

UNIVERSIDAD DE CUENCA



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

***“DIAGNÓSTICO DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO COLLAY PARA SU
USO COMO UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LA
CONSERVACIÓN HÍDRICA DEL EMBALSE MAZAR.”***

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTORES: ALVAREZ MARIN SANTIAGO JOSE

C.I.:0105172233

MATUTE BLANDIN JAIME SEBASTIAN

C.I.:0106461130

DIRECTORA:

ING. MARIA DOLORES TONON ORDOÑEZ, MSC

C.I.:0102842747

CUENCA-ECUADOR

2017



RESUMEN

El agua es un recurso fundamental para la vida, su calidad está ligada a sus componentes físicos químicos y biológicos, las actividades antrópicas (ganadería, agricultura, quema y tala de bosque, etc.), tienen relación con el cambio de la composición natural del agua, por tal motivo es importante realizar un diagnóstico de su calidad, como así también de las actividades que generan un mayor impacto en este recurso. En este estudio se determina la calidad de agua en el río Collay utilizando el Índice de Calidad de Agua (ICA) de la National Sanitation Foundation de Estados Unidos (NSF), el cual emplea factores físicos, químicos y biológicos (coliformes fecales, pH, DBO5, NO3, PO4, temperatura, turbidez, OD y Sólidos disueltos totales.); se ejecutaron 7 campañas de monitoreo en cinco meses comprendidos entre (Octubre 2016- Febrero 2017), realizando 21 muestreos en tres puntos; el primero en la parte alta donde el río inicia su recorrido en las coordenadas geográficas (760001; 9682112 UTM), el segundo punto aguas abajo en las coordenadas geográficas (760023; 9681511 UTM) y el tercer punto donde termina la subcuenca del río Collay en las coordenadas geográficas (761847; 9683677 UTM). Los resultados de los parámetros físicos, químicos y biológicos fueron analizados y comparados con la normativa ambiental vigente: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA (TULSMA LIBRO VI ANEXO 1). Asimismo, en la zona alta de la subcuenca del río Collay utilizamos la matriz de Leopold para identificar, valorar y proporcionar medidas de mitigación a los impactos ambientales causados por actividades antrópicas que problematizan la conservación hídrica. Este proyecto técnico será de utilidad para la empresa CELEC EP en sus diferentes actividades de gestión.

PALABRAS CLAVES: Calidad del agua, Subcuenca del río Collay, Ingeniería Ambiental, ICA-NSF, Identificación y valoración de impactos.



ABSTRACT

Water is a fundamental resource for life and the quality is linked with its physical, chemical, and biological components. Over the time, anthropic activities (raising livestock, farming, burning and logging of forests, etc.) have shown a relation with the change of waters natural composition. For such motives, it's important to (diagnose) realize a diagnosis of the quality in water and look at the impact human activities have on this certain resource. This study will determine the quality of water in the Collay River, using the Water Quality Index (WQI) of the National Sanitation Foundation (NSF). It implies the physical, chemical, and biological factors (fecal coliform, pH, DBO5, NO3, PO4, temperature, turbidity, OD, SDT). There were 7 monitoring campaigns done within 5 months (October 2016-February 2017), performing 21 samples in three points. The first point was in the upper part of where the river starts its journey in the geographical coordinates, 760001; 9682112 UTM. The second point was at the downstream part of the river in the geographical coordinates, 760023; 9681511 UTM. The third and last point was where the river basin ends in the Collay River at the geographical coordinates, 761847; 9683677 UTM. The results of the physical, chemical, and biological parameters were analyzed and compared with the current environmental regulations (Norma De Calidad Ambiental Y De Descarga De Efluentes: Recurso Agua (*Tulsuma Libro VI Anexo1*)). Likewise, in the upper part of the river basin we use the Leopold matrix to identify, assess, and provide mitigation measures to environmental impacts caused by anthropic activities that complicate water conservation. This technical project will be useful for the CELEC EP Company in its different management activities.

Key Words: Quality of water, River basin of Collay River, Environmental Engineering, WQI-NSF, identifying and assessing of impact.



INDICE

RESUMEN.....	2
ABSTRACT	3
INDICE.....	4
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	10
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	12
ÍNDICE DE ANEXOS	12
CLÁUSULAS DE DERECHOS DE AUTOR.....	14
CLÁUSULAS DE PROPIEDAD INTELECTUAL	16
INTRODUCCIÓN	20
OJETIVOS	21
Objetivo General.....	21
Objetivo Especifico	21
CAPÍTULO 1	24
1. CONTENIDO TEÓRICO	24
1.1 EMPRESA PÚBLICA ESTRATEGICA CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR CELEC EP	24
1.1.2 Descripción general.....	24
1.1.3 Reseña histórica.....	24
1.1.4 Complejo Hidroeléctrico Paute Integral.....	25
1.2 MANCOMUNIDAD DEL COLLAY: PARA LA CONSERVACIÓN Y MANEJO DEL BOSQUE Y VEGETACIÓN PROTECTORA COLLAY.....	27
1.2.1 Descripción y objetivo general.....	27
1.3 SUBCUENCA DEL RÍO COLLAY.....	30
1.3.1 Ubicación y descripción de la zona de estudio.	30
1.3.2 Calidad del agua.....	32
1.3.3 Uso de suelo en la zona alta de la Subcuenca del Collay.	34
1.3.4 Importancia de la conservación en la microcuenca hidrográfica del Collay.....	35
1.4 DESCRIPCIÓN DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL DEL ECUADOR APLICABLE EN EL PROYECTO.....	37
1.4.1 Constitución Ecuatoriana.....	37
1.4.2 Texto Unificado Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), libro VI Anexo 1.	37
1.4.3 Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua.....	38



1.4.4 Ley de Gestión Ambiental.....	38
1.4.5 Protección, recuperación y conservación de fuentes de agua.....	39
1.5 INDICE DE CALIDAD DE AGUA.....	40
1.5.1 Descripción general de un índice de calidad de agua.....	40
1.5.2 Antecedentes del índice de calidad de agua (ICA) en general.....	40
1.5.3 Índice de Calidad de Agua (ICA) de la National Sanitation Foundation de Estados Unidos (NSF).....	40
1.5.4 Reseña histórica de las curvas de función.....	42
1.5.5 Descripción de las curvas de función de los nueve parámetros del (ICA-NSF).....	43
1.5.5.1 Oxígeno Disuelto.....	47
1.5.6 PARÁMETROS DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ICA-NSF.....	49
1.6 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES UTILIZANDO LA MATRIZ DE LEOPOLD PARA EVALUAR ACTIVIDADES ANTRÓPICAS DESARROLADAS EN LA ZONA ALTA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO COLLAY.....	52
1.6.1 Impactos ambientales.....	52
1.6.2 Matriz de Leopold.....	52
1.6.3 Situación ambiental actual.....	53
1.6.4 Dictamen ambiental.....	53
1.6.5 Factores del medio ambiente.....	53
1.6.5.1 MEDIO FÍSICO.....	53
1.6.5.2 MEDIO BIÓTICO.....	55
1.6.5.3 MEDIO PERCEPTUAL:.....	57
1.6.5.4 MEDIO SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL.....	58
CAPÍTULO 2.....	60
2. METODOLOGÍA.....	60
2.1 TIPO DE ESTUDIO.....	61
2.2 MUESTREO.....	61
2.2.1 SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO.....	61
2.2.2 CAMPAÑAS DE MUESTREO.....	65
2.2.3 Tipos de muestreos.....	65
2.2.4 Toma y transporte de muestras.....	66
2.3 MATERIALES Y EQUIPOS.....	68
2.3.1 Materiales.....	68
2.3.2 Equipos de campo:.....	71
2.3.3 Equipos de laboratorio:.....	72
2.4 LUGRAR Y METODOLOGIA USADA PARA LA DETERMINACION DE	



LOS PARAMETROS DEL ICA-NSF	74
2.5 METODOLOGÍA USADA PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ICA-NSF.....	75
2.5.1 Cálculo del ICA-NSF.....	75
2.5.2 Valoración del índice de la calidad de agua ICA-NSF.	76
2.6 ELABORACIÓN DE LA MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	77
2.6.1 Factores ambientales considerados en la identificación y valoración de impactos ambientales.....	77
2.6.2 Actividades antrópicas desarrolladas en la zona alta de la subcuenca del río Collay.....	78
2.6.3 Identificación y valoración de impactos ambientales.....	79
2.7 METODOLOGIA PARA REALIZAR EL DICTAMEN AMBIENTAL.....	80
2.8 METODOLOGÍA USADA PARA RELACIONAR LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL ICA-NSF CON LOS IMPACTOS AMBIENTALES PRODUCIDOS EN LA SUBCUENCA ALTA DEL RÍO COLLAY.	81
CAPÍTULO 3	82
3. RESULTADOS Y ANALISIS	82
3.1.2.1 PARÁMETROS FÍSICOS	82
3.1.2.2 PARÁMETROS QUÍMICOS	82
3.1.2.3 PARÁMETROS BIOLÓGICOS.....	82
3.2 COMPARACIÓN DE LOS VALORES OBTENIDOS DE LOS TRES PUNTOS DE MUESTREO CON LA NORMATIVA AMBIENTAL.	82
3.2.1 Valores resultantes comparados con los del libro VI Anexo 1 del TULSMA Tabla 1.	82
3.2.2 Valores resultantes comparados con los del libro VI Anexo 1 del TULSMA Tabla 3.	82
3.3 ELABORACIÓN DE LA MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN, VALORACIÓN Y DICTAMEN DE IMPACTOS AMBIENTALES DE LA SUBCUENCA ALTA DEL RÍO COLLAY.....	82
3.1 RESULTADOS DEL ICA-NSF Y DE LOS NUEVE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA EN LAS TRES ZONAS DE MUESTREO.....	83
3.1.1 Análisis y valoración del ICA-NSF en los diferentes puntos de muestreo.....	83
3.1.2 Variabilidad de los resultados de los parámetros físicos, químicos y biológicos del ICA-NSF en el periodo de muestreo comprendido entre Octubre 2016 - Febrero 2017.....	85
3.1.2.1 PARÁMETROS FÍSICOS	85
3.1.2.2 PARÁMETROS QUÍMICOS.....	87



3.1.2.3 PARÁMETROS BIOLÓGICOS	93
3.2 COMPARACIÓN DE LOS VALORES OBTENIDOS DE LOS TRES PUNTOS DE MUESTREO CON LA NORMATIVA AMBIENTAL.	94
3.2.1 Valores resultantes comparados con los del libro VI Anexo 1 del TULSMA Tabla 1.	94
3.2.2 Valores resultantes comparados con los del libro VI Anexo 1 del TULSMA Tabla 3.	102
3.3 ELABORACIÓN DE LA MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN, VALORACIÓN Y DICTAMEN DE IMPACTOS AMBIENTALES DE LA SUBCUENCA ALTA DEL RÍO COLLAY.....	109
3.3.1 Matriz de identificación de impactos ambientales.....	109
3.3.2 Matriz de valoración de impactos ambientales.....	111
3.3.3 Dictamen ambiental.	113
3.4 ELABORACIÓN DE LA RELACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL ICA-NSF CON LOS IMPACTOS AMBIENTALES PRODUCIDOS EN LA SUBCUENCA ALTA DEL RÍO COLLAY.	116
3.4.1 Relación parámetro-actividad-impacto ambiental: la <i>tabla 24</i> , muestra la relación que existe entre las principales actividades antrópicas con los parámetros del ICA-NSF.	116
CAPITULO 4	119
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	119
4.1 CONCLUSIONES.	119
BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS:	125
ANEXOS	136



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. PESOS RELATIVOS PARA CADA PARAMETRO DEL "ICA-NSF"	41
Tabla 2 Concentraciones del Oxígeno Disuelto a diferentes alturas y temperaturas.....	48
Tabla 3 <i>Georreferenciación de los puntos de muestreo</i>	62
Tabla 4. Campañas de muestreo en la subcuenca del río Collay en los tres puntos establecidos.	66
Tabla 5. Metodología y lugar de determinación del ICA-NSF	74
Tabla 6 Clasificación de la calidad del agua	76
Tabla 7. VALORES DE MAGNITUD E IMPORTANCIA.....	79
Tabla 8. Valores del ICA-NSF en las cinco meses de monitoreo de las diferentes zonas de muestreo.....	84
Tabla 9 COMPARACION CON LOS VALORES DEL 26-OCT-2016 CON LOS QUE EXIGE LA NORMATIVA TULSMA PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMESTICO.....	95
Tabla 10. COMPARACION CON LOS VALORES DEL 23-NOV-2016 CON LOS QUE EXIGE LA NORMATIVA TULSMA PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMESTICO.....	96
Tabla 11 COMPARACION CON LOS VALORES DEL 14-DIC-2016 CON LOS QUE EXIGE LA NORMATIVA TULSMA PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMESTICO.....	97
Tabla 12 COMPARACION CON LOS VALORES DEL 11-ENE-2017 CON LOS QUE EXIGE LA NORMATIVA TULSMA PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMESTICO.....	98
Tabla 13 COMPARACION CON LOS VALORES DEL 25-ENE-2017 CON LOS QUE EXIGE LA NORMATIVA TULSMA PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMESTICO.....	99
Tabla 14 COMPARACION CON LOS VALORES DEL 1-FEB-2017 CON LOS QUE EXIGE LA NORMATIVA TULSMA PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMESTICO.....	100
Tabla 15 COMPARACIÓN CON LOS VALORES DEL 9-FEB-2017 CON LOS QUE EXIGE LA NORMATIVA TULSMA PARA AGUAS DE	



CONSUMO HUMANO Y USO DOMESTICO.....	101
Tabla 16 Comparación de valores del 26-Oct-2016 con los límites máximos permisibles del TULSMA para aguas aptas para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.	102
Tabla 17 Comparación de valores del 26-Nov-2016 con los límites máximos permisibles del TULSMA para aguas aptas para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.	103
Tabla 18 Comparación de valores del 14-DIC-2016 con los límites máximos permisibles del TULSMA para aguas aptas para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.	104
Tabla 19 Comparación de valores DEL 11-ENE-2017 con los límites máximos permisibles del TULSMA para aguas aptas para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.	105
Tabla 20 Comparación de valores del 25-ENE-2017 con los límites máximos permisibles del TULSMA para aguas aptas para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.	106
Tabla 21 Comparación de valores del 1-FEB-2017 con los límites máximos permisibles del TULSMA para aguas aptas para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.	107
Tabla 22 Comparación de valores del 9-FEB-2017 con los límites máximos permisibles del TULSMA para aguas aptas para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.	108
Tabla 23 Analisis actividad-valoracion de impactos.....	113
Tabla 24 Relación de los parámetros físicos, químicos y biológicos del ICA-NSF con los impactos ambientales producidos en la subcuenca alta del río Collay.....	116



