into the New Calabar river along Rumuolumeni axis, Niger Delta, Nigeria. *Journal of Environmental and Analytical Toxicology*, 8(3).
- Esposito, A., Engel, M., Ciccazzo, S., Daprà, L., Penna, D., Comiti, F., . . . Brusetti, L. (2016). Spatial and temporal variability of bacterial communities in high alpine water spring sediments. *167*(4), 325–333.
- Fernández, N., & Solano, F. (2005). *Índices de Calidad de Agua e Índices de Contaminación*. Universidad de Pamplona, Colombia.
- Ferrier, R., Edwards, A., Hirst, D., Littlewood, I., Watts, C., & Morris, R. (2001). Water quality of Scottish rivers: spatial and temporal trends. *Science of the Total Environment*(265), 327–342.
- Fiallos Núñez, L. L. (2011). *Innovación biológica para la depuración de aguas contaminadas en la estación El Peral, EMAPA-Ambato*. Ambato: Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato.
- Finnveden, G., Hauschild, M., Ekvall, T., Guinée, J., Heijungs, R., & Hellweg, S. (2009). Recent develop-ments in life cycle assessment. *Journal of Environmental Management*, 91(1), 1-21.
- Fuentes, F., & Massol-Deyá, A. J. (2002). Manual de laboratorios: Ecología de microorganismos. *Pt*, 3, 1-15.
- Galárraga, R., Guamán, C., Abraham, E., & Salomón, M. (2006). Indicadores biofísicos, socio-económicos e institucionales y desarrollo de políticas de manejo sustentable del agua en una zona seca de los Andes Centrales del Ecuador. Caso de estudio de la cuenca del río Ambato. En *Evaluación de los Usos del Agua en Tierras Secas de Iberoamérica* (págs. 137-152). Mendoza: Cyted.
- Garzón, A. (2006). *Información Plomo y Cadmio en Ecuador*. Ministerio del Ambiente - República del Ecuador.
- Gil, M. J., Soto, A. M., Usma, J. I., & Gutiérrez, O. D. (2012). Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. *Producción + Limpia*, 7(2), 52-73.
- Gobierno Provincial de Tungurahua. (2005). Manejo Ecológicamente Compatible de las Cuencas del Tungurahua 2005. *Plan Maestro 2005 de los Recursos Hídricos de la Provincia de Tungurahua*.
- Gobierno Provincial de Tungurahua. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial Tungurahua. Fase de diagnóstico 2015*. Ambato: Gobierno Provincial.
- González, V., Caicedo, O., & Aguirre, N. «. (2013). Aplicación de los índices de calidad de agua NSF, DINIUS y BMWP». . *Revista Gestión y Ambiente*, 16(1), 97-108.
- Guachamin Zambrano, S. N. (2021). *Estudio de la influencia de las fuentes antropogénicas sobre la calidad del agua de la cuenca media y baja del río Ambato*. Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Ingeniería Bioquímica , Ambato.
- Guerrero Crespo, M. d., & Arias Pilatuña, H. E. (2014). *Determinación de la conductividad eléctrica y la cantidad de oxígeno disuelto en las aguas afluentes del Río Cutuchi desde el puente cinco de junio hasta los molinos pouttier, cantón de Latacunga. provincia de Cotopaxi. periodo 2013-2014*. Latacunga: Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad Técnica de Cotopaxi.

- Gupta, N., Pandey, P., & Hussain, J. (2017). Effect of physicochemical and biological parameters on the quality of river water of Narmada, Madhya Pradesh, India. *Water Science*, 31(1), 11-23.
- Huang, J., Huang, Y., & Zhang, Z. (2014). Coupled effects of natural and anthropogenic controls on seasonal and spatial variations of river water quality during baseflow in a coastal watershed of southeast China. *PLoS One*, 9(3).
- Husain, A., Bushara, G., Damak, S., & Ali, M. (2010). *UNESCO - EOLSS Sample Chapters Physical, Chemical and Biological Aspects of Water - General Characteristics of Water. Encyclopedia of Desalination and Water Resources (DESWARE)*. UNESCO .
- INEN. (1983). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1106. Aguas: Determinación de Oxígeno Disuelto. Ecuador: AL. 01.06-320.
- INEN. (2013). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1203-2013. Ecuador.
- INEN. (2013). NTE INEN 2176: Agua Calidad del Agua, Muestreo, Técnicas del Muestreo. Primera Edición. Ecuador: ICS: 13.060.45.
- INEN. (2013). NTE INEN 2226: Agua Calidad del Agua, Muestreo, Diseño de los programas de muestreo. Primera edición. ICS:13.060.01.
- INEN. (2020). *NTE INEN 1108. Agua para consumo humano. Requisitos*. (Sexta revisión ed.). Quito : Norma Técnica Ecuatoriana. – Ecuador.
- Khan, M., & Wen, J. (2021). Evaluation of physicochemical and heavy metals characteristics in surface water under anthropogenic activities using multivariate statistical methods, Garra River, Ganges Basin, India. *Environmental Engineering Research*, 26(6), 1-12.
- Khatri, N., & Tyagi, S. (2015). Influences of natural and anthropogenic factors on surface and groundwater quality in rural and urban areas. *Frontiers in Life Science*, 8(1), 23–39. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21553769.2014.933716>
- Kristensen, P., & Bøgestrand, J. (1996). *Surface water quality monitoring* . European Topic Centre on Inland Waters. National Environmental Research Institute, Denmark .
- Lawson, E. (2011). Physico-chemical parameters and heavy metal contents of water from the Mangrove Swamps of Lagos Lagoon, Lagos, Nigeria. *Biological Resources*, 5(1), 8-21.
- Lenart, A., Wolanin, A., Jelonkiewicz, E., & Żelazny, M. (2017). The effect of anthropogenic pressure shown by microbiological and chemical water quality indicators on the main rivers of Podhale, southern Poland. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(14), 12938–12948.
- López, S. (2018). *Validación del método respirométrico para determinar DBO5 en aguas residuales y naturales en el Distrito Metropolitano de Quito*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Manahan, S. (1993). Environmental chemistry of water. En *Fundamentals of environmental chemistry* (págs. 373-413). Boca Raton, Florida, United States: CRC Press.
- Martínez, A. (2007). El agua en la atmósfera. 58(3). Obtenido de <https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/index.php/ediciones-antiores/77-vol-58-num-3-julio-septiembre-2007/agua/117-el-agua-en-la-atmosfera>
- Maza Lema, J. A. (2017). *Cuantificación de la variabilidad espacial y temporal de iones de fosfato en dos cuencas andinas altas del sur del Ecuador*. Quito, Ecuador: Carrera de Ingeniería en Biotecnología de los Recursos Naturales, Universidad Politécnica Salesiana.
- Mendoza Carreño, Á., Vidal, L. R., Hurtado, E. A., Barrios Maestre, R., & Silva Acuña, R. (2018). Eficiencia de microorganismos y zeolitas en la corrección de propiedades químicas de aguas de la microcuenca del Río Carrizal, Ecuador. *Agronomía Tropical*, 68(1-2), 22-34.

- Mendoza, B., & Tingo, W. (2016). Estudio de la calidad del agua con bio-indicadores y geomorfología para el desarrollo eco-sistémico de la intercuenca del río Ambato (EC). *Century Watershed conference and workshop*, 21. Quito. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/312192002_Estudio_de_la_calidad_del_agua_con_bio-indicadores_y_geomorfologia_para_el_desarrollo_eco-sistémico_de_la_intercuenca_del_rio_Ambato_EC
- Meneses Sánchez, J. L. (2003). *Calidad del agua en la microcuenca Los Hules-Tinajones, cuenca del Canal, Panamá*. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza,.
- NMX-AA-051-SCFI, N. M. (2016). *NMX-AA-05-SCFI-2016. Análisis de agua: Medición de metales por absorción atómica en aguas naturales. Método de prueba*. Recuperado el 28 de Diciembre de 2020, de <http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2010/nmx-aa-051-scfi-2016.pdf>
- Nnamani, E., Akpagu, F., & Eze-Chukwuebuka, G. (2015). The analysis of selected physicochemical parameters of water (A case study of ISU and Calabar rivers in Ebonyi State, Nigeria). *IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSR-JAC)*, 8(1), 21–25.
- Nyanduko, W., Okinda, P., & Orori, F. (2015). Effect of anthropogenic activities on the water quality of Amala and Nyangores tributaries of River Mara in Kenya. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(11), 1-12. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/282944903_Effect_of_anthropogenic_activities_on_the_water_quality_of_Amala_and_Nyangores_tributaries_of_River_Mara_in_Kenya
- Onuoha, P., Alum, & Nwachukwu, I. (2018). Impacts of Anthropogenic Activities on Water Quality of the Onuimo Section of Imo River, Imo State, Nigeria. *International Journal of Agriculture and Earth Science*, 4(4), 44-52.
- Ortíz Muñoz, V., & Alvarez León, R. (2008). Caracterización de la tolerancia ambiental de las comunidades ícticas en subsidiarios de los ríos Cauca y Magdalena, Colombia. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*, 68, 7-20.
- Ortiz, M. A., Noles, P., Cruz, A., Peñarrieta, F., & Alcantara, F. (2019). Variaciones físico-químicas de la calidad del agua del río Carrizal en Manabí. *Enfoque UTE*, 10(3), 30-41.
- Otieno, A., Kitur, E., & Gathuru, G. (2017). Physico-Chemical Properties of River Kisat, Lake Victoria Catchment, Kisumu County, Kenya. *Environ Pollut Climate Change*, 1(137).
- Paredes, Z., & Huaira, Y. (2014). *Derechos de la naturaleza en el ordenamiento constitucional vigente*. Quito: Facultad de Jurisprudencia, Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Central del Ecuador.
- Paul, M., & Meyer, J. (2001). Streams in the urban landscape. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*(32), 333–365.
- Pawełek, J. (2015). Water management in Poland in view of water supply and sewage disposal infrastructure development. *Infrastructure and Ecology of Rural Areas*, 2(2), 367–376.
- Pazmiño, N. S. (2016). *Caracterización físico química, biológica e hidromorfológica del río Itambi como afluente el lago San Pablo (Imbabura-Ecuador)*. Tesis de Pregrado, Universidad de las Américas, Quito.
- Peris Mendoza, M. (2005). *Estudio de metales pesados en suelos bajo cultivos hortícolas de la provincia de Castellón*. Valencia, España: Ingeniería Química Universidad de Valencia.
- Prieto, J., González, C., Román, A., & Prieto, F. (2009). Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(1), 29-44.
- PROMACH – GTZ. (2001). *Proyecto de manejo de Cuencas Hidrográficas. Evaluación fase abierta de orientación y diseño de la siguiente fase del proyecto de Manejo integral de la Cuenca hidrográfica del río Ambato*. Ecuador: GTZ.

- Quesada, A. (2017). Los estudios de riesgos naturales y antrópicos a través de cuatro décadas en la revista geográfica de América Central (1974 – 2015). *Revista Geográfica de América Central*, 1(58), 17-45. Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/4517/451750038006/html/index.html>
- Quilumbaqui, C. A. (2017). *Determinación de la concentración de elementos mayores en dieciocho ríos de la provincia de Pichincha, Ecuador*. Tesis (Ingeniería Ambiental), Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias e Ingeniería, Quito. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/7047>
- Quiroz, L., Izquierdo, E., & Menéndez, C. (2017). Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 38(3), 41-51. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382017000300004&lng=es&tlng=es
- Reinoso Torres, D. P. (2016). *Evaluación de cepas bacterianas resistentes a metales pesados en la zona del canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato con potencial biorremediador*. Cevallos: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato.
- Resende, A. (2002). *Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato*. Brasília: EMBRAPA Cerrados. Documentos 57.
- Rice, E. W., Baird, R. B., & Eaton, A. D. (2017). *MÉTODOS ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DE AGUA Y AGUAS RESIDUALES, 23A EDICIÓN*. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. ISBN: 9780875532875.
- Ríos Tobón, S., Agudelo Cadavid, R. M., & Gutiérrez Builes, L. A. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 35(2), 236-247.
- Rivas, H. (2018). *Manual para la implementación de programas de monitoreo comunitario de la calidad del agua*. México: Rivas Solórzano, Hilda.
- Rodríguez, C., Coy, A. G., & Duque, M. E. (2007). *Demanda Química de Oxígeno por Reflujo Cerrado y Volumetría*. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Recuperado el 24 de Noviembre de 2020, de <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Demanda+Quimica+de+Oxigeno..pdf/20030922-4f81-4e8f-841c-c124b9ab5adb>
- Salazar Holguín, L. F. (2020). *Análisis de la calidad de agua del río Jerusalén afluente del río Pedro Carbo-Guayas para uso agrícola*. Guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador.
- Salomón, M., Sánchez, R., Ríos, C., & Abraham, E. (2006). *Indicadores biofísicos, socioeconómicos e institucionales y desarrollo de políticas de manejo sustentable del agua en una zona seca de los andes centrales del Ecuador. Caso de estudio de la cuenca del río Ambato*. Ambato: A. d. I. d. Cauces, Ed., ed. Ecuador.
- Samboni, N., Carvajal, Y., & Escobar, J. «. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Revista Ingeniería e Investigación*, 27(3), 172-181.
- Sardiñas Peña, O., & Pérez Cabrera, A. (2004). Determinación de nitrógeno amoniacal y total en aguas de consumo y residuales por el método del fenato. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 42(2).
- SENAGUA. (2015). *Secretaría del Agua: Concesiones de agua localizados en los márgenes del río Ambato*. Ambato.
- Shaxson, F., & Barber, R. (2005). Capítulo 2. Hidrología, arquitectura del suelo y movimiento del agua. (O. d. Agricultura, Ed.) *Optimización de la humedad del suelo para la producción vegetal. El significado de la porosidad del suelo*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/y4690s/y4690s06.htm>

- Smogor, R., & Angermeier, P. (1999). Effects of drainage basin and anthropogenic disturbance on relations between stream size and IBI metrics in Virginia. En T. P. Simon, *Assessment Approaches for Estimating Biological Integrity using* (págs. 249-272). Lewis Press.
- Stark, J., Hanson, P., Goldstein, R., Fallon, J., Fong, A., Kroening, S., & Andrews, W. (2000). *Water quality in the Upper Mississippi River Basin, Minnesota, Wisconsin*. Dakota del Sur: Geological Survey, Circular. 1211.
- Tejerina, F. L., Maldonado, M., Ibañez, C., Pont, D., Roset, N., & Oberdorff, T. (2005). Effects of natural and anthropogenic environmental changes on riverine fish assemblages: a framework for ecological assessment of rivers. *Brazilian Archives Of biology and Technology. An International Journal*, 48(1), 91-108. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/babt/a/dwfFmDhkWhYyWbQHnZGrVpb/?lang=en#>
- Tingo, W. (2016). *Plan de manejo de la intercuenca zona media del río Ambato, nivel 7 – código PFASTETTER: 4996927, ubicada en el cantón Ambato provincia de Tungurahua*. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Tirado Guamán, C. (2013). *Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la calidad de agua que accede a la planta de tratamiento Casi gaña (EP EMAPA-Ambato) y estrategias para evitar su contaminación*. Ambato: Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato.
- Tirado Ríos, P. H., & Valverde Gómez, L. (2018). *Determinación de la concentración de hierro, manganeso y cobre en aguas del río Chiminero de la provincia de Cajabamba*. Cajamarca, Perú: Facultad de Ingeniería, Universidad Privada del Norte.
- Tran, C., Bode, R., Smith, A., & Kleppel, G. (2010). Land-use proximity as a basis for assessing stream water quality in New York State (USA). *Ecological Indicators*(10), 727–733. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X09002015>
- UNEP. (2016). *Snapshot of the World's Water Quality: Towards a global assessment. United Nations Environment Programme*. Obtenido de https://environmentlive.unep.org/media/docs/assessments/policy_brief_unep_wwqa_web.pdf
- VanLoon, G., & Duffy, S. (2010). *Environmental Chemistry: A global perspective*. Oxford University Press.
- Villacis, A. (2011). *Estudio de un sistema de depuración de aguas residuales para reducir la contaminación de río Ambato y los sectores aledaños, en el sector de Pisocucho, de la parroquia Izamba, del Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua*. Ambato: Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica De Ambato.
- Wokoma, O., & Etori, O. (2017). Heavy metals content of an oily wastewater effluent from an oil firm at the point of discharge. *International Journal of Chemistry, Pharmacy and Technology*, 2(4), 154–161.
- Yépez, A., Yépez, Á. B., Urdánigo, J. P., & Morales, D. C. (2017). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad hídrica en áreas de descargas residuales al río Quevedo, Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 10(1), 27. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/321297250_Macroinvertebrados_acuaticos_como_indicadores_de_calidad_hidrica_en_areas_de_descargas_residuales_al_rio_Quevedo_Ecuador
- ZLlatunova, D. (2005). *Módulo. Chapter 2. Water Quality Characteristics*. Sofia University.

ANEXOS

ANEXO 1

DISTRIBUCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE ANÁLISIS SEGÚN EL TIPO DE PRESERVACIÓN Y CONSERVACIÓN USADO EN EL MUESTREO DE DIVISO UTA.

NTE INEN 2109

2013-08

TABLA 1. Técnicas generales para la conservación de muestras - análisis físico-químico.

Parámetro	Tipo de recipientes V, vidrio; P, plástico; VB, vidrio borosilicatado	Volumen típico (ml) y técnica de envasado	Técnicas de preservación	Tiempo máximo recomendado de preservación antes del análisis después de la conservación	Comentarios	Método de ensayo NTE INEN
Aceites y grasas	V lavado con solvente	1 000	Acidificar a pH 1 a 2 con HCl o H ₂ SO ₄	1 mes		
Acidez y alcalinidad	P o V	500 Llenar contenedor completamente para excluir el aire.	Se enfría a entre 1 °C y 5 °C.	24 h	14 días Las muestras preferentemente deben ser analizadas en el lugar (en particular para las muestras con alto contenido de gases disueltos). Reducción y oxidación durante el almacenamiento puede cambiar la muestra	
Aluminio	P lavado con ácido V o VB lavados con ácido	100	Acidificar a entre pH 1 a 2 con HNO ₃	1 mes		
Amoníaco, libre e ionizado	P o V	500	Acidificar a entre pH 1 a 2 con H ₂ SO ₄ , enfriar a 1 °C y 5 °C.	21 días	Filtrar en el lugar antes de conservación	
	P	500	Congelar a -20 °C	1 mes		
Aniones (Br, F, Cl, NO ₂ , NO ₃ , PO ₄ y SO ₄)	P o V	500	Se enfría entre 1 °C y 5 °C.	24 h	Filtrar en el lugar antes de conservación.	
	P	500	Congelar a -20 °C	1 mes		
Antimonio	P lavado con ácido V lavado con ácido	100	Acidificar entre pH 1 a 2 con HCl o HNO ₃	1 mes	HCl debe ser utilizado si la técnica de hidruro se utiliza para el análisis.	
Arsénico	P lavado con ácido V lavado con ácido	500	Se acidifica entre pH 1 a 2 con HCl o HNO ₃	1 mes	HCl debe ser utilizado si la técnica de hidruro se utiliza para el análisis.	980
Bario	P lavado con ácido o VB lavado con ácido	100	Acidificar entre pH 1 a 2 con HNO ₃	1 mes	No utilice H ₂ SO ₄	
Berilio	P lavado con ácido o V lavado con ácido	100	Acidificar entre pH 1 a 2 con HNO ₃	1 mes		
Bicarbonatos	Ver "Acidez y alcalinidad"					
Bifenilos policlorados (PCB)	V, Lavado con disolvente, tapa con revestimiento de PTFE	1 000 No enjuagar previamente recipiente con la muestra; analitos se adhieren a la pared de la botella. No tiene completamente contenedor de muestras.	Se enfría hasta 1 °C y 5 °C.	7 días	Extraer in situ cuando sea viable. Si la muestra se encuentra clorada, para cada 1 000 ml de muestra, agregar 80 mg de Na ₂ S ₂ O ₅ ·5H ₂ O al contenedor antes de la recolección.	

ANEXO 2

Materiales y equipos para la toma de muestras.



Figura 1. Coolers para la preservación de la muestra



Figura 2. Pertiga de muestreo



Figura 3. Bailer de muestreo



Figura 4. Baldes y recipientes para toma de muestras de agua



Figura 5. Botella Van Dorn muestreo aguas superficiales



Figura 6. Bailers de muestreo



Figura 7. Tablero



Figura 8. Libreta de campo



Figura 9. Soga



Figura 10. Brazo telescópico



Figura 11. Papel secante



Figura 12. Cinta adhesiva



Figura 13. Plumón indeleble



Figura 14. Bolsas ziploc



Figura 15. Frascos de polietileno



Figura 16. Frascos de vidrio ambar



Figura 17. Guantes descartables



Figura 18. Refrigerantes



Figura 19. Reactivo de preservación de muestras



Figura 19. Pizeta



Figura 20. Gotero



Figura 21. Agua destilada



Figura 22. Solución estándar de pH.



Figura 23. GPS



Figura 24. Multiparámetro



Figura 25. Cámara fotográfica



Figura 26. Linterna a mano



Figura 27. Indumentaria de protección



Figura 28. Cronometro



ANEXO 3 Lista de Chequeo

a) Materiales

- Material Cartográfico
- Tablero
- Fichas de registro de campo
- Libreta de campo
- Etiquetas para la identificación de frascos
- Cadena de custodia
- Soga
- Balde plástico transparente
- Brazo telescópico muestreador
- Papel secante (Tissue)
- Cinta adhesiva
- Plumón indeleble
- Bolsas ziploc para guardar los envases de preservantes.
- Frascos de polietileno (primer uso)
- Frascos de vidrio ámbar
- Frasco de vidrio transparente
- Frascos Estériles (muestreo Microbiológico)
- Guantes descartables
- Coolers grande y pequeño
- Refrigerantes
- Reactivo para preservación de muestras
- Pizeta
- Gotero
- Agua destilada
- Solución estándar de pH y conductividad

b) Equipos

- GPS
- Multiparámetro
- Cámara Fotográfica
- Linterna de mano
- Correntómetro u otro equipo para medir caudales.
- Cronómetro

c) Indumentaria de Protección

- Zapato de seguridad
- Pantalón
- Polo de manga larga y/o corta
- Casaca
- Chaleco
- Lentes
- Casco
- Gorra
- Botas de jebe (museras)
- Impermeable
- Arnés
- Chaleco salva vidas

EMPRESA(LUGAR DE MONITOREO)										CADENA DE CUSTODIA MUESTREO DE AGUAS CANAL DE RIEGO AMBATO-HUACHI-PELILEO FASE 2										Código: R-5.8.02 a	
Cevallos - Río Junjup										DIRECCION										Av. Los chasquis, Ambato 480 207	
FECHA Y HORA										RESPONSABLE EMPRESA										Edición: C1	
22/11/12 AA/MM/DD 10:40 HH:MM										Universidad Técnica de Ambato										Página: 1 de 1	
PROYECTO										NUMERO PLANE MUESTREO											
Estudio de la influencia de contaminante antropogénicos en las características físico-químicas y microbiológicas del agua de riego																					
COORDENADAS										CONDICIONES METEOROLÓGICAS PUNTO DE MEDICION										APARIENCIA DE LA MUESTRA	
4848074										PRECIPITACIONES										Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>	
766859										HUMEDAD RELATIVA										53.2 %	
Altura: 2833 m										TEMPERATURA										17.6 °C	
17M										COLOR										Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>	
										TURBIDEZ										Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>	
										ACEITES Y GRASAS										Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>	
										MATERIAL FLOTANTE										Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>	
										ESPUMA										Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>	
										DETERMINACIONES EN LABORATORIO											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
										Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C										X	
										Caudal l/s											
										pH											
										Conductividad uS/cm											
										Temperatura °C											
										Caudal l/s											
</																					