Tabla 25 Recomendaciones ligadas a las actividades antrópicas desarrolladas en la subcuenca alta del Collay.	123
---	-----

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Embalse Mazar.....	26
Ilustración 2. Indica la zona donde se encuentra el área de bosque y vegetación protectora de la mancomunidad del Collay.....	28
Ilustración 3. La fotografía muestra el área de Bosque protector del Collay.	29
Ilustración 4. Zona alta del río Collay.....	29
Ilustración 5. Ubicaciones de la Subcuenca del Collay y río Collay.	31
Ilustración 6. Mapa de zonas vulnerables a afecciones por acciones antrópicas a fuentes hídricas.	33
Ilustración 7. Zona alta de la subcuenca del Collay utilizada para potreros.	34
Ilustración 8. Quema de vegetación en la zona alta de la subcuenca del Collay.....	35
Ilustración 9. Mapa general de división de microcuencas del Paute.....	36
Ilustración 10: Curvas de función de los nueve parámetros del índice de calidad de agua ICA-NSF	42
Ilustración 11 Curva de función correspondiente a los Coliformes Fecales.	43
Ilustración 12 Curva de función correspondiente al pH.....	44
Ilustración 13 Curva de función correspondiente al DBO ₅	44
Ilustración 14 Curva de función correspondiente a los Nitratos	45
Ilustración 15 Curva de función correspondiente a los Fosfatos.....	45
Ilustración 16 Curva de función de la Temperatura.	46
Ilustración 17 Curva de función correspondiente a la Turbidez.	46
Ilustración 18 Curva de función de los Sólidos Disueltos Totales.	47
Ilustración 19 Curva de función correspondiente al OD.....	48
Ilustración 20 Vegetación de la zona de alta de la subcuenca del Collay.	56



Ilustración 21 Fauna de la zona alta de la Subcuenca del Collay.	57
Ilustración 22 Paisaje de la zona alta de la subcuenca del Collay.	58
Ilustración 23 Actividades socioculturales desarrolladas en la Iglesia de Cristo Rey.	59
Ilustración 24 Mapa de los tres puntos seleccionados en la subcuenca del río Collay para el muestreo.	63
Ilustración 25 Punto de muestreo uno zona alta de la subcuenca del río Collay.	64
Ilustración 26 Punto de muestreo dos zona media de la subcuenca del río Collay.	64
Ilustración 27 Punto de muestreo tres zona baja de la subcuenca del río Collay.	64
Ilustración 28 Distribución temporal de precipitación para la cuenca del Paute.	65
Ilustración 29 Ruta para el transporte de muestras: subcuenca del Collay-Cantón El Pan-Cantón Guachapala-Cantón Paute-Cantón Cuenca-Universidad de Cuenca-laboratorio de Sanitaria.	67
Ilustración 30 Equipos y materiales de campo.	68
Ilustración 31 Envases plásticos para la toma y transporte de muestras de agua.	68
Ilustración 32 Envases de vidrio para la toma y transporte de muestras.	69
Ilustración 33 Hielera para preservar y transportar las muestras de agua.	69
Ilustración 34 libreta de apuntes para anotar datos en campo.	70
Ilustración 35 Uso de botas de caucho para acceso a la toma de muestras.	70
Ilustración 36 GPS Garmin utilizado para registrar.	71
Ilustración 37 GPS y Oxímetro utilizado para la toma de datos in-situ. ...	71
Ilustración 38 Instrumento para medir el pH en el agua.	72
Ilustración 39 Equipo medidor de turbidez.	72
Ilustración 40 Espectrómetro para determinar la presencia de nutrientes en el agua.	73
Ilustración 41 Estufa digital para secar muestras de agua.	73



Ilustración 42 Matriz de Leopold	78
Ilustración 43 Relacion actividad-valoracion de imapacto.....	80
Ilustración 44 Relacion actvidad antrópica-parámetro de calidad del agua- impacto ambiental.....	81

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 variabilidad de los resultados del ICA-NSF en los tres puntos de estudio del río Collay.	84
Gráfico 2 Variabilidad de la temperatura en las tres zonas de muestreo.	85
Gráfico 3 Variabilidad de la turbiedad en las tres zonas de muestreo. ...	86
Gráfico 4 Variabilidad de el Oxigeno Disuelto en las tres zonas de muestreo.....	87
Gráfico 5 Variabilidad del pH en las tres zonas de muestreo	88
Gráfico 6 Variabilidad de los Fosfatos en las tres zonas de muestreo.....	89
Gráfico 7 Variabilidad del Nitrato en las tres zonas de muestreo	90
Gráfico 8 Variabilidad de los Solidos Disueltos Totales en las tres zonas de muestreo.....	91
Gráfico 9 Variabilidad de la DBO en las tres zonas de muestreo	92
Gráfico 10 Variabilidad de los Coliformes Fecales en las tres zonas de muestreo.....	93

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Tabla 1 del Libro VI Anexo 1 del TULSMA.....	136
Anexo 2. Tabla 3 del Libro VI Anexo 1 del TULSMA.....	140
Anexo 3. Resultados de laboratorio correspondientes al 26 de Octubre del 2016.....	142
Anexo 4. Resultados de laboratorio correspondientes al 23 de Noviembre del 2016.....	143
Anexo 5. Resultados de la boratorio correspondientes al 14 de Diciembre del 2016.....	144
Anexo 6. Resultados de la boratorio correspondientes al 11 de Enero del 2017.....	145
Anexo 7. Resultados de la boratorio correspondientes al 25 de Enero del 2017.....	146
Anexo 8. Resultados de la boratorio correspondientes al 01 de Febrero del 2017.....	147



Anexo 9. Resultados de la boratorio correspondientes al 09 de Febrero del 2017.....	148
Anexo 10. Santiago Álvarez y Sebastian Matute, autores del presente proyecto técnico.....	149
Anexo 11. Paiseja a las orillas del Río Collay en la zona alta.	150
Anexo 12. Alteracion en la zona alta por quemas de bosque nativo.	150
Anexo 13. Uso de oxímetro en el puntp 2 de muestreo (zona media). .	151
Anexo 14. Uso del oxímetro en el punto 3 (zona baja).	151
Anexo 15. Recoleccion de la muestra para su posterior homogenización.	152
Anexo 16. Consejoal del Canton El Pan, Guardabosques del la Mancomunidad del Collay y Santiago Álvarez en el primer monitoreo. .	152
Anexo 17. Ruta de acceso al punto 1 de monitoreo (zona alta).....	153



CLÁUSULAS DE DERECHOS DE AUTOR

UNIVERSIDAD DE CUENCA



CLÁUSULAS DE DERECHOS DE AUTOR

Álvarez Marín Santiago José, autor del Proyecto Técnico "DIAGNÓSTICO DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO COLLAY PARA SU USO COMO UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LA CONSERVACIÓN HÍDRICA DEL EMBALSE MAZAR", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero Ambiental. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor

Cuenca, junio del 2017

Álvarez Marín Santiago José

C.I:0105172233



Matute Blandin Jaime Sebastián, autor del Proyecto Técnico "DIAGNÓSTICO DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO COLLAY PARA SU USO COMO UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LA CONSERVACIÓN HÍDRICA DEL EMBALSE MAZAR", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero Ambiental. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor

Cuenca, junio del 2017


Matute Blandin Jaime Sebastián
C.I:0106461130



CLÁUSULAS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

UNIVERSIDAD DE CUENCA



CLÁUSULAS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Álvarez Marín Santiago José, autor del Proyecto Técnico "DIAGNÓSTICO DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO COLLAY PARA SU USO COMO UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LA CONSERVACIÓN HÍDRICA DEL EMBALSE MAZAR", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, junio del 2017

Álvarez Marín Santiago José

C.I.0105172233



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Matute Blandin Jaime Sebastián, autor del Proyecto Técnico "DIAGNÓSTICO DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO COLLAY PARA SU USO COMO UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LA CONSERVACIÓN HÍDRICA DEL EMBALSE MAZAR", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, junio del 2017

Matute Blandin Jaime Sebastián

C.I.:0106461130

SANTIAGO ALVAREZ
SEBASTIAN MATUTE

17



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos principalmente a Dios por darnos la oportunidad de llegar a cumplir nuestras metas académicas.

Agradecemos a la empresa estatal CELEC-EP por el apoyo brindado para realizar el presente documento. De manera muy especial al Ing. Pedro Alvarado por brindarnos la confianza y su apoyo incondicional de inicio a fin en la realización de este proyecto técnico.

También a nuestra directora de tesis Ing. María Dolores Tonon, por brindarnos parte de su tiempo y conocimiento quien con su visión crítica fue guía fundamental para culminar el proyecto.



DEDICATORIAS

SANTIAGO JOSE ALVAREZ MARIN

Quiero dedicar primeramente a Dios, el me lleno de sabiduría para tomar decisiones correctas, también de manera especial a mis padres queridos que me demostraron que lo imposible es cuestión de ganas y tiempo, a todos mis familiares y amigos que me aconsejaron y apoyaron en esta ruta universitaria, a mis abuelitos NICOLAS(+) Y JULIA(+) quienes lastimosamente no se encuentran conmigo pero desde cualquier parte que se encuentren yo sé que se sienten felices al verme realizado como una persona de bien y respeto.

“El único modo de hacer un gran trabajo es amar lo que haces. Si no lo has encontrado todavía, sigue buscando. No te acomodes. Como con todo lo que es propio del corazón, lo sabrás cuando lo encuentres.” Steve Jobs

JAIME SEBASTIAN MATUTE BLANDIN

El presente documento lo dedico principalmente a mi familia, de manera muy especial a mis abuelitos Jaime, Martha y Dioselina (+) quienes son un pilar fundamental en mi vida y constantemente persisten en hacer de mí una mejor persona. También a mis tíos Omar y Jenny quienes depositaron desinteresadamente su confianza plena en mí, brindándome apoyo y amor incondicional, a mis hermanos Pablo y Fátima que contagian mi vida de alegría y la llenan compartiendo su tiempo conmigo, a mis padres Jaime y Ximena por darme el regalo más preciado, la oportunidad de disfrutar de los maravillosos misterios que trae consigo la vida.

Además dedico este trabajo a todos mis amigos ellos son la clave para enfrentar cualquier circunstancia, siempre que sea para bien estaré ahí para ayudarlos, apoyarlos con el granito de arena que puedo aportar.

Una persona no puede directamente escoger sus circunstancias, pero si puede escoger sus pensamientos e indirectamente -y con seguridad- darle forma a sus circunstancias. (James Allen)



INTRODUCCIÓN

La contaminación de los recursos hídricos tiene un origen natural o antrópico; las actividades antrópicas, causan impactos en los recursos hídricos, es importante identificar qué actividades generan un mayor impacto ambiental negativo o positivo como también diagnosticar el estado de un cuerpo de agua conociendo su calidad, para así poder mitigar y conservar de manera adecuada los recursos hídricos. La subcuenca del río Collay es parte de una zona protegida, no se ha determinado la calidad de su agua, además se tiene un pobre conocimiento de los impactos ambientales causados por fuentes naturales y antropogénicas relacionadas con actividades que se llevan a cabo en zonas aledañas al río, lo que causa una degradación de la calidad del agua. (*EL PÁRAMO, 2010*).

Los estudios hidrológicos realizados para el desarrollo integral del Proyecto Hidroeléctrico Paute o Cola de San Pablo, se iniciaron en la década de los sesenta, se disponen de registros históricos de 50 años, sin embargo los datos recopilados no contienen registros de parámetros de calidad de agua, mucho menos en el río Collay. La empresa CELEC EP, tiene el objetivo de monitorear la calidad de agua del sistema de generación eléctrica “Paute Integral”, como una estrategia básica para un manejo sustentable de los recursos hídricos. Es así que la empresa decide monitorear la calidad del agua del río Collay, permitiendo dar cumplimiento a sus objetivos como empresa encargada de la conservación del recurso hídrico. (*Gutiérrez & Sigüencia, 2014*).

A rededor del mundo existen diferentes índices de calidad de agua (ICA), entre los cuales los más destacados son: el ICA-NSF desarrollado por Brown en el año de 1970 y el de Dinius desarrollado en el año de 1987, el ICA-NSF es sumamente usado para la caracterización de los ríos de Sudamérica en países como Chile, Perú y Colombia, además toma en consideración niveles de oxígeno, características físicas y aspectos de salud, caracterizando 9 parámetros (coliformes fecales, pH, DBO5, NO₃, PO₄, temperatura, turbidez, OD y Sólidos disueltos totales.). (*Samboni et al., 2007*), tomando en cuenta estas consideraciones para el presente



proyecto se optó por utilizar el índice de calidad de agua ICA-NSF.

Existen diferentes herramientas para evaluar impactos ambientales entre estas tenemos la matriz de interacciones de Leopold y el método de Batelle-Columbus. Para este estudio se optó por la matriz de Leopold, dado que esta permite evaluar de manera simple los potenciales impactos ambientales generados por diferentes causas.

El aporte del presente proyecto técnico, es obtener un primer estudio de la calidad de agua del río Collay, efectuado en un período representativo que incluye las distintas condiciones climatológicas. También aportara con medidas de mitigación obtenidas a base de la identificación y valoración de impactos ambientales relacionadas con actividades antrópicas que se desarrollan en la zona alta del río Collay,

OJETIVOS

Objetivo General

- ✓ Realizar un Diagnóstico de la calidad de agua del río Collay para su uso como una herramienta de gestión ambiental en la conservación hídrica del embalse Mazar.

Objetivo Especifico

- ✓ Realizar la caracterización física, química y biológica del río Collay en tres puntos determinados previamente.
- ✓ Comparar los resultados de los parámetros físicos, químicos y biológicos, con la normativa vigente del Ecuador de calidad del agua (TULSMA, LIBRO VI ANEXO 1).
- ✓ Determinar el índice de calidad de agua utilizando la técnica ICA-NSF.
- ✓ Utilizar la Matriz de identificación y valoración de Leopold para evaluar las actividades antrópicas desarrolladas en la zona alta de la subcuenca del río Collay , así mismo relacionarlos con los parámetros físicos químicos y biológicos del ICA-NSF señalando el impacto ambiental que generan estas acciones.