CADENA DE CUSTODIA MUESTREO DE AGUAS CANAL DE RIEGO AMBATO-HUACHI-PELILEO FASE 2												Codigo	# 5-02 a														
EMPRESA/LUGAR DE MONITOREO) Cevallos - Rio Junjun												DIRECCION		Av. los chasquis, Ambato 180207													
FECHA Y HORA				22/11/12 AA/MM/DD		10:25 HH:MM		RESPONSABLE EMPRESA				Universidad Técnica de Ambato															
PROYECTO												NUMERO PLAN DE MUESTREO															
COORDENADAS												APARENCIA DE LA MUESTRA															
CONDICIONES METEOROLOGICAS PUNTO DE MEDICION												OLOR		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>		ESPUMA		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>									
ULTIMA WGS 84												HUMEDAD RELATIVA		55.7 %		COLOR		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>		MATERIAL FLOTANTE		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>					
ITEM 17M												TEMPERATURA		18.7 °C		TURBIDEZ		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>		ACETES Y GRASAS		Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>					
4840799												TIPO DE MUESTRA		PARAMETROS IN SITU				DETERMINACIONES EN LABORATORIO									
CODIGO DE MUESTRA		FECHA DE MUESTREO (año-mes-dia)		HORA DE MUESTREO		COMUESTA		SIMPLE		pH		Conductividad uS/cm		Temperatura °C		Caudal l/s		Sólidos suspendidos, NO3, NO2, PO4, Cl, Frasco Plástico Preservación: 4°C		DRDS Frasco Vidrio Preservación: 4°C		DSS Frasco Vidrio Preservación: 4°C		Ca, Mg, Na, K, Fe, Al, Mn, Pb, Cu, Hg, Plomo Vidrio Preservación: 4°C		Criterios locales y normas Pruebas Salino Pruebas: 4°C	
M1 DUS-PCR-03		22/11/12		10:25		X		X		7,89		371,46		24,89				X									
M2 DUS-PCR-03		22/11/12		10:25		X		X		7,89		371,46		24,89				X									
M3 DUS-PCR-03		22/11/12		10:25		X		X		7,89		371,46		24,89						X							
M4 DUS-PCR-03		22/11/12		10:25		X		X		7,89		371,46		24,89								X					
M5 DUS-PCR-04		22/11/12		10:25		X		X		7,89		371,46		24,89										X			
CARACTERISTICAS DEL PUNTO DE MUESTREO												VERIFICACION DE EQUIPOS DE CAMPO															
DESCRIPCION FISICA				Zona despoblada, ausencia de animales, vegetación moderada.				EQUIPOS				ESTANDAR				CRITERIO				OBSERVACIONES							
FACILIDADES ACCESO				Fácil accesibilidad				MULTIPARAMETRICO		SONDA		7,0		Valor		CUMPLE/NO CUMPLE		Verificación pH									
								MEDIDOR DE pH		Codigo		1413 uS/cm		Valor				Verificación Conductividad									
								MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD		Codigo																	
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA Y ENVIO DE MUESTRAS				TECNICO RESPONSABLE DE LA ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO DE ANALISIS				TECNICO RESPONSABLE DE LA RECEPCION DE MUESTRAS EN EL LAB. DE ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS				SUPERVISOR DE CAMPO/ENTE DE CONTROL/SUJETO DE CONTROL															
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:															
FIRMA:				FIRMA:				FIRMA:				FIRMA:															
FECHA:				FECHA:				FECHA:				FECHA:															
HORA DE ENVIO				HORA DE ENTREGA				HORA DE RECEPCION				HORA DE RECEPCION															
CONTACTO LAB.																											
Cuarto Laboratorio 2000000 Est 31																											

Figura 31. Cadena de custodia de la muestra 3

Grupo 4.

EMPRESA(LUGAR DE MONITOREO)										CADENA DE CUSTODIA MUESTREO DE AGUAS CANAL DE RIEGO AMBATO-HUACHI-PELILEO FASE 2										Código: 45802a											
Cevallos - Rto JunJun										DIRECCION										Av. los chasquis Ambato 180207											
FECHA Y HORA										RESPONSIBLE EMPRESA										Educación: CI											
12/11/2022 AA/MM/DD										11:00 HH:MM										Página: 1 de 1											
PROYECTO										NUMERO PLAN DE MUESTREO																					
Estudio de la influencia de contaminantes (nitro-pesqueros) en las características físico-químicas y microbiológicas del agua de riego																															
COORDENADAS										CONDICIONES METEOROLÓGICAS PUNTO DE MEDICION										APARIENCIA DE LA MUESTRA											
UTMA WGS 84										PRECIPITACIONES										Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>											
17M 0767314										HUMEDAD RELATIVA										OLOR											
UTM 9848756										49.8 %										Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>											
										TEMPERATURA										COLOR											
										18.7 °C										Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>											
										TURBIDEZ										ACEITES Y GRASAS											
										Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>										Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>											
ITEM	CODIGO DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO (año-mes-día)	HORA DE MUESTREO	TIPO DE MUESTRA		PARAMETROS IN SITU						DETERMINACIONES EN LABORATORIO																			
				COMPOSTA	SIMPLE	pH	Conductividad uS/cm	Temperatura °C	Caudal	L/s	Sólidos suspendidos, NO3, NO2, PO4, Cl-, Fósforo, Plátano, Preservación: 4°C	DBO5 Frecuo, Volátil Preservación: 4°C	SSO2 Frecuo, Volátil Preservación: 4°C	Ca, Mg, Na, K, Fe, Al, Mn, Pb, Cu, Hg, Plomo, Vidrio Preservación: 4°C	Contaminantes Inertes y Volátiles Preservación: 4°C																
M1	DVS-PCR-04	22/11/12	11:00		x	7.76	433.04	20.94																							
M2	DVS-PCR-04	22/11/12			x	7.76	433.04	20.94					x																		
M3	DVS-PCR-04	22/11/12			x	7.76	433.04	20.94						x																	
M4	DVS-PCR-04	22/11/12			x	7.76	433.04	20.94							x																
M5	DVS-PCR-08	22/11/12			/	7.76	433.04	20.94										x													
CARACTERÍSTICAS DEL PUNTO DE MUESTREO										VERIFICACION DE EQUIPOS DE CAMPO																					
DESCRIPCION FISICA										EQUIPOS										ESTANDAR		CRITERIO		OBSERVACIONES							
Zona deshabitada, sin camino y lleno de arbustos.										MULTIPARAMETRICO										SONDA		CUMPLE/NO CUMPLE									
FACILIDADES ACCESO										MEDIDOR DE pH										Código		7,0		Valor		Verificación pH					
Accesibilidad de dificultad media										MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD										Código		1413 uS/cm		Valor		Verificación Conductividad					
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA Y ENVÍO DE MUESTRAS										TECNICO RESPONSABLE DE LA ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO DE ANÁLISIS										TECNICO RESPONSABLE DE LA RECEPCIÓN DE MUESTRAS EN EL LAB. DE ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS										SUPERVISOR DE CAMPO/ENTE DE CONTROL/SUJETO DE CONTROL	
NOMBRE:										NOMBRE:										NOMBRE:										NOMBRE:	
FIRMA:										FIRMA:										FIRMA:										FIRMA:	
CONTACTO LAB. Quím. Landiv Pérez 2502282 Ext 31										FECHA: 12/11/2022										HORA DE ENVÍO										FECHA:	
																														HORA DE ENTREGA	
																														FECHA:	
																														HORA DE RECEPCIÓN	
																														FECHA:	
																														HORA DE RECEPCIÓN	

Figura 32. Cadena de custodia de la muestra 4.

Cadena de custodia muestreo de aguas canal de riego Ambato-Huachi-Pelileo Fase 2										Código: B-5.8.02 a							
EMPRESA(LUGAR DE MONITOREO)										Edición: 01							
FECHA Y HORA: 22-11-12 AA/MM/DD 10:35 HH:MM										Página: 1 de 1							
PROYECTO: Estudio de la influencia de contaminantes antropogénicos en la caracterización físico-química y microbiológica del agua de riego.										DIRECCION: Av. Los Cháquis Ambato 1802027							
COORDENADAS: 767510 9848933										RESPONSIBLE EMPRESA: Universidad Técnica de Ambato							
CONDICIONES METEOROLÓGICAS PUNTO DE MEDICIÓN										NUMERO PLANDE MUESTREO							
UTMA WGS 84										APARIENCIA DE LA MUESTRA							
PRECIPITACIONES: Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>										OLOR: Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>							
HUMEDAD RELATIVA: 49.8 %										ESPUMA: Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>							
TEMPERATURA: 20.1 °C										MATERIAL FLOTANTE: Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>							
										ACEITES Y GRASAS: Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>							
ITEM #	CODIGO DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO (año-mes-día)	HORA DE MUESTREO	TIPO DE MUESTRA		PARAMETROS IN SITU				DETERMINACIONES EN LABORATORIO							
				COMUESTA	SIMPLE	pH	Conductividad uS/cm	Temperatura °C	Caudal l/s	Sólidos suspendidos, NO3, NH4, PO4, Cl-, Frasco: Plástico, Preservación: 4°C	DBO5 Frasco: Winkler, Preservante: 4°C	DOO Frasco: Vidrio ámbar, Preservante: HClSO4	Ca, Mg, Na, K, Fe, Al, Mn, Pb, Cu, Ni, Frasco: Vidrio, Preservante: HNO3	Coliformes fecales y totales Frasco: Estéril, Preservante: 4°C			
M1	DVS-PCR-05		10:35		X	7.788	458.2	19		X							
M2	DVS-PCR-05				X	7.788	458.2	19			X						
M3	DVS-PCR-05				X	7.788	458.2	19				X					
M4	DVS-PCR-05				X	7.788	458.2	19					X				
M5	DVS-PCR-05				X	7.788	458.2	19						X			
M6	DVS-PCR-05				X	7.788	458.2	19							X		

CARACTERÍSTICAS DEL PUNTO DE MUESTREO				VERIFICACION DE EQUIPOS DE CAMPO			
DESCRIPCION FISICA	FACILIDADES ACCESO	EQUIPOS		ESTANDAR		CRITERIO	OBSERVACIONES
		MULTIPARAMETRICO	SONDA			CUMPLE/NO CUMPLE	
		MEDIDOR DE pH	Código	7,0	Valor		
Bajo caudal, rocoso, lugar arenoso y presencia de residuos orgánicos flotantes		MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD	Código	1413 uS/cm	Valor		Verificación pH
							Verificación Conductividad

TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA Y ENVÍO DE MUESTRAS		TÉCNICO RESPONSABLE DE LA ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO DE ANÁLISIS		TÉCNICO RESPONSABLE DE LA RECEPCIÓN DE MUESTRAS EN EL LAB. DE ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS		SUPERVISOR DE CAMPO/ENTE DE CONTROL/SUJETO DE CONTROL	
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:	
FIRMA:		FIRMA:		FIRMA:		FIRMA:	
FECHA:		FECHA:		FECHA:		FECHA:	
HORA DE ENVÍO:		HORA DE ENTREGA:		HORA DE RECEPCIÓN:		HORA DE RECEPCIÓN:	

CONTACTO LAB. Quím. Lander Pérez 2502262 Ext 31

Figura 33. Cadena de custodia de la muestra 5.

Grupo 6

CADENA DE CUSTODIA MUESTREO DE AGUAS CANAL DE RIEGO AMBATO-HUACHI-PELILEO FASE 2

EMPRESA (LUGAR DE MONITOREO)		Cevallos Rio Junjun				DIRECCION		Av. Chacquis - Ambato 180207											
FECHA Y HORA		22-11-12 AA/MM/DD		11:38 HH:MM		RESPONSABLE EMPRESA		Universidad Técnica de Ambato											
PROYECTO		estudio de la influencia de contaminantes antropogénicos en las características físicas-químicas y microbiológicas				NUMERO PLANE MUESTREO													
COORDENADAS		CONDICIONES METEOROLOGICAS PUNTO DE MEDICION				APARENCIA DE LA MUESTRA													
UTMA WGS 84		PRECIPITACIONES		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>		OLOR		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>		ESPUMA		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>							
17M UTM		0767638 9849416		HUMEDAD RELATIVA		49.8 %		COLOR		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>		MATERIAL FLOTANTE		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>					
		TEMPERATURA		20.1 °C		TURBIDEZ		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>		ACEITES Y GRASAS		Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>							
ITEM	CODIGO DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO (año-mes-dia)	HORA DE MUESTREO	#YO DE MUESTRA		PARAMETROS IN SITU				DETERMINACIONES EN LABORATORIO									
				COMPLETA	SIMPLE	pH	Conductividad uS/cm	Temperatura °C	Caudal l/s	Solub. suspendida, MS, SML/CA, CA, Fraccion Fisico Preservacion 4°C	DBDS Fraccion Volatil Preservacion 4°C	DBP Fraccion Volatil Preservacion 4°C	Co. Mg. No. R. Po. As. Al. Mn. Pb. Cu. Hg Fraccion Volatil Preservacion 4°C	Contaminos Inorganicos y Metales Fraccion Sólida Preservacion 4°C					
M1	DVS-PCR-06	22-11-12	11:38		X	7,785	462,63	20,035			X								
M2	DVS-PCR-06	22-11-12		X	7,785	462,63	20,035				X								
M3	DVS-PCR-06	22-11-12		X	7,785	462,63	20,035						X						
M4	DVS-PCR-06	22-11-12		X	7,785	462,63	20,035								X				
M5	DVS-PCR-06	22-11-12		X	7,785	462,63	20,035										X		
CARACTERISTICAS DEL PUNTO DE MUESTREO				EQUIPOS				VERIFICACION DE EQUIPOS DE CAMPO				OBSERVACIONES							
DESCRIPCION FISICA		bajo caudal, rocoso, arenoso		MULTIPARAMETRICO		SONDA		ESTANDAR		CRITERIO		OBSERVACIONES							
FACILIDADES ACCESO		No presenta facilidad de acceso		MEDIDOR DE pH		Código		7,0 Valor		CUMPLE/NO CUMPLE						Verificación pH			
				MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD		Código		1413 uS/cm Valor								Verificación Conductividad			
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA Y ENVIO DE MUESTRAS			TECNICO RESPONSABLE DE LA ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO DE ANALISIS				TECNICO RESPONSABLE DE LA RECEPCION DE MUESTRAS EN EL LAB. DE ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS				SUPERVISOR DE CAMPO/ENTE DE CONTROL/SUJETO DE CONTROL								
NOMBRE:			NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:								
FIRMA:			FIRMA:				FIRMA:				FIRMA:								
CONTACTO LAB. Quim. Lander Pizar 2592262 Ext 31			FECHA:		HORA DE ENVIO		FECHA:		HORA DE ENTREGA		FECHA:		HORA DE RECEPCION		FECHA:		HORA DE RECEPCION		

Figura 34. Cadena de custodia de la muestra 6.

GRUPO 7

EMPRESA/LUGAR DE MONITOREO)		CADENA DE CUSTODIA MUESTREO DE AGUAS CANAL DE RIEGO AMBATO-HUACHI-PELILEO FASE 2				DIRECCION		RESPONSABLE EMPRESA						
Cevallos - Rio Tunjun		22-11-12 AA/MM/DD 11:56 HH:MM				Av. Chosquis - Ambato 180207		Universidad Técnica de Ambato						
FECHA Y HORA		AA/MM/DD HH:MM				NUMERO PLANE MUESTREO								
PROYECTO		Estudio de la influencia de contaminantes antropogénicos en las características físicas-químicas y microbiológicas				APARENCIA DE LA MUESTRA								
COORDENADAS		CONDICIONES METEOROLÓGICAS PUNTO DE MEDICION				OLOR		ESPUMA						
UTM VIGEN		PRECIPITACIONES		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>		Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>						
UTM 0767812		HUMEDAD RELATIVA		49.8 %		COLOR		MATERIAL FLOTANTE						
UTM 9849399		TEMPERATURA		20.1 °C		TURBIDEZ		ACEITES Y GRASAS						
						Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>						
PUNTO	COORDENADAS	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	PUNTO DE MUESTRO		PARAMETROS IN SITU				DETERMINACIONES EN LABORATORIO				
				COMUNIDAD	SAMPLE	pH	Conductividad u/cm	Temperatura °C	Caudal l/s	Sólidos suspendidos (SS) (MÚLTIPLA CA. Fracción Flotante) (Presencia) (PC)	ENOS (Fracción Sólidos Flotantes) (PC)	MSD (Fracción Sólidos Flotantes) (MSD)	Gr. Sól. S. F. P. A. (Al. Sól. P. Ca. M) (Fracción Sólidos Flotantes) (MSD)	Conductividad (Reserva) y (Reserva) (Fracción Sólidos Flotantes) (PC)
M1	DNS-PCR-07	22/11/12	11:56	X	X	7,966	424,38	20,985		X				
M2	DNS-PCR-07	22/11/12		X	X	7,966	424,38	20,985			X			
M3	DNS-PCR-07	22/11/12		X	X	7,966	424,38	20,985				X		
M4	DNS-PCR-07	22/11/12		X	X	7,966	424,38	20,985					X	
M5	DNS-PCR-07	22/11/12		X	X	7,966	424,38	20,985						X
CARACTERÍSTICAS DEL PUNTO DE MUESTREO				VERIFICACIÓN DE EQUIPOS DE CAMPO										
DESCRIPCIÓN FÍSICA: Bajo caudal, rocoso, arenoso, residuos inorgánicos flotantes. FACILIDADES ACCESO: No presenta facilidad de acceso.				EQUIPOS		ESTANDAR		CRITERIO		OBSERVACIONES				
				MULTIPARAMETRICO	SONDA			CUMPLE/NO CUMPLE						
				MEDIDOR DE pH	Código	7,0	Valor	Verificación pH						
				MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD	Código	1413 uS/cm	Valor	Verificación Conductividad						
TÉCNICO RESPONSABLE DE LA TOMA Y ENVÍO DE MUESTRAS		TÉCNICO RESPONSABLE DE LA ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO DE ANÁLISIS		TÉCNICO RESPONSABLE DE LA RECEPCIÓN DE MUESTRAS EN EL LAB. DE ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS		SUPERVISOR DE CAMPO/ENTE DE CONTROL/SUJETO DE CONTROL								
NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:								
FIRMA:		FIRMA:		FIRMA:		FIRMA:								
FECHA:		HORA DE ENVÍO		FECHA:		HORA DE RECEPCIÓN		FECHA:		HORA DE RECEPCIÓN				
CONTACTO LAB.		FECHA:		HORA DE ENTREGA		FECHA:		HORA DE RECEPCIÓN		FECHA:				

Figura 35. Cadena de custodia de la muestra 7.

CADENA DE CUSTODIA MUESTREO DE AGUAS CANAL DE RIEGO AMBATO-HUACHI-PELILEO FASE 2												Código: B-5-R-02 a					
												Edición: 01					
												Página: 1 de 1					
EMPRESA(LUGAR DE MONITOREO)				Cevallos - Rio Junon				DIRECCION				Av. los chásquis Ambato 18025F					
FECHA Y HORA				12/11/2022 AA/MM/DD 10:35. HH:MM				RESPONSABLE EMPRESA				Universidad Técnica de Ambato					
PROYECTO				Estudio de la influencia de contaminantes antropogénicos en las características físico-químicas y microbiológicas del agua de riego.				NUMERO PLANDE MUESTREO									
COORDENADAS				CONDICIONES METEOROLOGICAS PUNTO DE MEDICION				APARENCIA DE LA MUESTRA									
UTMA WGS 84				PRECIPITACIONES				OLOR				ESPUMA					
				Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>				Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>				Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>					
HUMEDAD RELATIVA				49.8				COLOR				MATERIAL FLOTANTE					
%								Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>				Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>					
TEMPERATURA				20.4				TURBIDEZ				ACEITES Y GRASAS					
°C								Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>				Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>					
ITEM	CODIGO DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO (AA-MM-DD)	HORA DE MUESTREO	TIPO DE MUESTRA		PARAMETROS IN SITU				DETERMINACIONES EN LABORATORIO							
				COMPUSTA	SIMPLE	pH	Conductividad uS/cm	Temperatura °C	caudal l/s	Sólidos suspendidos, NO ₃ , SO ₄ , PO ₄ , Cl ₂ , Fósforo P _{total} P _{reactivo} , PC	DBO5 Físico, Químico, Potencial, PC	DOO Físico, Químico, Potencial, HCSOH	Ca, Mg, Mn, K, Fe, Al, Al, Mn, Pb, Cu, Hg, Plomo, Cadmio, Mercurio, PCBs	Contaminantes Inorgánicos e Inorgánicos Pesados, Metales, Pesticidas, PC			
M1	DVS-PCR-08	12-11-22	10:35		X	8.29	348.72	21.17		X							
M2	DVS-PCR-08	12-11-22			X	8.29	348.72	21.17			X						
M3	DVS-PCR-08	12-11-22			X	8.29	348.72	21.17				X					
M4	DVS-PCR-08	12-11-22			X	8.29	348.72	21.17						X			
M5	DVS-PCR-08	12-11-22			X	8.29	348.72	21.17									X
CARACTERISTICAS DEL PUNTO DE MUESTREO				VERIFICACION DE EQUIPOS DE CAMPO													
DESCRIPCION FISICA Zona des poblada, zona rocosa, bajo caudal, presencia de residuos. Dificultad de acceso, debido a la zona de tomo de muestra				EQUIPOS				ESTANDAR		CRITERIO		OBSERVACIONES					
				MULTIPARAMETRICO		SONDA				CUMPLENO CUMPLE							
				MEDIDOR DE pH		Código		7,0 Valor									
FACILIDADES ACCESO				MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD		Código		1413 uS/cm Valor		Verificación Conductividad							
CONTACTO LAB. Cnam. Lander Pérez 2502262 Ext 31				TÉCNICO RESPONSABLE DE LA TOMA Y ENVÍO DE MUESTRAS				TÉCNICO RESPONSABLE DE LA ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO DE ANÁLISIS				TÉCNICO RESPONSABLE DE LA RECEPCIÓN DE MUESTRAS EN EL LAB. DE ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS					
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:				SUPERVISOR DE CAMPO/INTE DE CONTROL/SUJETO DE CONTROL					
FIRMA:				FIRMA:				FIRMA:				FIRMA:					
FECHA: 12-11-2022 HORA DE ENVÍO				FECHA:				HORA DE ENTREGA				FECHA:					
												HORA DE RECEPCIÓN					

Figura 36. Cadena de custodia de la muestra 8.

Grupo 9

EMPRESA(LUGAR DE MONITOREO)										Código: R.5.8.02 a									
FECHA Y HORA										Edición: 01									
PROYECTO										Página: 1 de 1									
COORDENADAS																			
UTMA WGS 84																			
PRECIPITACIONES																			
HUMEDAD RELATIVA																			
TEMPERATURA																			
CONDICIONES METEOROLÓGICAS PUNTO DE MEDICIÓN																			
APARIENCIA DE LA MUESTRA																			
OLOR																			
COLOR																			
TURBIDEZ																			
ESPUMA																			
MATERIAL FLOTANTE																			
ACEITES Y GRASAS																			
EMPRESA(LUGAR DE MONITOREO) Cevallos - Rio Jun Jun FECHA Y HORA AA/MM/DD HH:MM PROYECTO Estudio de la influencia de contaminantes antropogénicos en las características físico-químicas y microbiológicas del agua del riego COORDENADAS UTMA WGS 84 HUMEDAD RELATIVA 49,8 % TEMPERATURA 18,7 °C										DIRECCION Av. los choquis, Ambato 120207 RESPONSIBLE EMPRESA Universidad Técnica de Ambato NUMERO PLANDE MUESTREO									
ITEM	CODIGO DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO (año-mes-día)	HORA DE MUESTREO	TIPO DE MUESTRA		PARAMETROS IN SITU				DETERMINACIONES EN LABORATORIO									
				COMPUESTA	SIMPLE	pH	Conductividad uS/cm	Temperatura °C	Caudal l/s	Sólidos suspendidos, NO3, NO2, PO4, Cl-, Fósforo, Plástico Preservador 4°C	DBOS Frasco: Weibull Preservante: 4°C	DOO Frasco: Vidrio ámbar Polurometálico BOD4	Cin. Hg, Mn, K, Fe, Al, Al. Mn, Pb, Cd, Hg Frasco: Vidrio Preservante: HNO3	Carbónes Activos y Estatos Frasco: Selenio Preservante: 4°C					
M1	DVS-PCR-09	22/11/12	11:30		X	7,923	529,33	20,6		X									
M2	DVS-PCR-09	22/11/12			X	7,923	529,33	20,6			X								
M3	DVS-PCR-09	22/11/12			X	7,923	529,33	20,6				X							
M4	DVS-PCR-09	22/11/12			X	7,923	529,33	20,6					X						
M5	DVS-PCR-09	22/11/12			X	7,923	529,33	20,6						X					
CARACTERÍSTICAS DEL PUNTO DE MUESTREO DESCRIPCIÓN FÍSICA Bajo caudal, rocoso, presencia de vegetación y población nula FACILIDADES ACCESO Fácil acceso										VERIFICACION DE EQUIPOS DE CAMPO EQUIPOS MULTIPARAMETRICO MEDIDOR DE pH MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD				ESTANDAR 7,0 Valor 1413 uS/cm Valor		CRITERIO CUMPLE/NO CUMPLE Verificación pH Verificación Conductividad		OBSERVACIONES	
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA Y ENVÍO DE MUESTRAS NOMBRE: FIRMA:			TECNICO RESPONSABLE DE LA ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO DE ANÁLISIS NOMBRE: FIRMA:			TECNICO RESPONSABLE DE LA RECEPCIÓN DE MUESTRAS EN EL LAB. DE ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS NOMBRE: FIRMA:			SUPERVISOR DE CAMPO/ENTE DE CONTROL/SUJETO DE CONTROL NOMBRE: FIRMA:										
CONTACTO LAB. Osm. Lander Pérez 2502262 Ext 31			FECHA:	HORA DE ENVÍO	FECHA:	HORA DE ENTREGA	FECHA:	HORA DE RECEPCIÓN	FECHA:	HORA DE RECEPCIÓN									

Figura 37. Cadena de custodia de la muestra 9.