CAPÍTULO 1

CONTENIDO TEÓRICO

1.1 EMPRESA PÚBLICA ESTRATEGICA CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR CELEC EP

- 1.1.2 Descripción general.
- 1.1.3 Reseña histórica.
- 1.1.4 Complejo Hidroeléctrico Paute Integral.
- 1.1.5 Embalse Mazar.
- 1.1.6 Calidad ambiental.
- 1.1.7 Convenio con la Mancomunidad del Collay.

1.2 MANCOMUNIDAD DEL COLLAY: PARA LA CONSERVACIÓN Y MANEJO DEL BOSQUE Y VEGETACIÓN PROTECTORA COLLAY.

- 1.2.1 Descripción y objetivo general.

1.3 SUBCUENCA DEL RÍO COLLAY

- 1.3.1 Ubicación y descripción de la zona de estudio
- 1.3.2 Calidad del agua.
- 1.3.3 Uso de suelo en la zona alta de la Subcuenca del Collay.
- 1.3.4 Importancia de la conservación en la microcuenca hidrográfica del Collay.

1.4 DESCRIPCIÓN DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL DEL ECUADOR APLICABLE EN EL PROYECTO.

- 1.4.1 Constitución Ecuatoriana.
- 1.4.2 Texto Unificado Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), libro VI Anexo 1.
- 1.4.3 Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua.
- 1.4.4 Ley de Gestión Ambiental.
- 1.4.5 Protección, recuperación y conservación de fuentes de agua.

1.5 INDICE DE CALIDAD DE AGUA.

- 1.5.1 Descripción general de un índice de calidad de agua.
- 1.5.2 Antecedentes del índice de calidad de agua (ICA) en general.
- 1.5.3 Índice de Calidad de Agua (ICA) de la National Sanitation Foundation de Estados Unidos (NSF).
- 1.5.4 Reseña histórica de las curvas de función.
- 1.5.5 Descripción de las curvas de función de los nueve parámetros del (ICA-NSF).



1.5.6 PARÁMETROS DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ICA-NSF.

1.6 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES UTILIZANDO LA MATRIZ DE LEOPOLD PARA EVALUAR ACTIVIDADES ANTRÓPICAS DESARROLADAS EN LA ZONA ALTA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO COLLAY.

1.6.1 Impactos ambientales.

1.6.2 Matriz de Leopold.

1.6.3 Situación ambiental actual.

1.6.4 Dictamen ambiental.

1.6.5 Factores del medio ambiente.

1.6.5.1 MEDIO FÍSICO:

1.6.5.2 MEDIO BIÓTICO:

1.6.5.3 MEDIO PERCEPTUAL

1.6.5.4 MEDIO SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL:



CAPÍTULO 1

1. CONTENIDO TEÓRICO

1.1 EMPRESA PÚBLICA ESTRATEGICA CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR CELEC EP

1.1.2 Descripción general.

Es una empresa pública encargada de provisionar energía eléctrica, se fundamenta en diferentes principios de obligación, generalidad, responsabilidad, accesibilidad y calidad. Además, como empresa estatal encargada de la generación eléctrica realiza cuatro actividades principales:

1. La generación, transmisión, distribución, comercialización, importación y exportación de energía eléctrica
2. Asociarse con personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, públicas, mixtas o privadas, para ejecutar proyectos relacionados con su objeto social en general.
3. Participar en asociaciones, institutos o grupos internacionales dedicados al desarrollo e investigación científica y tecnológica, en el campo de la construcción, diseño y operación de obras de ingeniería eléctrica.
4. Investigaciones científicas o tecnológicas y de desarrollo de procesos y sistemas y comercializarlos. (CELEC EP, 2015)

1.1.3 Reseña histórica.

El 13 de Enero de 2009 mediante escritura pública se da origen a CELEC S.A fusionando las empresas HIDROPAUTE S.A., HIDROAGOYAN S.A., ELECTROGUAYAS S.A., TERMOESMERALDAS S.A., TERMOPICHINCHA S.A. y TRANSELECTRIC S.A.

La Empresa Pública Estratégica Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP, fue creada el 14 de Enero de 2010 respondiendo al Suplemento del



Registro Oficial No. 48 de 16 de octubre de 2009, asumiendo todos los derechos y obligaciones de CELEC S.A. e HIDRONACION S.A.

1.1.4 Complejo Hidroeléctrico Paute Integral.

En las provincias del Azuay, Cañar y Morona Santiago se desarrolla el Complejo Hidroeléctrico Paute Integral, conformado por Mazar, Molino, Sopladora y Cardenillo, cuatro centrales en cascada que aprovecharán el agua de la cuenca del río Paute para generar energía limpia y así contribuir al cambio de la matriz energética del Ecuador. (CELEC EP, 2015)

Ilustración 1, podemos observar la ubicación del Complejo Hidroeléctrico Paute Integral, conformado por las centrales de generación eléctrica Mazar-Molino-Sopladora-Cardenillo.

Ilustración 1. Mapa del Complejo Hidroeléctrico Paute Integral



Fuente: (CELEC EP, 2015)

1.1.5 Embalse Mazar.

Está ubicado al sur-este del Ecuador sobre los límites de las Provincias de Azuay y Cañar, a 105 Km de la vía Cuenca-Paute-Guarumales-Méndez, entre las cotas altitudinales de 2 008 a 2 400 msnm. (CELEC EP, 2015)

Ilustración 2, se muestra una fotografía capturada desde la parte frontal del embalse Mazar.

Ilustración 2. Embalse Mazar



Fuente: (Autores, 2017)

1.1.6 Calidad ambiental.

CELEC EP, se compromete a distribuir la energía eléctrica de una manera eficaz y eficiente, respondiendo a la demanda y necesidad energética de la nación y promoviendo su desarrollo sostenible, de esta manera el proceso de Calidad Ambiental, en toda actividad desplegada por la Unidad de Negocio HIDROPAUTE, pretende prevenir y minimizar la contaminación, manteniendo los niveles óptimos de calidad del agua, del aire y del suelo exigidos por las normas y disposiciones, es así que se realiza también la Gestión integral de desechos en cuerpos de agua. El río Paute y Collay traen consigo basura orgánica e inorgánica en sus aguas, esto aumenta en épocas invernales ya que la capacidad de arrastre de los ríos aumenta con su caudal, siendo necesario trabajar constantemente en la remoción de desechos, evitando así la contaminación del agua, aire y suelo.



1.1.7 Convenio con la Mancomunidad del Collay.

Con el fin de aportar en el desarrollo de la Mancomunidad del Collay, se comprometió a cofinanciar la ejecución del proyecto “Protección y conservación de fuentes hídricas a través de mecanismos de promoción y control ambiental” con el objetivo general de “Contribuir en la conservación de los ecosistemas del Área de Bosque y Vegetación Protectora del Collay para apoyar a mantener la estabilidad del caudal de sus fuentes de agua y de la conservación de la biodiversidad”,

1.2 MANCOMUNIDAD DEL COLLAY: PARA LA CONSERVACIÓN Y MANEJO DEL BOSQUE Y VEGETACIÓN PROTECTORA COLLAY.

1.2.1 Descripción y objetivo general.

Entre los años 2008-2009 nace esta mancomunidad, encabezada por los GADs municipales de Sevilla de Oro, El Pan y Santiago de Méndez, mediante acuerdo ministerial No. 0292 publicado con el suplemento al registro oficial No. 255 de fecha 22 de Agosto de 1985, se nombró área de bosque y vegetación protectora del Collay con una superficie de 7.955 hectáreas. Tiene como objetivo principal proteger, conservar y restaurar los ecosistemas enfocándose en los recursos naturales, vegetación y bosque, para fortalecer programas, proyectos y servicios ambientales a ejecutarse de forma integral.

La Ilustración 3, muestra de color verde la zona de área de bosque y vegetación protectora (ABVP) de la mancomunidad Collay con sus principales ríos circundantes entre los cuales se encuentra el río Collay.



Ilustración 3. Indica la zona donde se encuentra el área de bosque y vegetación protectora de la mancomunidad del Collay.



Fuente:(Mancomunidad del Collay, 2017).

Ilustración 4, la fotografía indica la señalética colocada dentro del área de bosque y vegetación protectora (ABVP) del Collay.

Ilustración 4. La fotografía muestra el área de Bosque protector del Collay.



Fuente:(Autores, 2017)

Ilustración 5, en esta fotografía se aprecia la zona alta del río Collay.

Ilustración 5. Zona alta del río Collay



Fuente:(Autores, 2017)



1.3 SUBCUENCA DEL RÍO COLLAY

1.3.1 Ubicación y descripción de la zona de estudio.

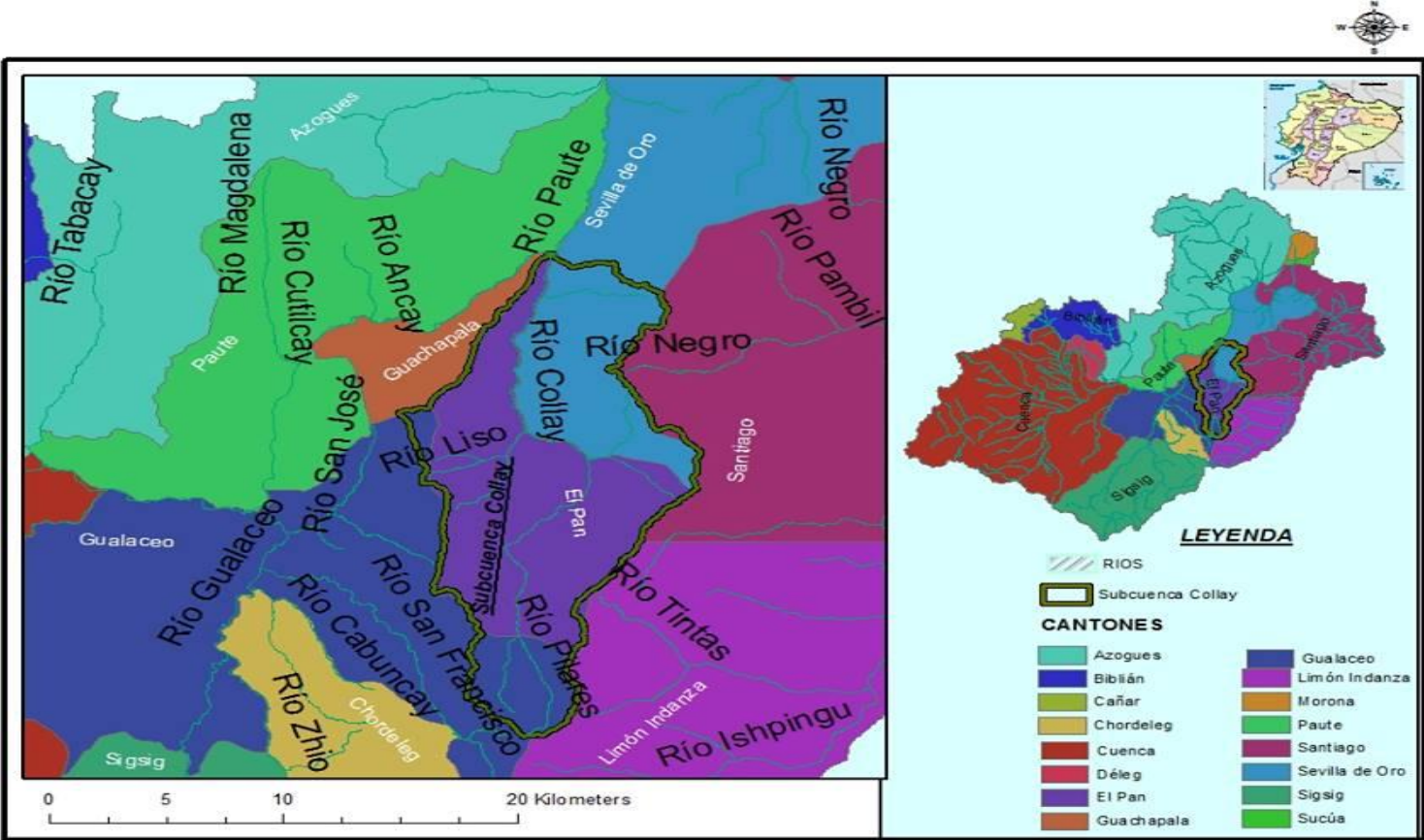
El Río Collay es un río de montaña y se encuentra ubicado en la provincia del Azuay, en la parroquia san Vicente del cantón el Pan, en la parroquia Palmas y parroquia urbana del cantón Sevilla de Oro. La subcuenca del río Collay se extiende, por el área de bosque protector del Collay que se encuentra ubicada en la cuenca media del río Paute, incluye un relieve con pendientes entre 0 a 80 grados de inclinación, su altitud comprende entre los 2680 y 3882 m.s.n.m. La mayor altura se encuentra en la unión de los ríos Trenzas, Maylas y Collay chico denominados "pata de gallina" por dicha unión, dando inicio al río Collay. Las actividades principales que brinda este río, son la provisión de agua para consumo humano, agrícola y ganadero, que aprovechan pobladores locales y organizaciones comunitarias aledañas. (*Gutiérrez & Sigüencia, 2014*).

En la ilustración 6, podemos observar el mapa de las ubicaciones de la subcuenca del Collay y la del río Collay haciendo visible los cantones que atraviesa y el área por la que está influenciada.



Ilustración 6. Ubicaciones de la Subcuenca del Collay y río Collay.