CADENA DE CUSTODIA MUESTREO DE AGUAS CANAL DE RIEGO AMBATO-HUACHI-PELILEO FASE 2										Código:	R-5.8-02 a				
										Edición:	01				
										Página:	1 de 1				
EMPRESA(LUGAR DE MONITOREO)				Cambos - Rio Jun Jun				DIRECCION		Av. Chasquis - Ambato 130202					
FECHA Y HORA				22/11/12 AA/MM/DD 11:33		HH:MM 10:33		RESPONSIBLE EMPRESA				Universidad Tecnica de Ambato.			
PROYECTO				Estudio de la influencia de contaminantes antropogénicas en las caracteris ticas fisicoquímicas y microbiológicas				NUMERO PLAN DE MUESTREO							
COORDENADAS				CONDICIONES METEOROLÓGICAS PUNTO DE MEDICION				APARIENCIA DE LA MUESTRA							
UTMA WGS 84				PRECIPITACIONES				Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>		OLOR		Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>	ESPUMA	Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>	
17M 133065 UTMA 78595763				HUMEDAD RELATIVA				49,8 %		COLOR		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>	MATERIAL FLOTANTE		Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>
				TEMPERATURA				18,6 °C		TURBIDEZ		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>	ACETES Y GRASAS		Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>
ITEM	CODIGO DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO (año-mes-día)	HORA DE MUESTREO	TIPO DE MUESTRA		PARAMETROS IN SITU				DETERMINACIONES EN LABORATORIO					
				COMPLETA	EMPLE	pH	Conductividad uS/cm	Temperatura °C	Caudal L/s	Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl, Frecu: Plástico Preservación: 4°C	DBO5 Frecu: Vidrio Preservación: 4°C	DOO Frecu: Vidrio Amber Preservación: 20/25°C	Cu, Mg, Mn, K, Fe, As, Al, Zn, Pb, Co, Hg Frecu: Vidrio Preservación: 18/25	Coliformes Totales y Bacterias Frecu: Bacterias Preservación: 4°C	
M1	DVS-PCR-10	22/11/12	11:33		X	7.929	531.48	20.36		X					
M2	DVS-PCR-10	22/11/12			X	7.929	531.48	20.36			X				
M3	DVS-PCR-10	22/11/12			X	7.929	531.48	20.36				X			
M4	DVS-PCR-10	22/11/12			X	7.929	531.48	20.36					X		
M5	DVS-PCR-10	22/11/12			X	7.929	531.48	20.36						X	
CARACTERÍSTICAS DEL PUNTO DE MUESTREO				VERIFICACION DE EQUIPOS DE CAMPO											
DESCRIPCION FISICA		Difícil acceso, lugar abierto, presencia de vegetación		EQUIPOS		ESTANDAR		CRITERIO		OBSERVACIONES					
FACILIDADES ACCESO				MULTIPARAMETRICO		SONDA		CUMPLE/NO CUMPLE		Verificación pH					
				MEDIDOR DE pH		Código		7,0 Valor		Verificación Conductividad					
				MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD		Código		1413 uS/cm Valor							
CONTACTO LAB. Quim. Lander Pérez 2502262 Ext 31			TÉCNICO RESPONSABLE DE LA TOMA Y ENVÍO DE MUESTRAS		TÉCNICO RESPONSABLE DE LA ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO DE ANÁLISIS		TÉCNICO RESPONSABLE DE LA RECEPCIÓN DE MUESTRAS EN EL LAB. DE ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS		SUPERVISOR DE CAMPO/ENTE DE CONTROL/SUJETO DE CONTROL						
			NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:		NOMBRE:						
			FIRMA:		FIRMA:		FIRMA:		FIRMA:						
			FECHA:		FECHA:		FECHA:		FECHA:		FECHA:				
			HORA DE ENVÍO		HORA DE ENTREGA		HORA DE RECEPCIÓN		HORA DE RECEPCIÓN		HORA DE RECEPCIÓN				

Figura 38. Cadena de custodia de la muestra 10.

EMPRESA(LUGAR DE MONITOREO)										CADENA DE CUSTODIA MUESTREO DE AGUAS CANAL DE RIEGO AMBATO-HUACHI-PELILEO FASE 2										Código: # 58-02 a	
FECHA Y HORA										DIRECCION										Educación: C1	
PROYECTO										RESPONSABLE EMPRESA										Página: 1 de 1	
COORDENADAS										CONDICIONES METEOROLÓGICAS PUNTO DE MEDICION										APARIENCIA DE LA MUESTRA	
PRECIPITACIONES										OLOR										ESPUMA	
HUMEDAD RELATIVA										COLOR										MATERIAL FLOTANTE	
TEMPERATURA										TURBIDEZ										ACEITES Y GRASAS	
TIPO DE MUESTRA										PARAMETROS IN SITU										DETERMINACIONES EN LABORATORIO	
COMUESTA										pH										Conductividad uS/cm	
SIMPLE										Temperatura °C										Caudal l/s	
										Sólidos suspendidos, NO ₃ , NO ₂ , PO ₄ , Cl ₂ , Fósforo, Plátano, Preservación: 4°C										DBOS Frasco: Vidrio Preservación: 4°C	
																				DQO Frasco: Vidrio ámbar Preservación: 4°C	
																				Ca, Mg, Na, K, Fe, Al, Al, Mn, Pb, Cu, Hg Frasco: Vidrio Preservación: 4°C	
																				Cultivos locales y totales Frasco: Vidrio Preservación: 4°C	
1	DVS-PCR-11	22/12/10			X	8.13	257.71	21.4													
2	DVS-PCR-11	22/12/10			X	8.13	257.71	21.4						X							
3	DVS-PCR-11	22/12/10	08:58		X	8.13	257.71	21.4							X						
4	DVS-PCR-11	22/12/10			X	8.13	257.71	21.4													
5	DVS-PCR-11	22/12/10			X	8.13	257.71	21.4											X		

CARACTERÍSTICAS DEL PUNTO DE MUESTREO			VERIFICACION DE EQUIPOS DE CAMPO						
DESCRIPCION FISICA	FACILIDADES ACCESO	Zona con poca población, presencia de animales, presencia de vegetación. Presencia de basura. Fácil accesibilidad.	EQUIPOS		ESTANDAR		CRITERIO	OBSERVACIONES	
			MULTIPARAMETRICO	SONDA	7,0	Valor	CUMPLE/NO CUMPLE		
			MEDIDOR DE pH	Código	1413 uS/cm	Valor		Verificación pH	
			MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD	Código				Verificación Conductividad	

CONTACTO LAB.		TÉCNICO RESPONSABLE DE LA TOMA Y ENVÍO DE MUESTRAS		TÉCNICO RESPONSABLE DE LA ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO DE ANÁLISIS		TÉCNICO RESPONSABLE DE LA RECEPCIÓN DE MUESTRAS EN EL LAB. DE ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS		SUPERVISOR DE CAMPO/ENTE DE CONTROL/SUJETO DE CONTROL	
Quím. Lander Pérez 2502262 Ext 31	FECHA:	NOMBRE:	FIRMA:	NOMBRE:	FIRMA:	NOMBRE:	FIRMA:	NOMBRE:	FIRMA:
	FECHA: 22/12/10								

Figura 39. Cadena de custodia de la muestra 11.

CADENA DE CUSTODIA MUESTREO DE AGUAS CANAL DE RIEGO AMBATO-HUACHI-PELILEO FASE 2										Código:	85802 a								
										Educación:	CI								
										Página:	1 de 1								
EMPRESA(LUGAR DE MONITOREO)					Canal de Riego					DIRECCION		Av. Los Chosquis, Ambato 180207							
FECHA Y HORA					22/12/10 AA/MM/DD		HH:MM:SS		09:00 am		RESPONSABLE EMPRESA		Universidad Tecnica de Ambato						
PROYECTO					Estudio de contaminación antropogénica en las características físico-químicas y microbiológicas del agua del río de Huachi							NUMERO PLAN DE MUESTREO							
COORDENADAS					CONDICIONES METEOROLÓGICAS PUNTO DE MUESTREO							APARIENCIA DE LA MUESTRA							
UTMA WGS 84					PRECIPITACIONES		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>		OLOR		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>		ESPUMA		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>				
4849392					HUMEDAD RELATIVA		56		COLOR		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>		MATERIAL FLOTANTE		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>				
17M 0765813					TEMPERATURA		17,8		TURBIDEZ		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>		ACEITES Y GRASAS		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>				
ITEM No.	CODIGO DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO (dd/mm/aa)	HORA DE MUESTREO	TIPO DE MUESTRA		PARAMETROS IN SITU					DETERMINACIONES EN LABORATORIO								
				COMUESTA	SIMPLE	pH	Conductividad us/cm	Temperatura °C	Caudal L/s	Sólidos suspendidos, NOS, 584 P04, Cl-, Frasco: Plastico Preservación: 4°C	DBO5 Frasco: Winkler Preservación: 4°C	DOO Frasco: Vidrio Amber Preservación: 4°C	Ca, Mg, Na, K, Fe, Al, Al, Mn, Pb, Cu, Hg Frasco: Vidrio Preservación: 4°C	Cultivos locales y totales Frasco: Vidrio Preservación: 4°C					
1	DUS-PCR-12	22/12/10	09:00		x	7,96	258,7	20,9			x								
2	DUS-PCR-12	22/12/10			x	7,96	258,7	20,9				x							
3	DUS-PCR-12	22/12/10			x	7,96	258,7	20,9					x						
4	DUS-PCR-12	22/12/10			x	7,76	258,7	20,9						x					
5	DUS-PCR-12	22/12/10			x	7,96	258,7	20,9									x		
CARACTERÍSTICAS DEL PUNTO DE MUESTREO				DESCRIPCION FISICA				EQUIPOS				VERIFICACION DE EQUIPOS DE CAMPO							
				zona con poca población, presencia de animales, presencia de vegetación				MULTIPARAMETRICO		SONDA		ESTANDAR		CRITERIO		OBSERVACIONES			
				Facil accesibilidad				MEDIDOR DE pH		Código		7,0		CUMPLE/NO CUMPLE		Verificación pH			
								MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD		Código		1413 uS/cm				Verificación Conductividad			
				TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA Y ENVÍO DE MUESTRAS				TÉCNICO RESPONSABLE DE LA ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO DE ANÁLISIS				TÉCNICO RESPONSABLE DE LA RECEPCIÓN DE MUESTRAS EN EL LAB. DE ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS				SUPERVISOR DE CAMPO/ENTE DE CONTROL/SUJETO DE CONTROL			
				NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:			
				FIRMA:				FIRMA:				FIRMA:				FIRMA:			
CONTACTO LAB.				FECHA: 22/12/10				FECHA:				FECHA:				FECHA:			
Quim. Lander Pérez 2502262 Est 31				HORA DE ENVÍO				HORA DE ENTREGA				HORA DE RECEPCIÓN				HORA DE RECEPCIÓN			

Figura 40. Cadena de custodia de la muestra 12.


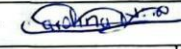
CADENA DE CUSTODIA MUESTREO DE AGUAS CANAL DE RIEGO AMBATO-HUACHI-PELILEO FASE 2										Código:	B-5-B-02 a													
										Edición:	01													
										Página:	1 de 1													
EMPRESA(LUGAR DE MONITOREO)					Canal de riego					DIRECCION			En los Cháspus, Ambato 130227											
FECHA Y HORA					10-12-2022 AA/MM/DD		09:16 HH:MM			RESPONSABLE EMPRESA					Universidad Técnica de Ambato									
PROYECTO					Estudio de intensidad de contaminantes antropogénicos en las características físico-químicas y microbiológicas de aguas del canal H-P					NUMERO PLANDE MUESTREO														
COORDENADAS					CONDICIONES METEOROLÓGICAS PUNTO DE MEDICION					APARIENCIA DE LA MUESTRA														
UTMA WGS 84					9249783					PRECIPITACIONES					Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>									
HUMEDAD RELATIVA										OLDR					Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>									
TEMPERATURA					56					COLOR					Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>									
17M					2980 m					TURBIDEZ					Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>									
ITEM	CODIGO DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO (AA-MM-DD)	HORA DE MUESTREO	TIPO DE MUESTRA		PARAMETROS IN SITU					DETERMINACIONES EN LABORATORIO													
				COMUESTA	SAMPLE	pH	Conductividad uS/cm	Temperatura °C	Caudal l/s	Sólidos suspendidos: NO3, SO4, PO4, Cl-, Frasco Plástico Preservación: 4°C	DBOS Frasco Vidrio Preservación: 4°C	DOO Frasco Vidrio Amber Preservación: H2SO4	Ca, Mg, Na, K, Fe, Al, Mn, Pb, Cu, Hg Frasco Vidrio Preservación: HNO3	Contaminantes Inorgánicos y Metales Pesados Frasco Vidrio Preservación: 4°C										
1	DVS-PCR-13	22/12/10	9:16		X	7,67	246,2	18,8			X													
2	DVS-PCR-13	22/12/10			X	7,67	246,2	18,8				X												
3	DVS-PCR-13	22/12/10			X	7,67	246,2	18,8					X											
4	DVS-PCR-13	22/12/10			X	7,67	246,2	19,3							X									
5	DVS-PCR-13	22/12/10			X	7,67	246,2	18,8									X							
CARACTERÍSTICAS DEL PUNTO DE MUESTREO					VERIFICACION DE EQUIPOS DE CAMPO																			
DESCRIPCION FISICA					Zona con poca población, presencia de basura y animales					EQUIPOS					OBSERVACIONES									
										MULTIPARAMETRICO		SONDA			ESTANDAR		CRITERIO			Verificación pH Verificación Conductividad				
FACILIDADES ACCESO					MEDIDOR DE pH		Código			7,0		Valor												
					MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD		Código			1413 uS/cm		Valor												
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA Y ENVÍO DE MUESTRAS					TECNICO RESPONSABLE DE LA ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO DE ANÁLISIS					TECNICO RESPONSABLE DE LA RECEPCIÓN DE MUESTRAS EN EL LAB. DE ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS					SUPERVISOR DE CAMPO/ENTE DE CONTROL/SUJETO DE CONTROL									
NOMBRE: Carolina Núñez					NOMBRE:					NOMBRE:					NOMBRE:									
FIRMA: 					FIRMA: 					FIRMA:					FIRMA:									
CONTACTO LAB. Quím. Lander Pérez 2502262 Ext 31					FECHA: 22/12/10		HORA DE ENVÍO			FECHA: 22/12/10		HORA DE ENTREGA			FECHA:		HORA DE RECEPCIÓN			FECHA:		HORA DE RECEPCIÓN		

Figura 41. Cadena de custodia de la muestra 13.