UBICACIÓN DE LA SUBCUENCA DEL COLLAY - RÍO COLLAY



Elaborado por:(Autores, 2017)



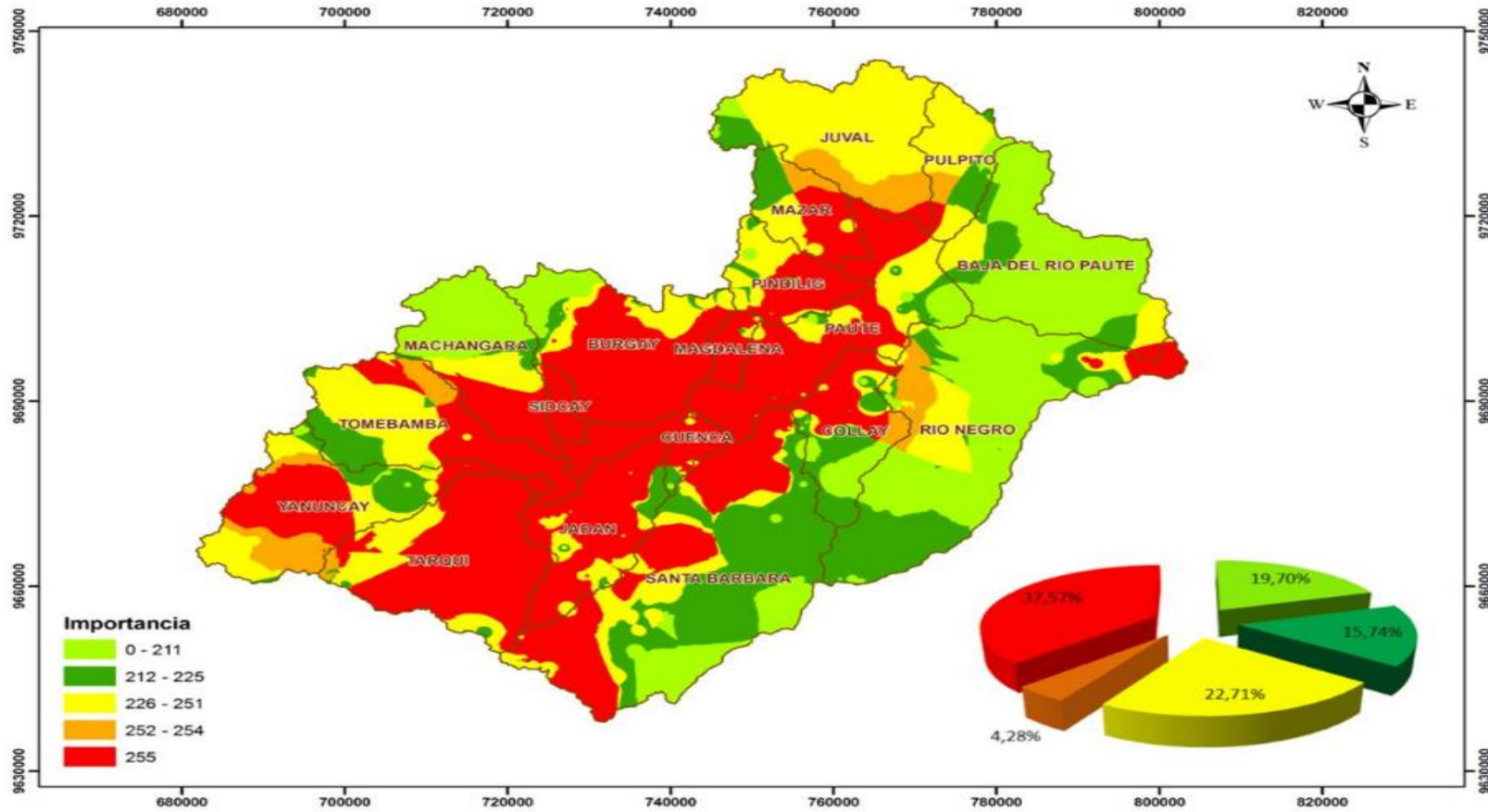
1.3.2 Calidad del agua.

El deterioro de la calidad del agua es un problema ambiental a nivel mundial, todos los días se vierten residuos de contaminantes antrópicos a los cuerpos de agua de los ríos. La calidad del agua en la zona estudiada está afectada por actividades humanas, entre las principales: agricultura, ganadería y vertido de aguas grises y negras. Las acciones de estas actividades provocan que el agua del río Collay pierda sus características físicas, químicas y biológicas.

Ilustración 7, mapa de Zonas vulnerables por acciones antrópicas cerca de fuentes hídricas y cuerpos de agua (lagunas, ríos, ciénagas, etc.), para conservar la cantidad y calidad del recurso hídrico. Las subcuencas prioritarias de intervención son: Tarqui, Santa Bárbara, Burgay, Paute, Jadán y Yanuncay y Collay (UDA, 2011). Observamos que la subcuenca del Collay se encuentra en una importancia entre baja y muy alta, indicando que las acciones humanas tienen un alto grado de influencia directa hacia la zona hídrica, asimismo el Mapa describe los rangos de importancia entre los siguientes colores:

- Verde: importancia muy baja.
- Verde oscuro: importancia baja.
- Amarillo: importancia media.
- Tomate: importancia alta.
- Rojo: importancia muy alta.

Ilustración 7. Mapa de zonas vulnerables a afecciones por acciones antrópicas a fuentes hídricas.



Fuente:(UDA, 2011).

1.3.3 Uso de suelo en la zona alta de la Subcuenca del Collay.

Los conflictos debido al uso del suelo están relacionados principalmente con las actividades que realiza la población local, ya que desconocen de manera exacta los límites que pueden definir el área de vegetación y bosque, haciendo de los mismos un uso indiscriminado. (Manson, 2004)

Las principales causas de deterioro del suelo es debido a su sobreutilización, causada principalmente por actividades agro productivas en zonas de fuerte pendiente, (Laguna, 1993), el fertilizantes convencionales (nitrogenados, fosfóricos y potásicos etc.), los cuales desestabilizan la descomposición natural de la materia orgánica, evitando así que el suelo cumpla su función de fertilidad; también está afectado por quemas innecesarias de origen antrópico y junto con esto la deforestación para dar cabida a actividades de pastoreo y cultivos que crecen de manera exagerada; a la vez todos estos conflictos se originan por la escasez de conocimientos sobre el manejo adecuado del suelo. (Henríquez & Azócar, 2006).

Ilustración 8, podemos apreciar que en la zona alta de la subcuenca del Collay se realizan actividades de ganadería, para lo cual los habitantes crean zonas de potreros.

Ilustración 8. Zona alta de la subcuenca del Collay utilizada para potreros.



Fuente: (Autores, 2016)

Ilustración 9, indica parte de la vegetación de la zona alta de la subcuenca del Collay se encuentra quemada, para realizar actividades agrícolas.

Ilustración 9. Quema de vegetación en la zona alta de la subcuenca del Collay.



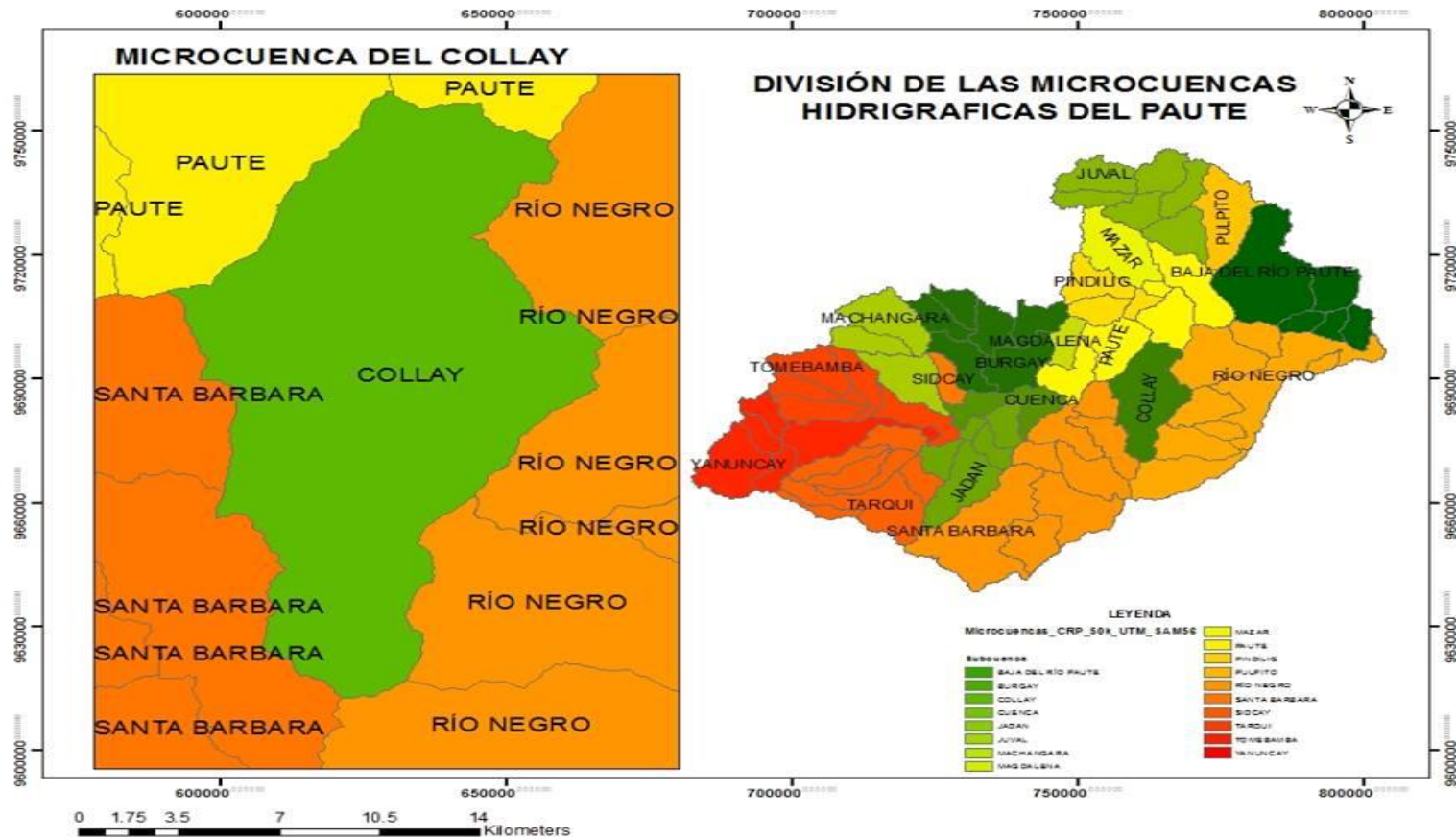
Fuente:(Autores, 2016)

1.3.4 Importancia de la conservación en la microcuenca hidrográfica del Collay.

Debido al valor e importancia del recurso hídrico en zonas de alta montaña, la protección y conservación cumplen un papel muy importante; ya que desempeña una función de servicio ambiental directo. (Miller, 2002). Por tal motivo todos los programas, planes y proyectos deben estar dirigidos a la conservación en zonas estratégicas. Se propone también que zonas destinadas a la conservación hídrica tengan un programa que gestione la menor intervención humana, es decir anular las quemas de vegetación y el sobrepastoreo para que el ecosistema cumpla y pueda desempeñar su condición natural. (Agudo, 2001)

Ilustración 10, indica la microcuenca hidrográfica del Collay y la división de las microcuencas del Paute.

Ilustración 10. Mapa general de división de microcuencas del Paute.



Elaborado por:(Autores, 2017)



1.4 DESCRIPCIÓN DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL DEL ECUADOR APLICABLE EN EL PROYECTO.

1.4.1 Constitución Ecuatoriana.

La constitución del Ecuador apoya a la conservación y mejora de las condiciones ambientales, además de exigir la protección del agua; basándonos en estos principios de conservación y mejora; se busca analizar el Río Collay según los decretos ambientales de la legislación ecuatoriana, establecidos por la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua con el fin de realizar un adecuado manejo de su subcuenca y del uso de sus aguas. (*Pólit Montes de Oca & others, 2006*)

1.4.2 Texto Unificado Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), libro VI Anexo 1.

LEGISLACIÓN	DETALLES	ARTÍCULOS
<p>Texto unificado legislación secundaria del ministerio del ambiente(TULSMA)</p> <p>Decreto No. 3399 publicado en el registro No. 725 del 16 de Diciembre del 2002.</p>	<p>Está compuesta por 9 libros:</p> <p>I De la Autoridad Ambiental</p> <p>II De la Gestión Ambiental</p> <p>III Del Régimen Forestal</p> <p>IV De la Biodiversidad</p> <p>V De los Recursos Pesqueros</p> <p>VI De la Calidad Ambiental</p> <p>VII Galápagos</p> <p>VIII ECORAE</p> <p>IX Derechos y Tasas de Servicios</p>	<p>Competente para el presente proyecto técnico: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA (TULSMA LIBRO VI ANEXO1).</p>



1.4.3 Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua.

LEGISLACIÓN	DETALLES	ARTÍCULOS
LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA. Objeto de ley.	El objeto de la presente Ley es garantizar el derecho humano al agua así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua, la gestión integral y su recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos, a fin de garantizar el sumak kawsay o buen vivir y los derechos de la naturaleza establecidos en la Constitución.	3

1.4.4 Ley de Gestión Ambiental.

LEGISLACIÓN	DETALLES	ARTÍCULOS
Ley de Gestión Ambiental Ley No. 37 de 30 de julio de 1999.	Hace referencia y se enfoca en la política ambiental, implica obligaciones y responsabilidades, sectores públicos y privados en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, inspecciones, sanciones en el área ambiental.	7,12,28,33,34,35,40



1.4.5 Protección, recuperación y conservación de fuentes de agua.

LEGISLACIÓN	DETALLES	ARTÍCULOS
<p>Protección, recuperación y conservación de fuentes.</p>	<p>El Estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios, son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de páramos así como la participación en el uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras, sin perjuicio de las competencias generales de la Autoridad Única del Agua de acuerdo con lo previsto en la Constitución y en esta Ley.</p> <p>Para los efectos de esta Ley, caudal ecológico es la cantidad de agua, expresada en términos de magnitud, duración, época y frecuencia del caudal específico y la calidad de agua expresada en términos de rango, frecuencia y duración de la concentración de parámetros que se requieren para mantener un nivel adecuado de salud en el ecosistema.</p>	<p>12,76</p>



1.5 INDICE DE CALIDAD DE AGUA.

1.5.1 Descripción general de un índice de calidad de agua.

Un índice de calidad de agua, consiste en una expresión simple de una combinación de diferentes parámetros, los cuales sirven para determinar la calidad de un cuerpo de agua, siendo este una herramienta comunicativa para transmitir dicha información. El índice puede ser representado por un número, rango, descripción verbal, símbolo o color; la ventaja de la obtención de un índice de calidad radica en la facilidad en la que la información puede ser interpretada. (*Amado Alvarez et al., 2006*)

1.5.2 Antecedentes del índice de calidad de agua (ICA) en general.

Los primeros en elaborar una metodología para calcular el ICA fueron Horton (1965) y Liebman (1969), los mismos se tomaron en consideración por las agencias de control y calidad del agua en los años setenta cuando los ICAs tomaron importancia en la evaluación del recurso hídrico, desde los años setenta se utiliza la técnica de investigación Delphi para crear índices de calidad de agua como fue el caso del Índice de Calidad de Agua de la National Sanitation Foundation (NSF) de Estados Unidos. (*Coello et al., 2015*).

1.5.3 Índice de Calidad de Agua (ICA) de la National Sanitation Foundation de Estados Unidos (NSF).

Se desarrolló en los años setenta y en la actualidad se utiliza para evaluar la calidad de los ríos a través del tiempo (*Wills & Irvine, 1996*). Para elaborarlo se seleccionaron 142 expertos en el tema, quienes optaron por utilizar la técnica de investigación Delphi basada en tres procesos.

En el primer paso, se probaron 35 parámetros de contaminación basándose en criterios profesionales, colectivos y de conocimiento del medio acuático, clasificadas en tres categorías en que los parámetros debían ser: “no incluido”, “indeciso” o “incluido”. A los que fueron



incluidos se les asigno un valor del 1 a 5 de acuerdo a su mayor o menor importancia, siendo 1 el valor más significativo. (Brown et al., 1970)

En el segundo paso, se evalúan las respuestas de los expertos, resultando ser nueve los parámetros de mayor importancia: oxígeno disuelto, coliformes fecales, pH, DBO5, nitratos, fosfatos, variación de temperatura, turbidez y sólidos totales.

Finalmente, a los parámetros de contaminación de calidad de agua se les agregaron pesos relativos de importancia (w_i) de acuerdo al uso del agua e importancia de los parámetros, en relación al riesgo que implica el aumento o disminución de su concentración.

En la tabla 1, se indica los nueve parámetros seleccionados de acuerdo a su importancia con su correspondiente peso relativo (w_i).

Tabla 1. PESOS RELATIVOS PARA CADA PARAMETRO DEL "ICA-NSF"

Parámetros	w_i	Importancia
Coliformes fecales	15%	Contaminación fecal: perjudicial para aguas de consumo humano.
PH	12%	Ayuda a estimar las condiciones para la vida acuática.
DBO5	10%	Materia orgánica biodegradable, restrictiva para aguas de consumo humano.
Nitratos	10%	Indica niveles de eutrofización
Fosfatos	10%	Indica niveles de eutrofización
Temperatura	10%	Su valor indica riesgos de contaminación en la vida acuática y consumo humano.
Turbidez	8%	Limitante para aguas de consumo humano.
Sólidos Disueltos Totales	8%	Limitante para aguas de consumo humano.
Oxígeno Disuelto	17%	Indica condiciones críticas para la vida acuática

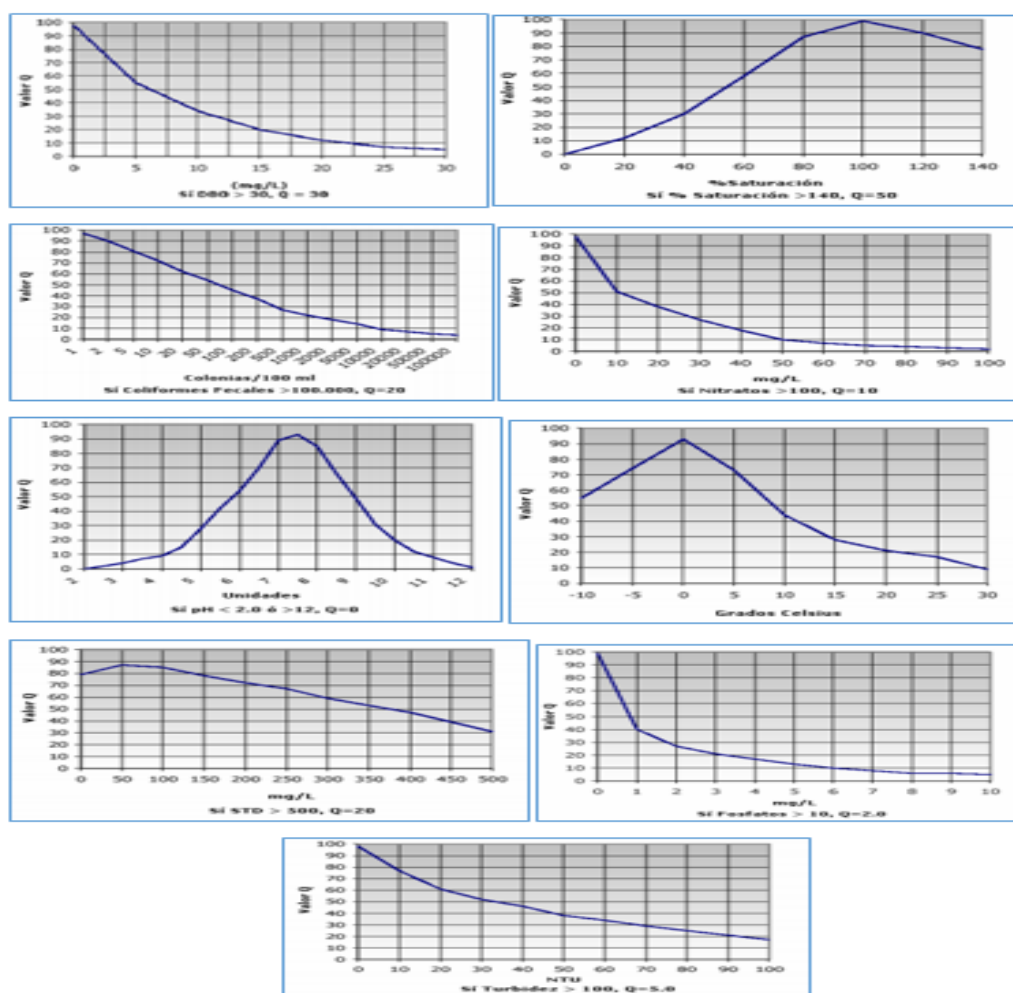
Fuente: (BROWN et al., 1970)

Consecutivamente, se desarrollaron las curvas de función para cada parámetro. Los subíndices de valoración de cada parámetro (Sub i) tuvieron un rango de 0 a 100 que fueron ubicados en las ordenadas y los diferentes niveles de cada parámetro expresado en su unidad correspondiente en las abscisas. (BROWN et al., 1970)

1.5.4 Reseña histórica de las curvas de función.

Cada investigador que participo en el desarrollo del ICA-NSF plasmó las curvas que según su opinión fueron las adecuadas para describir la variación de la calidad de agua en función de cada parámetro. Seguidamente, los investigadores promediaron todas las curvas para producir, de la misma manera, una curva promedio para cada contaminante. (BROWN *et al.*, 1970). Como se observa en la (**Ilustración 11**).

Ilustración 11: Curvas de función de los nueve parámetros del índice de calidad de agua ICA-NSF



Fuente: (BROWN *et al.*, 1970).

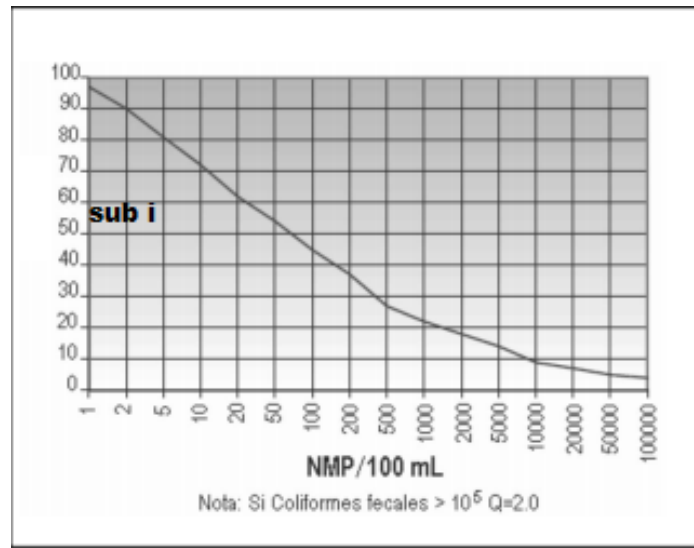
1.5.5 Descripción de las curvas de función de los nueve parámetros del (ICA-NSF).

Se presentan una serie de curvas de función para cada parámetro (i) que utiliza el ICA -NSF en el que encontraremos el valor de (Subi).

Coliformes Fecales:

Si los Coliformes fecales son superiores a 10^5 PM/100 mL el (Sub i) es igual a 2. Si el valor de Coliformes fecales es menor a 10^5 NPM /100 mL, buscar el valor en el eje de las (X) y en la **ilustración 12** se procede a interpolar el valor en el eje de las (Y). El valor encontrado es el (subi) de coliformes fecales. (Coello et al., 2015)

Ilustración 12 Curva de función correspondiente a los Coliformes Fecales.

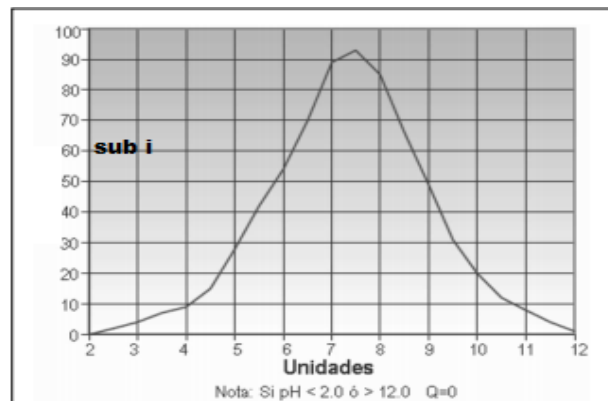


fuelle: (BROWN et al., 1970)

pH

Si el valor de pH es menor a 2 o mayor a 12 unidades el (Sub i) es igual a 0, Si el valor de pH esta fuera del rango establecido anteriormente, buscar en el valor en el eje de las (X) y en la **ilustración 13** se procede a interpolar el valor en el eje de las (Y). El valor encontrado es el (Subi) del pH.

Ilustración 13 Curva de función correspondiente al pH

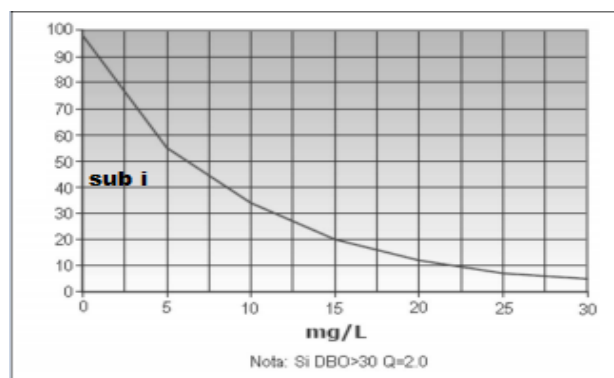


fuelle: (BROWN et al., 1970)

DBO₅

Si la DBO₅ es mayor de 30 mg/L el (Subi) es igual a 2. Si la DBO₅ es menor de 30 mg/L buscar el valor en el eje de (X) y en la **ilustración 14** se procede a interpolar el valor en el eje de las (Y). El valor encontrado es el (Subi) del DBO₅.

Ilustración 14 Curva de función correspondiente al DBO₅

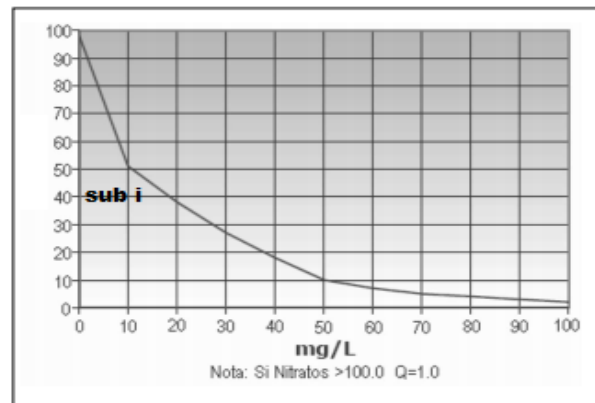


fuelle: (BROWN et al., 1970)

Nitratos.

Si el valor de los Nitratos es mayor a 100 mg/L el (Subi) es igual a 1, si es menor de 100 mg/L buscar el valor en el eje de las (X) y en la **ilustración 15** se procede a interpolar al valor en el eje de las (Y). El valor encontrado es el (Subi) de los nitratos.

Ilustración 15 Curva de función correspondiente a los Nitratos

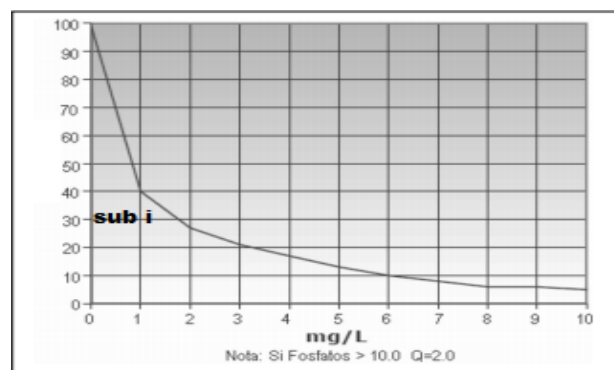


fuelle: (BROWN et al., 1970)

Fosfatos.

Si el valor de los Fosfatos es mayor a 10 mg/L el (Subi) es igual a 2, si es menor de 10 mg/L buscar el valor en el eje de las (X) y en la **ilustración 16** se procede a interpolar al valor en el eje de las (Y). El valor encontrado es el (Subi) de los fosfatos.

Ilustración 16 Curva de función correspondiente a los Fosfatos.

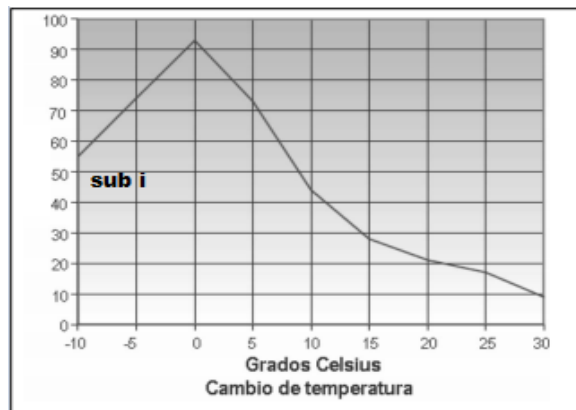


fuelle: (BROWN et al., 1970)

Temperatura.

Para la temperatura se debe realizar la diferencia entre la T° (temperatura) ambiente y la T° de la muestra. Si el valor resultante de esta diferencia es mayor a 15°C el (subi) es igual a 5, si es menor a 15°C , buscar el valor en el eje de las (X) y en la **ilustración 17** se procederá a interpolar al valor en el eje de las (Y). El valor encontrado es el (subi) de temperatura.