CADENA DE CUSTODIA MUESTREO DE AGUAS CANAL DE RIEGO AMBATO-HUACHI-PELILEO FASE 2										Código:	R-5-B-02 a																		
										Edición:	01																		
										Página:	1 de 1																		
EMPRESA(LUGAR DE MONITOREO)					Canal de Riego					DIRECCION			Av. Chasquis, Ambato 180207																
FECHA Y HORA					AA/MM/DD 22/12/10		HH:MM 9:10			RESPONSABLE EMPRESA					Universidad Técnica de Ambato														
PROYECTO					Estudio de la influencia de contaminantes antropogénicos en las características físico-químicas y microbiológicas					NUMERO PLAN DE MUESTREO																			
COORDENADAS					CONDICIONES METEOROLÓGICAS PUNTO DE MEDICION					APARIENCIA DE LA MUESTRA																			
UTMA WGS 84					PRECIPITACIONES					OLOR					Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>														
17M 0764863					HUMEDAD RELATIVA					COLOR					Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>														
UTM 9850705					TEMPERATURA					TURBIDEZ					Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>														
ALT 2922 m					56										Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>														
ITEM No.					TIPO DE MUESTRA					PARAMETROS IN SITU					DETERMINACIONES EN LABORATORIO														
CODIGO DE MUESTRA		FECHA DE MUESTREO (Mo-mes-día)		HORA DE MUESTREO		COMUESTA		SIMPLE		pH		Conductividad uS/cm		Temperatura °C		Caudal l/s		Sólidos suspendidos, NOS, S04, PO4, Cl, Frasco Plástico Preservación: 4°C		DBO5 Frasco: Vidrio Preservación: 4°C		DOO Frasco: Vidrio Amber Preservación: HCl/NaOH		Ca, Mg, Na, K, Fe, Al, Al, Mn, Pb, Cu, Hg Frasco: Vidrio Preservación: HCl/NaOH		Cálculos físicos y químicos Frasco: Vidrio Preservación: 4°C			
M1 DVS-PCR-14		22-12-10		9:10		X		X		7,8		249,5		17,9				X											
M2 DVS-PCR-14		22-12-10		9:10		X		X		7,8		249,5		17,9				X											
M3 DVS-PCR-14		22-12-10		9:10		X		X		7,8		249,5		17,9						X									
M4 DVS-PCR-14		22-12-10		9:10		X		X		7,8		249,5		17,9								X							
M5 DVS-PCR-14		22-12-10		9:10		X		X		7,8		249,5		17,9										X					
CARACTERISTICAS DEL PUNTO DE MUESTREO					VERIFICACION DE EQUIPOS DE CAMPO																								
DESCRIPCION FISICA					Vía pavimentada con poca población, cerca de la vía. Si presenta facilidad de acceso					EQUIPOS					ESTANDAR					CRITERIO					OBSERVACIONES				
										MULTIPARAMETRICO					SONDA					7,0									
FACILIDADES ACCESO					MEDIDOR DE pH					Código					1413 uS/cm					Valor					Verificación pH				
MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD					Código																				Verificación Conductividad				
TÉCNICO RESPONSABLE DE LA TOMA Y ENVÍO DE MUESTRAS					TÉCNICO RESPONSABLE DE LA ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO DE ANÁLISIS					TÉCNICO RESPONSABLE DE LA RECEPCIÓN DE MUESTRAS EN EL LAB. DE ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS					SUPERVISOR DE CAMPO/ENTE DE CONTROL/SUJETO DE CONTROL														
NOMBRE: Lizbeth Dorela					NOMBRE:					NOMBRE:					NOMBRE:														
FIRMA: [Firma]					FIRMA: [Firma]					FIRMA:					FIRMA:														
FECHA: 22-12-10					HORA DE ENVÍO					FECHA:					HORA DE RECEPCIÓN					FECHA:					HORA DE RECEPCIÓN				
CONTACTO LAB. Quím. Lander Pérez 2502262 Ext 31																													

Figura 42. Cadena de custodia de la muestra 14.

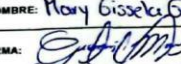

CADENA DE CUSTODIA MUESTREO DE AGUAS CANAL DE RIEGO AMBATO-HUACHI-PELILEO FASE 2										Código:	H-5-B-02-a										
										Educación:	C1										
										Página:	1 de 1										
EMPRESA(LUGAR DE MONITOREO)					Canal de Riego					DIRECCION			Av. Los Chasquis, Ambato 180207								
FECHA Y HORA					10/12/22		AA/MM/DD		9:25 am		HH:MM		RESPONSIBLE EMPRESA			Universidad Técnica de Ambato					
PROYECTO					Estrategia de la influencia de contaminantes antropogénicos en las características físicas					NUMERO PLAN DE MUESTREO											
COORDENADAS					CONDICIONES METEOROLÓGICAS PUNTO DE MEDICIÓN					APARIENCIA DE LA MUESTRA											
UTMA WGS 84					PRECIPITACIONES					Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>		OLOR		Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>		ESPUMA		Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>			
9856933					HUMEDAD RELATIVA					8.6		%		COLOR		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>		MATERIAL FLOTANTE		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>	
17M					TEMPERATURA					16.8		°C		TURBIDEZ		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>		ACEITES Y GRASAS		Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>	
0764315																					
ITEM	CODIGO DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO (año-mes-día)	HORA DE MUESTREO	TIPO DE MUESTRA		PARAMETROS IN SITU				DETERMINACIONES EN LABORATORIO											
				COMUESTA	SIMPLE	pH	Conductividad uS/cm	Temperatura °C	Caudal	l/s	Sólidos suspendidos, NO3, NH4, PO4, Cl-, Fósforo, Plátano, Preservación: 4°C	DBP5 Fósforo: Winkler Preservación: 4°C	DOO Fósforo: Valita Ambio Preservación: 4°C/20°C	Ca, Mg, Ba, K, Fe, Al, Al, Mn, Pb, Cu, Ni, Fósforo, Valita Preservación: 4°C/20°C	Contaminantes Inorgánicos y Metales Pesados: Fósforo: 4°C						
M1	DVS-PCR-15		9:25am		X	8.04	240.8	15.8			X										
M2	DVS-PCR-15				X	8.04	240.8	15.8				X									
M3	DVS-PCR-15				X	8.04	240.8	15.8						X							
M4	DVS-PCR-15				X	8.04	240.8	15.8								X					
M5	DVS-PCR-15				X	8.04	240.8	15.8											X		
CARACTERÍSTICAS DEL PUNTO DE MUESTREO				VERIFICACION DE EQUIPOS DE CAMPO																	
DESCRIPCION FISICA				Una vía pavimentada				EQUIPOS				ESTANDAR		CRITERIO		OBSERVACIONES					
								MULTIPARAMETRICO		SONDA				CUMPLE/NO CUMPLE							
FACILIDADES ACCESO				Facil acceso				MEDIDOR DE pH		Código		7,0		Valor		Verificación pH					
								MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD		Código		1413 uS/cm		Valor		Verificación Conductividad					
TÉCNICO RESPONSABLE DE LA TOMA Y ENVÍO DE MUESTRAS				TÉCNICO RESPONSABLE DE LA ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO DE ANÁLISIS				TÉCNICO RESPONSABLE DE LA RECEPCIÓN DE MUESTRAS EN EL LAB. DE ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS				SUPERVISOR DE CAMPO/ENTE DE CONTROL/SUJETO DE CONTROL									
NOMBRE: Mary Gisela Guzmán				NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:									
FIRMA: 				FIRMA: 				FIRMA:				FIRMA:									
FECHA: 10/12/2022				FECHA:				FECHA:				FECHA:									
HORA DE ENVÍO				HORA DE ENTREGA				HORA DE RECEPCIÓN				HORA DE RECEPCIÓN									
CONTACTO LAB. Quím. Lander Pérez 2502262 Ext 31																					

Figura 43. Cadena de custodia de la muestra 15.

Grupo 11

CADENA DE CUSTODIA MUESTREO DE AGUAS CANAL DE RIEGO AMBATO-HUACHI-PELLEO FASE 2



EMPRESA/LUGAR DE MONITOREO		Canal de Riego		DIRECCION		Av. Chacabuco, Ambato 28207		Código: P-5-8-02 a					
FECHA Y HORA		AA/MM/DD 22/12/10		HH:MM 09:25		RESPONSABLE EMPRESA		Universidad Técnica de Ambato					
PROYECTO		Estudio de la situación de contaminantes antropogénicos en las torres.		NUMERO PLANE MUESTREO									
COORDENADAS		9851225		CONDICIONES METEOROLÓGICAS PUNTO DE MEDICIÓN		APARENCIA DE LA MUESTRA							
UTMA WGS 84		9851225		PRECIPITACIONES		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>		OLOR		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>			
17M 0763109		HUMEDAD RELATIVA		56		%		COLOR		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>			
2926 m		TEMPERATURA		18,5		°C		TURBIDEZ		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>			
ITEM	CODIGO DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO (año-mes-día)	HORA DE MUESTREO	TIPO DE MUESTRA		PARAMETROS IN SITU				DETERMINACIONES EN LABORATORIO			
				COMPOSTA	SAMPLE	pH	Conductividad uS/cm	Temperatura °C	Caudal l/s	Soluble suspendido: 100, 500, 1000 CL: Frasco Plastico Preservador 4°C	DBS Frasco: Winkler Preservador 4°C	DDO Frasco: Vidrio ámbar Preservador 4°C	Ca, Mg, Na, K, Fe, Al, Si, Mn, Pb, Cu, Hg, Plomo: Vidrio Preservador: HClO4
	M1	DVS-PCR-16	22-12-10		X	8,08	246,6	17,6		X			
	M2	DVS-PCR-16	22-12-10	09:25	X	8,08	246,6	17,6		X			
	M3	DVS-PCR-16	22-12-10		X	8,08	246,6	17,6			X		
	M4	DVS-PCR-16	22-12-10		X	8,08	246,6	17,6				X	
	M5	DVS-PCR-16	22-12-10		X	8,08	246,6	17,6					X
CARACTERÍSTICAS DEL PUNTO DE MUESTREO				VERIFICACION DE EQUIPOS DE CAMPO									
DESCRIPCION FISICA		Vía pavimentada		EQUIPOS		ESTANDAR		CRITERIO		OBSERVACIONES			
FACILIDADES ACCESO		Si presenta facilidad de acceso		MULTIPARAMETRICO		SONDA		CUMPLE/NO CUMPLE		Verificación pH			
				MEDIDOR DE pH		Código		7,0 Valor		Verificación Conductividad			
				MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD		Código		1413 uS/cm Valor					
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA Y ENVÍO DE MUESTRAS			TECNICO RESPONSABLE DE LA ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO DE ANÁLISIS			TECNICO RESPONSABLE DE LA RECEPCIÓN DE MUESTRAS EN EL LAB. DE ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS			SUPERVISOR DE CAMPO/ENTE DE CONTROL/SUJETO DE CONTROL				
NOMBRE: Virawana Ketsi			NOMBRE:			NOMBRE:			NOMBRE:				
FIRMA: 			FIRMA: 			FIRMA:			FIRMA:				
CONTACTO LAB. Quím. Lander Pérez 2502262 Ext 31		FECHA: 22-12-10		HORA DE ENVÍO		FECHA:		HORA DE ENTREGA		FECHA:		HORA DE RECEPCIÓN	

Figura 44. Cadena de custodia de la muestra 15.