Ilustración 17 Curva de función de la Temperatura.

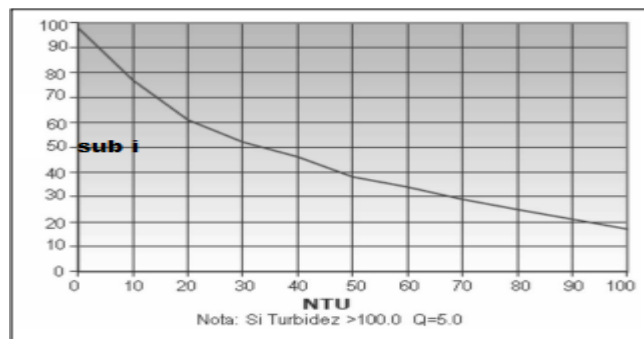


fuelle: (BROWN et al., 1970)

Turbidez

Si la Turbidez es mayor de 100 NTU el (Subi) es igual a 5, Si la Turbidez es menor de 100 NTU, buscar el valor en el eje de las (X) y se procede en la **ilustración 18** a interpolar para encontrar el valor en el eje de las (Y). El valor encontrado es el (Subi) de la turbidez.

Ilustración 18 Curva de función correspondiente a la Turbidez.

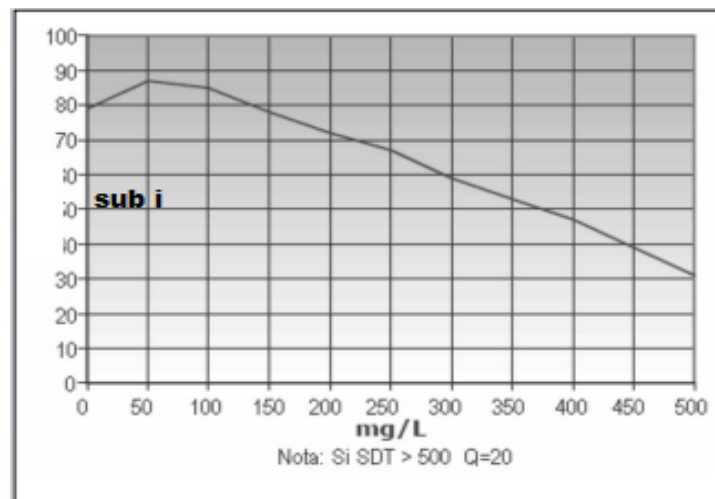


fuelle: (BROWN et al., 1970)

Sólidos Disueltos Totales.

Si el valor de los Sólidos disueltos Totales son mayores a 500 mg/L el (Subi) es igual a 20, si es menor de 500 mg/L, se debe buscar el valor en el eje de las (X) en **ilustración 19** se procede a interpolar para encontrar el valor en el eje de las (Y). El valor encontrado es el (Subi) de los Solidos Disueltos Totales.

Ilustración 19 Curva de función de los Solidos Disueltos Totales.



Fuente:(BROWN et al., 1970)

1.5.5.1 Oxígeno Disuelto.

Para el parámetro de Oxígeno Disuelto (OD) primero hay que calcular el porcentaje de saturación del OD en el agua. Para esto hay que identificar el valor de saturación de OD según la altura y temperatura del agua como se muestra en la **tabla 2**.



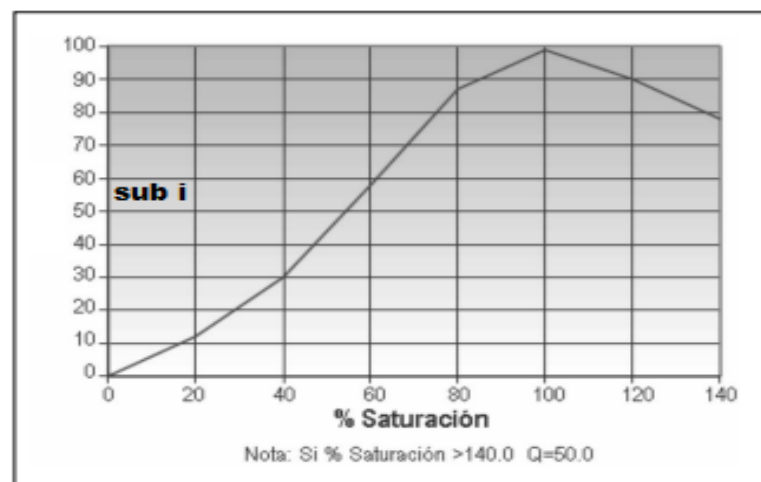
Tabla 2 Concentraciones del Oxígeno Disuelto a diferentes alturas y temperaturas

TEMPERATURA ° C											
ALTURA (m)	6	8	9	10	12	14	16	18	20	22	24
1900	10.34	9.8	9.31	8.86	8.44	8.06	7.7	7.38	7.07	6.79	6.52
2000	10.21	9.68	9.2	8.75	8.34	7.96	7.61	7.28	6.98	6.70	6.44
2100	10.08	9.56	9.08	8.64	8.23	7.86	7.51	7.19	6.89	6.61	6.35
2200	9.95	9.44	8.97	8.53	8.13	7.76	7.41	7.10	6.80	6.53	6.27
2300	9.83	9.32	8.85	8.42	8.02	7.66	7.32	7.01	6.72	6.44	6.19
2400	9.70	9.20	8.74	8.32	7.92	7.56	7.23	6.92	6.63	6.36	6.11
2500	9.58	9.09	8.63	8.21	7.82	7.47	7.13	6.83	6.54	6.28	6.03
2600	9.46	8.97	8.52	8.11	7.72	7.37	7.04	6.74	6.46	6.20	5.95
2700	9.34	8.86	8.42	8.00	7.63	7.28	6.95	6.66	6.38	6.12	5.88
2800	9.23	8.75	8.31	7.90	7.53	7.18	6.87	6.57	6.30	6.04	5.80
2900	9.11	8.64	8.20	7.80	7.43	7.09	6.78	6.49	6.22	5.96	5.72
3000	9.00	8.53	8.10	7.71	7.34	7.00	6.69	6.4	6.14	5.89	5.65
3100	8.88	8.42	8.00	7.61	7.25	6.91	6.61	6.32	6.06	5.81	5.58
3200	8.76	8.31	7.90	7.51	7.16	6.82	6.53	6.24	5.98	5.73	5.51

Fuente:(BROWN et al., 1970)

Si el % de Saturación de OD es mayor de 140% el (Subi) es igual a 50. Si el valor obtenido es menor del 140% de Saturación de OD buscar el valor en el eje de (X) y en la **ilustración 20** se procede a interpolar al valor en el eje de las (Y). El valor encontrado es el (Subi) de oxígeno disuelto.

Ilustración 20 Curva de función correspondiente al OD.



Fuente:(BROWN et al., 1970)



1.5.6 PARÁMETROS DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ICA-NSF.

El ICA-NSF, utiliza nueve parámetros con los cuales podemos determinar el análisis del índice de calidad de agua (ICA) y determinar el estado y calidad de un río (*Eugenia et al., 2007*). Medidos en las siguientes unidades:

1. Coliformes Fecales (NMP/100 mL)- Número más probable de coliformes por cada 100 mililitros de agua.
2. pH – unidades de potencial de Hidrogeno.
3. Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO5 en mg/ L)
4. Nitratos (NO₃ en mg/L).
5. Fosfatos (PO₄ en mg/L).
6. Variación de Temperatura (°C)-Grados Celsius.
7. Turbidez (NTU) –Unidad nefelométrica de turbidez.
8. Sólidos disueltos totales (mg/L).
9. Oxígeno disuelto (% saturación).

- **Coliformes Fecales**

Las bacterias presentes en el curso de agua, también son tomadas en cuenta para la determinación de la calidad del agua ya que generan varias enfermedades gastrointestinales en los seres humanos; una de las más distinguidas es la bacteria *Escherichia coli* en aguas contaminadas por materia fecal. (*Molina & Brenes, 2010*)

- **pH**

Un pH óptimo en el agua garantiza el desarrollo adecuado para la vida en este medio. El pH o potencial de hidrogeno es una medida de la concentración de iones hidrogeno y mide la acidez en el agua en un rango de 0 a 14, siendo 7 el valor neutro, los valores menores a 7 son ácidos y los mayores a 7 se consideran base. Para el caso del agua natural el pH adecuado oscila entre los 6,5 a 9; la mayoría de especies de animales y plantas se han adaptado a la vida acuática en un pH específico, resultando crítico un pH por debajo de 4 o por encima de los 10 ya que mataría a la mayoría de peces, además muy pocos animales toleran aguas con un pH



inferior a 5 o por encima de los 11. (PEÑA *et al.*, 2006)

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días**

Se utiliza para obtener una medida de la materia orgánica biodegradable, lo que significa una medida cuantitativa de la contaminación del agua por materia orgánica. Este valor se obtiene a través de una prueba que genera el valor de oxígeno necesario para degradar la materia orgánica en un lapso de tiempo; en este caso 5 días en condiciones aerobias y a una temperatura de 20 °C. (Pulido *et al.*, 2005)

- **Nitratos**

El Nitrato NO₃, es un compuesto orgánico que está asociada a actividades ganaderas y agrícolas, su presencia en el agua debe ser controlada, debido a que es uno de los nutrientes causantes de la eutrofización (contaminación química de las aguas por un excesivo aporte de nutrientes, entre los principales: fosforo y nitrógeno). (Figueroa & Zavala, 2007)

- **Fosfatos**

Los fosfatos son nutrientes para las plantas en aguas superficiales por lo que son un factor importante considerando que en altas concentraciones favorecen a la eutrofización. Se utiliza frecuentemente en fertilizantes químicos, por lo que puede ser hallado con concentraciones altas en áreas de actividad humana. (Figueroa & Zavala, 2007)

- **Variación de la Temperatura (°C)**

La temperatura es uno de los factores decisivos para la vida de los organismos acuáticos, incide en la distribución de los mismos. Generalmente la temperatura de las aguas aumenta en forma inversamente proporcional a la altitud, aunque existen excepciones a este respecto. (Romero *et al.*, 2010)

- **Turbidez (NTU)**

Es causada por la presencia de partículas suspendidas y disueltas de gases, líquidos y sólidos tanto orgánicos como inorgánicos. La turbiedad es de significativa importancia en las aguas para abastecimiento público por tres razones, la estética, la filtrabilidad y la desinfección. El límite máximo recomendado por la OMS (Organización Mundial de la Salud) para el agua



potable es de 5 NTU (unidades nefelométricas de turbidez). Para evaluar la calidad del agua se debe tomar en cuenta la turbidez, es una característica física que causa la interrupción de la luz por las partículas presentes, normalmente materia suspendida o impurezas que interfieren con la claridad del agua. (Samboni et al., 2007)

- **Sólidos disueltos totales (mg/ l)**

Tomando en consideración el punto de vista ambiental una sustancia puede encontrarse de diferentes maneras en el agua ya sea disuelta, suspendida o como coloide. Los sólidos disueltos totales son la expresión de los minerales, sales, bicarbonatos, cloruros, aniones o cationes disueltos en el agua. Estos son necesarios para el desarrollo de la vida, debido a la importancia de la densidad del agua en las células de diferentes especies, su cambio en concentraciones demasiadas altas o bajas pueden resultar perjudiciales. (Samboni et al., 2007).

- **Oxígeno disuelto (% saturación)**

EL oxígeno disuelto (OD), se considera como la cantidad de oxígeno presente en un cuerpo de agua, para el ICA-NSF se utiliza su valor en porcentaje de saturación de oxígeno (cantidad de oxígeno del agua en relación a la cantidad máxima de oxígeno que puede tener a la misma temperatura y presión), este nos puede indicar el estado de contaminación de un río, ya que a niveles bajos el mismo no será apto para el desarrollo de vida. La mayoría del oxígeno presente en el agua se da por procesos de aeración, fotosíntesis de las plantas acuáticas y también debido a la turbulencia que presenta el río. El oxígeno disuelto en el agua no es considerado como un contaminante, sin embargo, su escasez o exceso puede traer condiciones no favorables al agua, por lo que es un indicador de la contaminación. La escasez del oxígeno disuelto en el agua es lo que crea más problemas ya que pueden aumentar los olores y sabores como consecuencia de la descomposición anaeróbica. (Pulido et al., 2005)



1.6 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES UTILIZANDO LA MATRIZ DE LEOPOLD PARA EVALUAR ACTIVIDADES ANTRÓPICAS DESARROLADAS EN LA ZONA ALTA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO COLLAY.

1.6.1 Impactos ambientales.

Un impacto ambiental es el efecto que tienen las actividades humanas sobre el medio ambiente, cumple ciertas características: este puede ser de carácter positivo o negativo; tiene una magnitud e importancia; puede ser a corto, mediano o largo plazo; además de acuerdo a su reversibilidad (imposibilidad de retornar a la situación anterior) puede ser reversible o irreversible; por el modo en que se presentan pueden ser directos o indirectos y finalmente actúa en una área de influencia que no necesariamente coincide con la localización de la acción u actividad. *(Espinoza, 2007).*

1.6.2 Matriz de Leopold.

Es un método de identificación y valoración de impactos ambientales. Consiste en utilizar la llamada “Matriz de interacciones de Leopold”, en la cual las casillas de las columnas son los factores ambientales que pueden alterarse y las entradas de las filas son las acciones del hombre que pueden modificar el ambiente. *(Tulla & Miró, 1989).* En esta matriz se identifica las acciones de cada factor ambiental y nos permite de forma directa identificar cualitativamente el impacto ambiental *(Garzón, 2010).* Es un modelo confiable ya que las acciones medirán el grado de intensidad de la alteración producida. *(Tulla & Miró, 1989).*



1.6.3 Situación ambiental actual.

Es la información cuyo objetivo es identificar cualitativamente y cuantitativamente los aspectos ambientales, partiendo únicamente de una situación actual que origina el primer paso para la valoración de impactos. El punto de origen para realizar la situación ambiental actual es conocer las actividades y características de la zona a estudiar. (*Ángel et al., 2001*)

1.6.4 Dictamen ambiental.

Es una herramienta, se desarrolla a partir de los resultados de la matriz de valoración e identificación de Leopold, (*Duarte et al., 2006*). Nos ayuda a visualizar mediante la relación actividad-efecto que actividad de origen antrópico genera un mayor impacto ambiental, como también nos facilita identificar el medio (físico, biótico, perceptual y socioeconómico) que presenta un mayor grado de afectación. Para describir finalmente la situación actual de los componentes del medio ambiente. (*Hernández, 1999*)

1.6.5 Factores del medio ambiente.

Medio ambiente: Es el conjunto de factores bióticos y abióticos externos con los que interactúan los seres vivos.

1.6.5.1 MEDIO FÍSICO

Está comprendido por factores abióticos (distintos componentes que no tienen vida, pero ocupan un determinado espacio físico) como lo son el aire, agua y el suelo.

Aire: Es una mezcla de compuestos atmosféricos (Nitrógeno 78%, Oxígeno 21% y 1% por cantidades variables de Argón, vapor de agua entre otros) que envuelven a la tierra gracias a la acción de la fuerza gravitatoria.

La atmósfera de la zona de estudio es una reserva de elementos necesarios para los ciclos vitales, no existe emisiones directas y niveles



altos de emisión, razón por lo que la calidad de aire tiene condiciones de salubridad. (*Segura & Arriaga, 2003*)

Clima: Es la agrupación de fenómenos meteorológicos (precipitaciones, vientos, temperatura, presión atmosférica, humedad) que se suscitan en un área determinada en el transcurso del tiempo. (*Gutiérrez & Sigüencia, 2014*).

La subcuenca del Collay, se caracteriza por estar en una zona fría-templada con una temperatura anual entre 13 °C y 24 °C, las precipitaciones anuales son intensas en épocas de invierno con valores de 814 mm manteniendo una humedad significativa en la vegetación. (*Mancomunidad del Collay, 2017*).

Agua: Es un sustancia formada por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrogeno que se encuentra en los tres estados de la materia sólido, líquido y gaseoso.

La subcuenca del río Collay es una fuente de agua para consumo, abastece a centros poblados que se encuentran aguas abajo. (*Bauer, 2002*). La calidad del agua en la parte baja de la subcuenca, puede verse afectada ya que en la zona alta se realizan actividades de ganadería, agricultura y descargas directas de aguas provenientes de domicilios. (*Canter, 1998*)

Temperatura: Es una magnitud que refleja la intensidad de frío o calor de un cuerpo u objeto y del medio ambiente.

A lo largo de la subcuenca del Collay, existen actividades humanas como las descargas de aguas domiciliarias (grises y negras) que directamente pueden influenciar en el incremento de la temperatura en cuerpos de agua. (*López Alonso, 2005*)

Suelo: Es un cuerpo natural, formado por componentes (minerales, materia orgánica, aire y agua) donde se desarrollan varios organismos vivos.



La capa superior de suelo que conforma la subcuenca del Collay está compuesta por andosoles, suelos típicos de zonas de montaña y ricos en carbono orgánico, su humedad es una herramienta clave para el desarrollo de los procesos bióticos. *(Manrique et al., 2007)*

Residuos sólidos: Son materiales orgánicos e inorgánicos desechados al ambiente como resultado de actividades antrópicas.

La generación de residuos en la zona alta de la subcuenca del Collay, tiene una tasa relativamente baja, los mismos que provienen principalmente de actividades humanas. *(López Alonso, 2005)*.

1.6.5.2 MEDIO BIÓTICO

Está comprendido por el conjunto de poblaciones animales y vegetales que habitan en un área determinada.

Vegetación: Es una cubierta de plantas nativas o cultivadas que crecen sobre la superficie del suelo o el medio acuático. *(Arcos Torres, 2005)*

La zona alta de la subcuenca del río Collay, posee una gran diversidad de especies vegetales (*ilustración 21*), las mismas cumplen una función importante en el desarrollo del ecosistema, realizando la fotosíntesis proceso mediante el cual se oxigena la atmosfera.

Ilustración 21 Vegetación de la zona de alta de la subcuenca del Collay.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Foto
Ñacha	Bidens andicola Kunth	Asteraceae	
Chilco ica, N. Nativa.	Baccharis sp.	Asteraceae	
Cacho de venado	Halenia Weddelliana Glig	Gentianaceae	
Laurel de cerro	Hypericum lariofolium Jus	Hypericaceae	
Hierba de toro	Cuphea cilata Ruiz y Pau	Lythraceae	
Chulco	Oxalis sp	Oxalidaceae	
	Sisyrinchium palustre Diels	Iridaceae	
Zarcillo zacha	Brachyotum jamesonii triana	Melastomataceae	
Cogona	Peperomia cf graveolens Round & Barthlott	Piperaceae	
Sigsal	Cortaderia jubata	Poaceae	
Chacham mica, N. Nativa.	Escallonia myrtilloides	Saxifragaceae	
Aguarongo	Puya clava-herculis Mez & Sodino	Bromeliaceae	
Pena pena	Fuchsia loxensis Kunth	Onagraceae	

Fuente: (Gutiérrez & Sigüencia, 2014).

Fauna: Conjunto de especies animales que habitan en un ecosistema determinada, que dependen de factores bióticos y abióticos para su existencia.

En la zona alta de la subcuenca del Collay, se pueden distinguir una gran diversidad de aves y mamíferos, los cuales al encontrarse dentro del área de bosque y vegetación protectora del Collay cuenta con vigilancia de guardabosques calificados para su cuidado. (Laino et al., 2014)

La ilustración 22, muestra parte de la diversidad existente de aves y mamíferos en la zona alta de la subcuenca del Collay

Ilustración 22 Fauna de la zona alta de la Subcuenca del Collay.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Foto
Metadura Tira	<i>Metadura tyrianthina</i>	Trochilidae	
Colaespina de Azara	<i>Synalaxis azarae</i>	Fumariidae	
Vencejo Cuelliblanco	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Apodidae	
Chotacabras Alfajeadado	<i>Caprimulgus longirostris</i>	Caprimulgidae	
Gallinazo Cabecirrojo	<i>Cathartes aura</i>	Cathartidae	
Golondrina Ventricafé	<i>Notiochelidon murina</i>	Hirundinidae	
Raposo, lobo de páramo	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Canidae	
Tigrillo chico	<i>Leopardus tigrinus</i>	Felidae	
Añingo, zorrillo	<i>Conepatus semistriatus</i>	Mephitidae	
Comadreja andina	<i>Mustela frenata</i>	Mustelidae	
Coati andino	<i>Nasua olivacea</i>	Procyonidae	
Oso andino, oso de anteojos	<i>Tremarctos ornatus</i>	Ursidae	

Fuente: (Gutiérrez & Sigüencia, 2014).

1.6.5.3 MEDIO PERCEPTUAL:

Identifica el paisaje tomando en cuenta todos los elementos que se encuentran dentro del medio ambiente ya sean bióticos o abióticos.

Paisaje: La zona alta de la subcuenca del Collay, es completamente natural y rodeado de grandes montañas y pendientes pronunciadas, su estado protegido permite tener una vista sana en todas sus perspectivas, los sonidos y olores son típicos de una zona natural (Ceballos et al., s. f.), además de su aspecto visual y estético que son dominantes, el paisaje según sus

características ambientales está limitado por cultivos y zonas extensas de bosques que permiten que la subcuenca del río Collay se visualice de forma directa. (López Alonso, 2005)

Ilustración 23, podemos observar dentro del paisaje de la subcuenca alta del Collay, montañas, vegetación y un amanecer espectacular.

Ilustración 23 Paisaje de la zona alta de la subcuenca del Collay.



Fuente: (Autores, 2016)

1.6.5.4 MEDIO SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL

Hace referencia a todos los aspectos sociales, económicos y culturales de una determinada comunidad o sociedad.

Esta denominado por las costumbres de las los habitantes que conforman las comunas del área rural (Pagran, San Vicente y La Merced) que forman parte de la zona alta de la subcuenca del Collay, la fuente de ingreso en la relación población-economía está influenciada por actividades agrícolas y ganaderas, es una área altamente influenciada en el crecimiento de grandes sembríos y pastizales. (Carabias, s. f.) En cuanto a la calidad de vida de las personas respecto a las condiciones ambientales requieren un mayor apoyo por parte de las autoridades. La dotación de servicios como

transporte, sistemas de agua potable y energía debe de tener un mayor énfasis en la distribución equitativa. (Segovia & de Salazar, 1987).

La ilustración 24, indica las actividades socioculturales desarrolladas en la Iglesia Cristo Rey ubicada en la zona alta de la subcuenca del Collay.

Ilustración 24 Actividades socioculturales desarrolladas en la Iglesia de Cristo Rey.



Fuente: (Mancomunidad del Collay, 2017).



CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1 TIPO DE ESTUDIO

2.2 MUESTREO

2.2.1 selección de los puntos de muestreo

2.2.2 Campañas de muestreo

2.2.3 Tipos de muestreos

2.2.4 Toma y transporte de muestras

2.3 MATERIALES Y EQUIPOS

2.3.1 Materiales.

2.3.2 Equipos de campo:

2.3.3 Equipos de laboratorio:

2.4 LUGAR Y METODOLOGIA USADA PARA LA DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DEL ICA-NSF

2.5 METODOLOGÍA USADA PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ICA-NSF.

2.5.1 Cálculo del ICA-NSF

2.5.2 Valoración del índice de la calidad de agua ICA-NSF.

2.6 ELABORACIÓN DE LA MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

2.6.1 Factores ambientales considerados en la identificación y valoración

2.6.2 Actividades antrópicas desarrolladas en la zona alta de la subcuenca del río Collay.

2.6.3 Identificación y valoración de impactos ambientales.

2.7 METODOLOGIA PARA REALIZAR EL DICTAMEN AMBIENTAL.

2.8 METODOLOGÍA USADA PARA RELACIONAR LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL ICA-NSF CON LOS IMPACTOS AMBIENTALES PRODUCIDOS EN LA SUBCUENCA ALTA DEL RÍO COLLAY.



2.1 TIPO DE ESTUDIO

El estudio realizado es de tipo experimental, cuantitativo, descriptivo e involucra salidas de campo para la recolección de datos, utilizando herramientas de muestreo para determinar parámetros físicos, químicos y biológicos del agua; así como también la observación y deducción fueron usados para identificar y valorar impactos ambientales en la zona alta de la subcuenca del río Collay. (*Behar et al., 2011*)

2.2 MUESTREO

2.2.1 SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Se seleccionaron los tres puntos de muestreo: en la zona alta, media y baja de la subcuenca del río Collay (*ver ilustración 25*), tomando en consideración; la accesibilidad para facilitar el transporte de los equipos y materiales de muestreo; la representatividad asegurándose de que el cuerpo de agua se encuentre totalmente mezclado en el lugar de muestreo; la seguridad de las personas ya que las diferentes condiciones meteorológicas pueden causar posibles crecientes del río y deslizamientos de terreno en la zona, minimizando el riesgo de accidentes y lesiones personales.

En la (*tabla 3*) se han colocado las coordenadas geográficas UTM (Universal Transversal de Mercator) de los tres puntos seleccionados para el muestreo de agua. Se seleccionan estos lugares de muestreo para poder analizar el cambio en los valores de los nueve parámetros físicos, químicos y biológicos a lo largo del recorrido del río Collay.



Tabla 3 Georreferenciación de los puntos de muestreo

PARAMETRO	Punto de muestreo 1	Punto de muestreo 2	Punto de muestreo 3
Coordenadas (UTM)	759763-9681139	762193-9683033	760394-9689309
Altura en : Metros sobre el nivel del mar (m s. n. m.)	2950	2791	2223

Fuente:(Autores, 2017)

Ilustración 25 Mapa de los tres puntos seleccionados en la subcuenca del río Collay para el muestreo.



Elaborado por:(Autores, 2017)

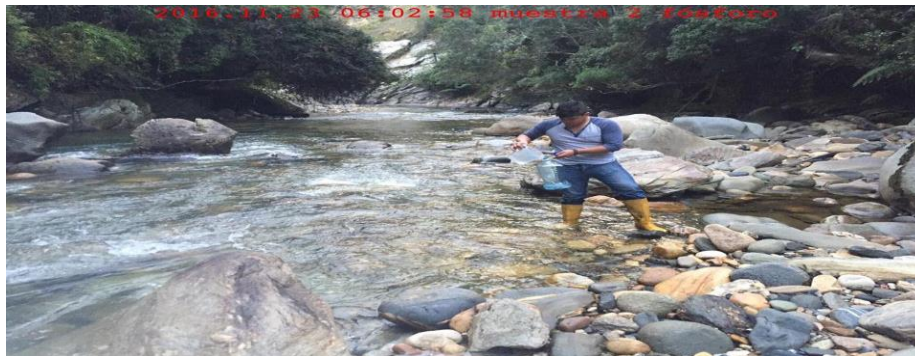
En las (**ilustraciones 26,27 y 28**) se muestran los tres puntos de muestreo de la subcuenca del río Collay

Ilustración 26 Punto de muestreo uno zona alta de la subcuenca del río Collay



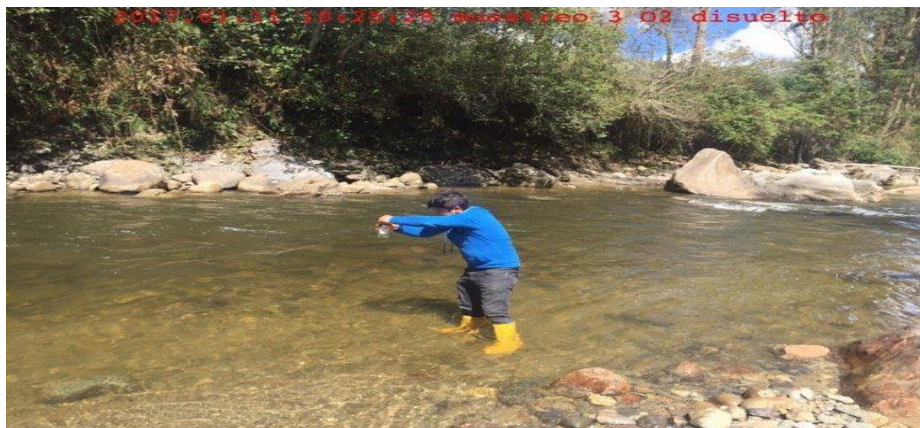
Fuente: (Autores, 2016)

Ilustración 27 Punto de muestreo dos zona media de la subcuenca del río Collay.