CADENA DE CUSTODIA MUESTREO DE AGUAS CANAL DE RIEGO AMBATO-HUACHI-PELILEO FASE 2										Código: R.5.8.02 a					
EMPRESA (LUGAR DE MONITOREO): Canal de Riego										Edición: 01					
FECHA Y HORA: AA/MM/DD 22/12/10 HH:MM 9:35										Página: 1 de 1					
DIRECCION: Av. Los Chasquis, Ambato 180207															
PROYECTO: Estudio de la influencia de contaminantes antropogénicos en las condiciones físico-químicas y microbiológicas del agua de riego del canal H-P										RESPONSIBLE EMPRESA: Universidad Técnica de Ambato					
COORDENADAS										NUMERO PLAN DE MUESTREO					
CONDICIONES METEOROLÓGICAS PUNTO DE MEDICION										APARIENCIA DE LA MUESTRA					
PRECIPITACIONES: Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>										OLOR: Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>					
UTMA WGS 84 9853595										ESPUMA: Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>					
HUMEDAD RELATIVA: 56 %										MATERIAL FLOTANTE: Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>					
TEMPERATURA: 17,8 °C										ACEITES Y GRASAS: Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>					
TURBIDEZ: Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>															
ITEM No.	CODIGO DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO (AA/MM/DD)	HORA DE MUESTREO	TIPO DE MUESTRA		PARAMETROS IN SITU				DETERMINACIONES EN LABORATORIO					
				COMUESTA	SAMPLE	pH	Conductividad uS/cm	Temperatura °C	Caudal l/s	Sólidos suspendidos, NO3, SO4, PO4, Cl, Frasco Plástico, Preservación: 4°C	DBOS Frasco: Vidrio Preservante: 4°C	DOO Frasco: Vidrio ámbar Preservante: H2SO4	Ca, Mg, Na, K, Fe, Al, Al, Mn, Pb, Cu, Hg Frasco: Vidrio Preservante: HNO3	Cadmio, Níquel y Zinc Frasco: Vidrio Preservante: 4°C	
1	DVS-PCR-17	22-12-10	9:35		X	8,05	240,2	20		X					
2	DVS-PCR-17	22-12-10			X	8,05	240,2	20			X				
3	DVS-PCR-17	22-12-10			X	8,05	240,2	20				X			
4	DVS-PCR-17	22-12-10			X	8,05	240,2	20					X		
5	DVS-PCR-17	22-12-10			X	8,05	240,2	20						X	
CARACTERÍSTICAS DEL PUNTO DE MUESTREO										VERIFICACION DE EQUIPOS DE CAMPO					
DESCRIPCION FISICA		Cercano a la vía pública, a la población, presencia de vegetación			EQUIPOS		ESTANDAR		CRITERIO		OBSERVACIONES				
FACILIDADES ACCESO		Si tiene facilidad de acceso			MULTIPARAMETRICO		SONDA		CUMPLE/NO CUMPLE		Verificación pH				
					MEDIDOR DE pH		Código		7,0 Valor		Verificación Conductividad				
					MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD		Código		1413 uS/cm Valor						
TÉCNICO RESPONSABLE DE LA TOMA Y ENVÍO DE MUESTRAS				TÉCNICO RESPONSABLE DE LA ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO DE ANÁLISIS				TÉCNICO RESPONSABLE DE LA RECEPCIÓN DE MUESTRAS EN EL LAB. DE ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS				SUPERVISOR DE CAMPO/ENTE DE CONTROL/SUJETO DE CONTROL			
NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:			
FIRMA:				FIRMA:				FIRMA:				FIRMA:			
CONTACTO LAB. Quím. Lander Pérez 2502260 Ext 31		FECHA:		HORA DE ENVÍO:		FECHA: 22/12/10		HORA DE ENTREGA:		FECHA:		HORA DE RECEPCIÓN:			

Figura 45. Cadena de custodia de la muestra 15.



EMPRESA(LUGAR DE MONITOREO)										Cadena de custodia muestreo de aguas canal de riego Ambato-Huachi-Pelileo Fase 2										Código: R-5-B-02 a	
FECHA Y HORA										DIRECCION										Educación: O3	
PROYECTO										RESPONSIBLE EMPRESA										Página: 1 de 1	
COORDENADAS										NUMERO PLAN DE MUESTREO											
UTMA WGS 84 9855 054										APARIENCIA DE LA MUESTRA											
PRECIPITACIONES										OLOR										Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>	
HUMEDAD RELATIVA										COLOR										Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>	
TEMPERATURA										TURBIDEZ										Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>	
ITEM No.	CODIGO DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO (año-mes-día)	HORA DE MUESTREO	TIPO DE MUESTRA		PARAMETROS IN SITU					DETERMINACIONES EN LABORATORIO										
				COMUESTA	SIMPLE	pH	Conductividad us/cm	Temperatura °C	Caudal	L/s	Sólidos suspendidos, NO3, NH4, PO4, Cl, Frasco: Plástico Preservación: 4°C	DBO5 Frasco: Winstar Preservante: 4°C	DOO Frasco: Vidrio ámbar Preservante: 20°C	Ca, Mg, Na, K, Fe, Al, Al, Mn, Pb, Cu, Hg Frasco: Vidrio Preservante: 18°C	Coliformes fecales y totales Frasco: Estéril Preservante: 4°C						
1	DVS-PCR-18	22-12-10	10:00		X	7,71	242,7	19,3													
2	DVS-PCR-18	22-12-10			X	7,71	242,7	19,3					X								
3	DVS-PCR-18	22-12-10			X	7,71	242,7	19,3						X							
4	DVS-PCR-18	22-12-10			X	7,71	242,7	19,3								X					
5	DVS-PCR-18	22-12-10			X	7,71	242,7	19,3												X	
CARACTERISTICAS DEL PUNTO DE MUESTREO				VERIFICACION DE EQUIPOS DE CAMPO																	
DESCRIPCION FISICA Cercano a la vía, poca vegetación población media Fácil acceso				EQUIPOS				ESTANDAR				CRITERIO		OBSERVACIONES Verificación pH Verificación Conductividad							
				MULTIPARAMETRICO		SONDA						CUMPLE/NO CUMPLE									
				MEDIDOR DE pH		Código		7,0		Valor											
FACILIDADES ACCESO				MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD		Código		1413 uS/cm		Valor											
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA Y ENVÍO DE MUESTRAS				TÉCNICO RESPONSABLE DE LA ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO DE ANÁLISIS				TÉCNICO RESPONSABLE DE LA RECEPCIÓN DE MUESTRAS EN EL LAB. DE ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS				SUPERVISOR DE CAMPO/ENTE DE CONTROL/SUJETO DE CONTROL									
NOMBRE: José Cayo				NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:									
FIRMA: 				FIRMA: 				FIRMA:				FIRMA:									
CONTACTO LAB. Quim. Lander Pérez 2502262 Est 31				FECHA: 10/12/22		HORA DE ENVÍO		FECHA:		HORA DE ENTREGA		FECHA:		HORA DE RECEPCIÓN		FECHA:		HORA DE RECEPCIÓN			

Figura 46. Cadena de custodia de la muestra 18.



CADENA DE CUSTODIA MUESTREO DE AGUAS CANAL DE RIEGO AMBATO-HUACHI-PELILEO FASE 2										Código:	R-5-B-02 a						
										Edición:	01						
										Página:	1 de 1						
EMPRESA(LUGAR DE MONITOREO)				Canal de Riego				DIRECCION		Av. Los Chasquis - Ambato 180207							
FECHA Y HORA		10-12-2022 AA/MM/CC		10:03 HH-MM		RESPONSIBLE EMPRESA		Universidad Tecnica de Ambato									
PROYECTO				Control de la influencia de contaminantes antropogénicos sobre las características físico-químicas y microbiológicas del agua de riego				NUMERO PLANDE MUESTREO									
COORDENADAS				CONDICIONES METEOROLOGICAS PUNTO DE MEDICION				APARIENCIA DE LA MUESTRA									
UTMA WGS 84		PRECIPITACIONES		Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>		OLOR		Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>		ESPUMA		Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>					
17M C161106		HUMEDAD RELATIVA		57.8 %		COLOR		Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>		MATERIAL FLOTANTE		Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>					
UTM 1853616		TEMPERATURA		19.1 °C		TURBIDEZ		Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>		ACEITES Y GRASAS		Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>					
# ITEM	CODIGO DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO (AAAA-MM-AA)	HORA DE MUESTREO	TIPO DE MUESTRA		PARAMETROS IN SITU				DETERMINACIONES EN LABORATORIO							
				COMUESTA	SIMPLE	pH	Conductividad uS/cm	Temperatura °C	Condad	l/s	Balanza resistenten NCS 50g para Cl- Frasco Plastico Preservacion 4°C	DSB Frasco Vidrio Preservacion 4°C	DGO Frasco Vidrio Preservacion 4°C	Co. Hg. No. F. Po. No. de Hg. Po. Co. Hg. Frasco Vidrio Preservacion 4°C	Contaminantes Inorganicos y Metales Pesados: Nitrato y Sulfato Preservacion 4°C		
1	DUS-PCR-19	22/12/10	10:03		x	8.02	248.6	18.6			x						
2	DUS-PCR-19	22/12/10			x	8.02	248.6	18.6				x					
3	DUS-PCR-19	22/12/10			x	8.02	248.6	18.6					x				
4	DUS-PCR-19	22/12/10			x	8.02	248.6	18.6						x			
5	DUS-PCR-19	22/12/10			x	8.02	248.6	18.6								x	
CARACTERISTICAS DEL PUNTO DE MUESTREO				EQUIPOS				VERIFICACION DE EQUIPOS DE CAMPO									
DESCRIPCION FISICA		Reservorio a la vía pública, con poca población, presencia de vegetación		MULTIPARAMETRICO		SONDA		ESTANDAR		CRITERIO		OBSERVACIONES					
FACILIDADES ACCESO		Si tiene facilidad de acceso		MEDIDOR DE pH		Código		7,0		Valor		Verificación pH					
				MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD		Código		1413 uS/cm		Valor		Verificación Conductividad					
		TÉCNICO RESPONSABLE DE LA TOMA Y ENVÍO DE MUESTRAS		TÉCNICO RESPONSABLE DE LA ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO DE ANÁLISIS				TÉCNICO RESPONSABLE DE LA RECEPCIÓN DE MUESTRAS EN EL LAB. DE ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS				SUPERVISOR DE CAMPO/ENTE DE CONTROL/SUJETO DE CONTROL					
		NOMBRE: Irene Toapanta		NOMBRE:				NOMBRE:				NOMBRE:					
		FIRMA: 		FIRMA: 				FIRMA:				FIRMA:					
CONTACTO LAB. Quim. Lander Perez 2502262 Ext 31		FECHA: 22-12-10		HORA DE ENVÍO		FECHA:		HORA DE ENTREGA		FECHA:		HORA DE RECEPCIÓN		FECHA:		HORA DE RECEPCIÓN	

Figura 47. Cadena de custodia de la muestra 19.



CADENA DE CUSTODIA MUESTREO DE AGUAS CANAL DE RIEGO AMBATO-HUACHI-PELILEO FASE 2										Código:	R-5.8-02 a														
										Edición:	01														
										Página:	1 de 1														
EMPRESA(LUGAR DE MONITOREO)					Canal de Riego					DIRECCION			Av. Los Chasquis, Ambato 180207												
FECHA Y HORA					10/12/2022 AA/MM/DD		11:05 HH:MM			RESPONSIBLE EMPRESA					Universidad Técnica de Ambato										
PROYECTO					Estudio de la influencia de contaminantes antropogénicos en las características físico-químicas, microbiológicas en aguas de riego					NUMERO PLAN DE MUESTREO															
COORDENADAS					CONDICIONES METEOROLÓGICAS PUNTO DE MEDICION					APARIENCIA DE LA MUESTRA															
9858226 UTM WGS 84					PRECIPITACIONES					Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>					OLOR			Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>							
17M 0754075					HUMEDAD RELATIVA					54,9 %					COLOR					Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>					
2838					TEMPERATURA					18,2 °C					TURBIDEZ					Ausencia <input type="checkbox"/> Presencia <input checked="" type="checkbox"/>					
																				ACEITES Y GRASAS			Ausencia <input checked="" type="checkbox"/> Presencia <input type="checkbox"/>		
ITEM No	CODIGO DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO (Año-mes-día)	HORA DE MUESTREO	TIPO DE MUESTRA		PARAMETROS IN SITU					DETERMINACIONES EN LABORATORIO														
				COMUESTA	SIMPLE	pH	Conductividad uS/cm	Temperatura °C	Caudal L/s	Sólidos suspendidos: NO ₃ , SO ₄ , PO ₄ , Cl ⁻ , Frasco: Plástico Preservador: 4°C	DBO ₅ Frasco: Vidrio Preservador: 4°C	DOO Frasco: Vidrio Preservador: 10/20/30°C	Ca, Mg, Na, K, Fe, Al, Mn, Pb, Cu, Hg Frasco: Vidrio Preservador: 10/20/30°C	Coliformes fecales y totales Frasco: Estéril Preservador: 4°C											
1	DVS-PCR-20	22/12/10	11:05		X	7,93	388,7	21		X															
2	DVS-PCR-20	22/12/10			X	7,93	388,7	21			X														
3	DVS-PCR-20	22/12/10			X	7,93	388,7	21				X													
4	DVS-PCR-20	22/12/10			X	7,93	388,7	21					X												
5	DVS-PCR-20	22/12/10			X	7,93	388,7	21											X						
CARACTERÍSTICAS DEL PUNTO DE MUESTREO					VERIFICACION DE EQUIPOS DE CAMPO																				
DESCRIPCION FISICA					Zona con poca población y parte donde pasan los carros, basura					EQUIPOS		ESTANDAR		CRITERIO		OBSERVACIONES									
										MULTIPARAMETRICO		SONDA						CUMPLE/NO CUMPLE							
FACILIDADES ACCESO					MEDIDOR DE pH		Código		7,0		Valor		Verificación pH												
					MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD		Código		1413 uS/cm		Valor		Verificación Conductividad												
TECNICO RESPONSABLE DE LA TOMA Y ENVÍO DE MUESTRAS					TÉCNICO RESPONSABLE DE LA ENTREGA DE MUESTRAS AL LABORATORIO DE ANÁLISIS					TÉCNICO RESPONSABLE DE LA RECEPCIÓN DE MUESTRAS EN EL LAB. DE ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS					SUPERVISOR DE CAMPO/INTE DE CONTROL/SUJETO DE CONTROL										
NOMBRE: Gabriela Valencia					NOMBRE:					NOMBRE:					NOMBRE:										
FIRMA: 					FIRMA: 					FIRMA:					FIRMA:										
CONTACTO LAB. Quím. Lander Pérez 2562262 Ext 31					FECHA: 22/12/10		HORA DE ENVÍO		FECHA: 22/12/10		HORA DE ENTREGA		FECHA:		HORA DE RECEPCIÓN		FECHA:		HORA DE RECEPCIÓN						

Figura 48. Cadena de custodia de la muestra 19.

ANEXO 5

Toma de muestra en cada punto de muestro

Figura 19

Muestreo Punto 1: Bocatoma Pasa- Ambato



Figura 20

Muestreo Punto 2: Huachi Solis



Figura 21

Muestreo Punto 3: Manzana de Oro



Figura 22

Muestreo Punto 4: Barrio Amazonas



Figura 23

Muestreo Punto 5: Montalvo



Figura 24

Muestreo Punto 6: Palagua El Carmen



Figura 25

Muestreo Punto 7:



Figura 26

Muestreo Punto 8: Vía San Pedro



Figura 27

Muestreo Punto 9: Querochaca



Figura 28

Muestreo Punto 10: Totoras



ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

Figura 29

Autoclavado de material y agua para análisis de coliformes y E.coli mediante el uso de Media Pad.



Figura 30

Rotulación de los tubos de ensayo para las diluciones seriadas.



Figura 31

Inoculación de los Media Pads para el análisis de coliformes y e.coli.



Figura 32

Incubación 1 ml de cada dilución sobre en Media Pad para coliformes y e.coli.



Figura 33

Observación de colonias de coliformes en 24 horas de incubación.

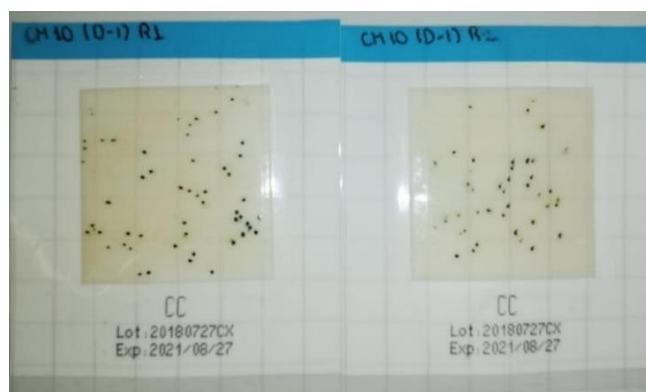


Figura 34

Observación de colonias de E.coli en 24 horas de incubación.

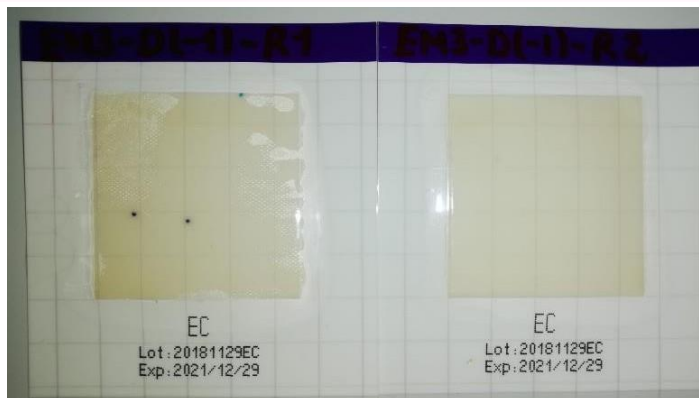


Figura 35
Análisis de Sólidos Totales (ST)

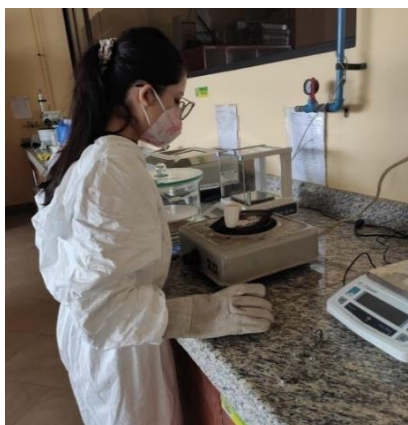


Figura 36
Análisis de Sólidos Suspendedos Totales (SST)

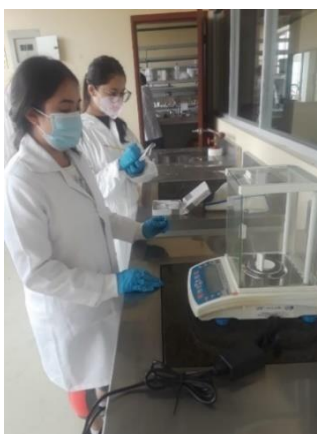


Figura 37
Preparación de las muestras para el análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).

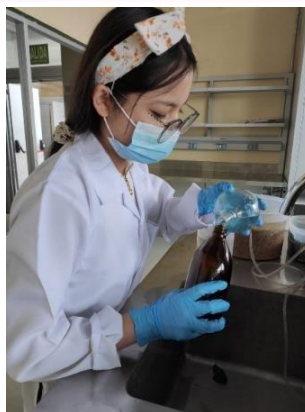


Figura 38

Introducción del sensor en las muestras preparadas para el análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).



Figura 39

Muestras preparadas y programadas con el sensor e imán introducidas en la incubadora.



Figura 40

Análisis de la Demanda Química de Oxígeno (DQO)



Figura 41
Análisis de Oxígeno Disuelto (OD)



Figura 42
Análisis de la Dureza Total



Figura 43
Análisis de la Alcalinidad



Figura 44
Análisis de los iones Cloruros



Figura 45
Análisis de los iones Sodio



ANEXO 6

Tabla 54. Pesos ponderados para cada variable según los índices NSF

FACTOR Wi

OXIGENO DISUELTO	mg/l	MAM-22/APHA 4500-O C MODIFICADO	0,17
pH		POTENCIOMÉTRICO	0,11
DBO5	mgO ₂ /l	APHA 5210 B	0,11
*TURBIDEZ	UNT	ESPECTROFOTOMÉTRICO MERCK	0,08
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/l		0,07
NITRATOS	mg/l	APHA 4500-NO ₃ -B	0,1
FOSFATOS	mg/l	APHA 4500-P, C	0,1

Tabla 55. Valores promedio obtenidos de los análisis de la fase 1 y Fase 2 para el cálculo del ICA

PARÁMETROS	HUACHI - PELILEO		ESTACION HUAICO		DESCARGA PASA		SECTOR AGUAJAN		SECTOR TILULUM		PARQUE EL SUEÑO		SOCABON		PASO LATERAL		QUILLÁN		LAS VIÑAS	
	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
OXIGENO DISUELTO	6,42	5,0	6,3	3,7	8,4	6,6	6,47	6,9	7,6	6,8	4,1	6,4	7,91	7,0	7,7	5,9	0,2	5,9	4,32	7,5
pH	8,2	7,5	8,55	7,69	8,41	7,18	8,14	7,97	7,91	7,9	7,73	7,75	8,32	7,77	8,07	7,65	8,18	7,41	7,22	7,7
DBO5	1	2	8	7	5	2	4	3	3	2	2	2	2	2	6	9	7	1	2	2
*TURBIDEZ	59	<10	10	16	3	10	118	193	8	24	1	13	14	14	4	11	25	23	10	25
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	175	218	193	162	189	164	308	452	229	214	213	188	228	198	227	172	255	1144	232	210
NITRATOS	0,6	1,3	0,8	1,3	0,8	1,3	1,0	1,4	0,7	1,2	0,6	1,0	0,5	1,0	0,5	0,9	0,7	1,0	0,6	1,1
FOSFATOS	0,9	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	2,1	0,6	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,6	0,3	0,3	0,3

F1: Primera campaña de muestreo realizado el 29 de febrero de 2020; F2: Segunda campaña de muestreo realizado el 29 de mayo de 2021.

Determinación de Ii mediante interpolación con los valores de las curvas del ICA.

Cálculo demostrativo del Oxígeno disuelto.

X	Y
20,00	10,00
6,42	x
0,00	0,00
$\frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} = \frac{Y_2 - Y_1}{Y_2 - Y_1}$	

$$\frac{10 - 0}{20 - 0} = \frac{10 - x}{20 - 6,42}$$

$$\frac{-10}{20} = \frac{10 - x}{13,58}$$

$$\frac{-1}{2} = \frac{10 - x}{13,58}$$

$$-1(13,58) = 2(10 - x)$$

$$-13,58 = 20 - 2x$$

$$13,58 - 20 = -2x$$

$$-6,42 = -2x$$

$$x = \frac{-6,42}{-2}$$

$$x = 3,21$$

$$I_i = 10,23$$

Tabla 56. Valores de W_i y de I_i para cada uno de los parámetros analizados

PARÁMETROS	I_i																				W_i
	HUACHI - PELILEO		ESTACION HUAICO		DESCARGA PASA		SECTOR AGUAJAN		SECTOR TILULUM		PARQUE EL SUEÑO		SOCABON		PASO LATERAL		QUILLÁN		LAS VIÑAS		
	F 1	F 2	F 1	F 2	F 1	F 2	F 1	F 2	F 1	F 2	F 1	F 2	F 1	F 2	F 1	F 2	F 1	F 2	F 1	F 2	
OXIGENO DISUELTO	3,21	2,48	3,13	1,84	4,19	3,30	3,24	3,45	3,81	3,40	2,04	3,22	3,96	3,50	3,87	2,96	0,11	2,95	2,16	3,75	0,17
pH	78,00	94,00	65,75	90,58	70,65	91,44	80,10	85,54	86,62	86,80	89,86	89,50	73,80	89,14	82,55	91,30	78,70	93,28	91,76	90,40	0,11
DBO5	89,64	80,98	41,99	46,33	55,00	80,98	63,66	72,32	72,32	80,98	80,98	80,98	80,98	80,98	50,66	37,66	46,33	89,64	80,98	80,98	0,11
*TURBIDEZ	33,81	87,48	76,64	66,66	91,8	76,64	5,00	5,00	80,98	56,66	96,13	71,65	69,98	69,98	89,64	74,98	55,83	57,5	76,64	55,83	0,08
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	79,50	77,20	74,91	78,57	75,21	78,30	74,91	76,51	70,91	74,31	75,91	75,41	72,79	75,21	72,79	78,20	71,46	74,71	72,39	74,51	0,07
NITRATOS	97,0	93,5	96,0	93,5	96,0	93,5	95,0	93,0	96,5	94,0	97,0	95,0	97,5	95,0	97,5	95,5	96,5	95,0	97,0	94,5	0,1
FOSFATOS	46,00	88,00	88,00	88,00	88,00	88,00	25,40	64,00	88,00	88,00	82,00	88,00	88,00	88,00	82,00	88,00	64,00	82,00	82,00	82,00	0,1

F1: Primera campaña de muestreo realizado el 29 de febrero de 2020; F2: Segunda campaña de muestreo realizado el 29 de mayo de 2021.

Determinación del ICA en la fase 1 del punto muestreado de Huachi Pelileo.

Cálculo demostrativo.

$$ICA = \sum_{i=1}^n (I_i \times W_i)$$



$$ICA = (3,21 * 0,17) + (78 * 0,11) + (89,64 * 0,11) + (33,81 * 0,08) + (79,05 * 0,07) + (97 * 0,1) + (46 * 0,1)$$

$$ICA = 0,55 + 8,58 + 9,86 + 2,70 + 5,57 + 9,70 + 4,60$$

$$ICA = 41,56$$