Fuente: (Autores, 2016)

Ilustración 28 Punto de muestreo tres zona baja de la subcuenca del río Collay



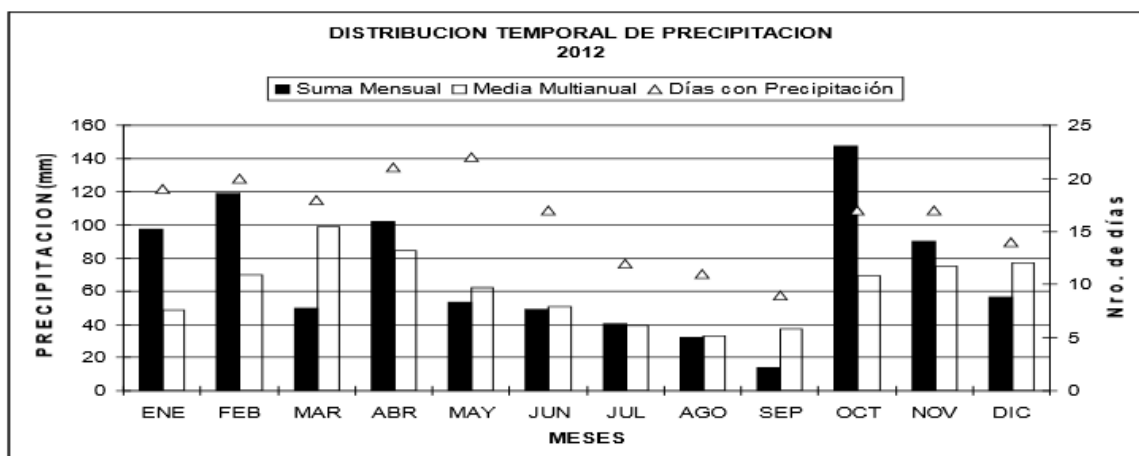
Fuente: (Autores, 2017)

2.2.2 CAMPAÑAS DE MUESTREO

Para realizar el muestreo y obtener una mayor representatividad de los resultados se optó por realizar el estudio desde Octubre a Febrero cubriendo la época de invierno, realizando 7 campañas de muestreos en los tres puntos establecidos anteriormente en el río Collay.

En la **ilustración 29**, se observa la distribución de precipitaciones mensual y anual del 2012 de la cuenca del Paute, tomada del anuario meteorológico del INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) más reciente.

Ilustración 29 Distribución temporal de precipitación para la cuenca del Paute.



Fuente: (INAMHI, 2012)

2.2.3 Tipos de muestreos

Existen dos tipos de metodologías para realizar muestreos (simple y compuesto) de agua en un lugar determinado, el **muestreo simple** se toma una sola vez y se utiliza cuando se desea analizar parámetros como pH, oxígeno disuelto, temperatura, etc., agilitando su determinación; el **muestreo compuesto** consiste de varios compuestos simples recogidos a lo largo de un periodo de tiempo en proporciones concretas referidas a características de interés como el caudal.

Para este proyecto técnico se optó por realizar muestreos simples en los tres puntos, tomando en consideración que es óptima para determinar los



nueve parámetros de calidad de agua (coliformes fecales, pH, DBO5, NO3, PO4, temperatura, turbidez y OD) del ICA-NSF en aguas superficiales que no cambian en lapsos de tiempos cortos.

Se presenta en la **tabla 4**, las siete campañas de muestreos en los tres puntos de estudio, obteniendo un total de veintiuna muestras simples realizadas en cinco meses (Octubre-Febrero), los meses de Enero y Febrero cuentan con dos muestreos por cada mes para aumentar la representatividad de los datos

Tabla 4. Campañas de muestreo en la subcuenca del río Collay en los tres puntos establecidos.

Meses	26-OCT-2016	23-NOV-2016	14-DIC-2016	11-ENE-2017	25-ENE-2017	1-FEB-2017	9-FEB-2017
Puntos							
Punto 1 (Muestra simple)	x	X	X	X	X	X	X
Punto 2 (Muestra simple)	x	X	X	X	X	X	X
Punto 3 (Muestra simple)	x	X	X	X	X	X	x

Fuente: Autores, 2017

2.2.4 Toma y transporte de muestras

El muestreo es el paso más importante previo al análisis de laboratorio, las muestras se recolectarán en las tres zonas: alta, media y baja de la subcuenca del río Collay.

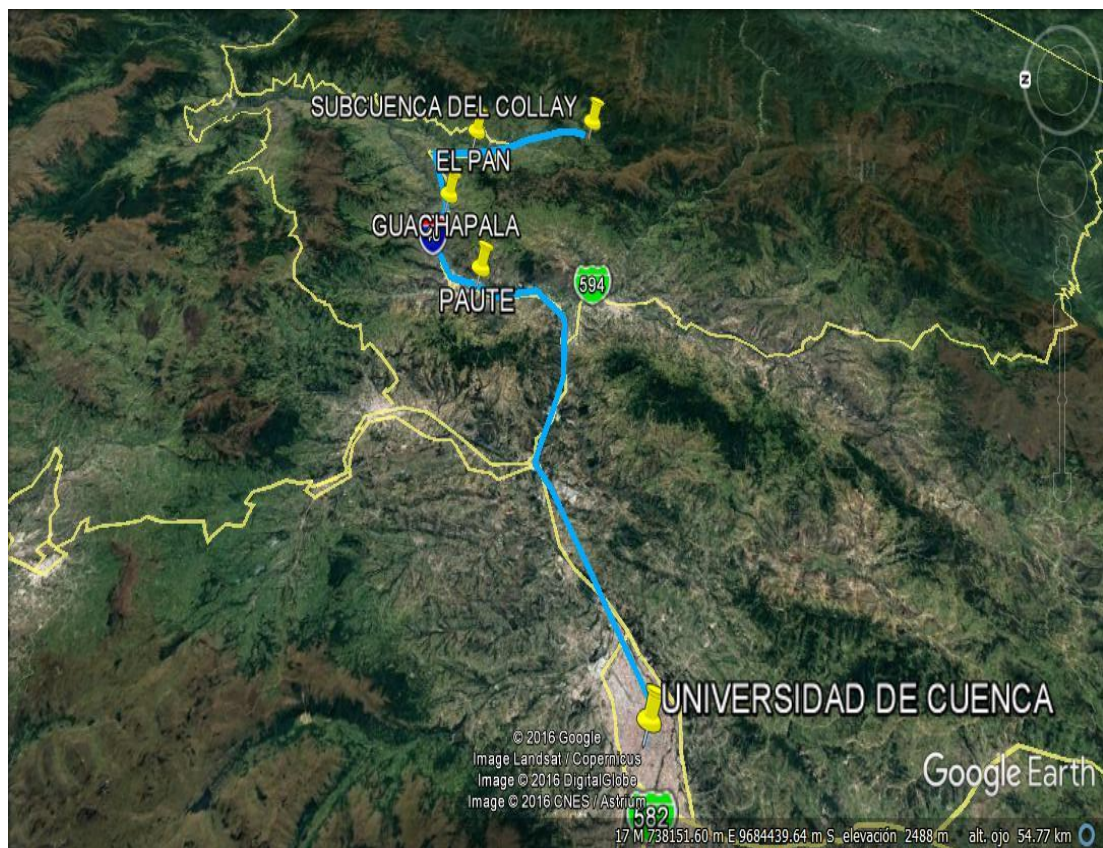
Para el buen manejo y toma de las muestras seguimos los requerimientos del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) de la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE):

- **NTE INEN 2 169:98 CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS**, que establece las precauciones generales para conservar y transportar muestras de agua.

- **INEN 2 176:1998 CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TÉCNICAS DE MUESTREO**, establece guías sobre las técnicas de muestreo utilizadas para obtener los datos en controles de calidad de agua.

En **ilustración 30**, se observa la ruta de la subcuenca del Collay- Universidad de Cuenca realizada para el transporte de las muestras de agua, el recorrido en vehículo consta de un tiempo aproximado de tres horas.

Ilustración 30 Ruta para el transporte de muestras: subcuenca del Collay- Cantón El Pan-Cantón Guachapala-Cantón Paute-Cantón Cuenca-Universidad de Cuenca-laboratorio de Sanitaria.



Elaborado: (Autores, 2017).

2.3 MATERIALES Y EQUIPOS

Para la toma de las muestras y datos se requirieron de una serie de materiales y equipos que tuvieron que cumplir algunos requisitos, entre ellos que los recipientes plásticos y de vidrio se encuentren limpios como también esterilizados; además los equipos electrónicos utilizados en campo y laboratorio deben estar en buen estado para que generen datos válidos y confiables. Ver (**ilustración 31**)

Ilustración 31 Equipos y materiales de campo.



Fuente:(Autores, 2016)

2.3.1 Materiales.

Envases plásticos: óptimos para la toma y transporte de muestras de agua para caracterizar los parámetros físicos (pH, turbiedad, sólidos disueltos totales) y químicos (Nitratos). Ver (**Ilustración 32**)

Ilustración 32 Envases plásticos para la toma y transporte de muestras de agua



Fuente:(Autores, 2016).

Envases de vidrio: para la toma y transporte de muestras de parámetros químicos (oxígeno disuelto, DBO_5 , fosfatos) y biológicos (coliformes fecales). Ver (**ilustración 33**)

Ilustración 33 Envases de vidrio para la toma y transporte de muestras.



Fuente:(Autores, 2016)

Hielera: Sirven para preservar las muestras de agua mientras son transportadas al laboratorio de sanitaria de la facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca. Ver (**ilustración 34**)

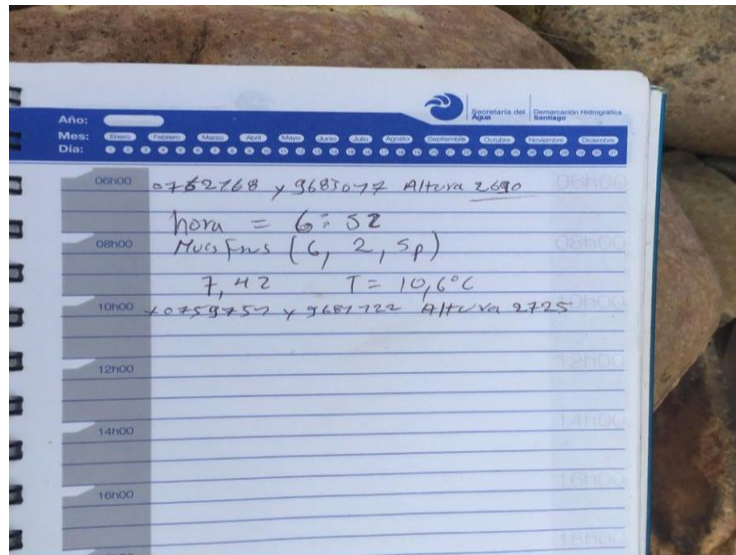
Ilustración 34 Hielera para preservar y transportar las muestras de agua.



Fuente:(Autores, 2016)

Libreta de apuntes: Utilizada para anotar datos en campo tales como: fecha, hora, altura, coordenadas UTM, temperatura ambiente y temperatura del agua. Ver (**ilustración 35**)

Ilustración 35 libreta de apuntes para anotar datos en campo.



Fuente:(Autores, 2016)

Botas de caucho: Facilitan el acceso en cuerpos de agua ya que son impermeables y están elaboradas con material resistente. Ver (**ilustración 36**).

Ilustración 36 Uso de botas de caucho para acceso a la toma de muestras.



Fuente:(Autores, 2016)

2.3.2 Equipos de campo:

GPS Garmin: utilizado en la toma de datos como lo son las coordenadas de ubicación y altura. Ver (**ilustración 37**)

Ilustración 37 GPS Garmin utilizado para registrar



Fuente:(Autores, 2016)

Oxímetro multiparametro: Utilizado para la determinación del oxígeno disuelto, temperatura del agua y temperatura ambiente. Ver (**ilustración 38**).

Ilustración 38 GPS y Oxímetro utilizado para la toma de datos in-situ.



Fuente:(Autores, 2016)

2.3.3 Equipos de laboratorio:

Medidor electrónico de pH: utilizado a nivel de laboratorio para medir el pH en el agua. Ver (**ilustración 39**)

Ilustración 39 Instrumento para medir el pH en el agua.



Fuente: (PEÑA et al., 2006)

Medidor de turbidez: mide la turbidez de una muestra de agua NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez). Ver (**ilustración 40**)

Ilustración 40 Equipo medidor de turbidez.



Fuente: (Samboni et al., 2007)

Espectrofotómetro: utilizado para determinar nutrientes (Nitratos y Fosfatos) en las muestras de agua. Ver (**ilustración 41**)

Ilustración 41 Espectrómetro para determinar la presencia de nutrientes en el agua



Fuente: (Figuroa & Zavala, 2007)

Estufa digital: se utiliza para secar muestras de agua a temperaturas específicas y en tiempos determinados, es de utilidad para determinar solidos disueltos totales. Ver (**ilustración 42**)

Ilustración 42 Estufa digital para secar muestras de agua.



Fuente: (Samboni et al., 2007).



2.4 LUGRAR Y METODOLOGIA USADA PARA LA DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DEL ICA-NSF

Para la determinación de los nueve parámetros del ICA-NSF, se utilizaron diferentes metodologías y se determinaron tanto en el lugar (in-situ), como en el laboratorio. En la **tabla 5** podemos observar el método empleado y el lugar de determinación de cada parámetro.

Tabla 5. Metodología y lugar de determinación del ICA-NSF

PARAMETRO	METODO DE DETERMINACION	LUGAR
TEMPERATURA- OXIGENO DISUELTO	OXÍMETRO MULTIPAREMETRO	INSITU
TURBIDES	MÉTODO NEFELOMÉTRICO	LABORATORIO
PH	MÉTODO ELECTROMÉTRICO	LABORATORIO
DB05	PRUEBA DB05	LABORATORIO
NITRATOS Y FOSFATOS	ESPECTOFOTOMETRIA	LABORATORIO
COLIFORMES FECALES	METODOLOGIA NUMERO MAS PROBABLE (NMP)	LABORATORIO
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	SECADOS A 103 °C - 105 °C	LABORATORIO

Fuente: (Autores, 2017)



2.5 METODOLOGÍA USADA PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ICA-NSF.

Existen diferentes tipos de Índice de Calidad de Agua, para este estudio se optó por el ICA-NSF, por ser usado en gran parte en los ríos de montaña y aguas superficiales en diferentes partes del mundo. (Cisneros, 2007).

2.5.1 Cálculo del ICA-NSF

Para cada punto de muestreo se procederá a calcular su índice de calidad respectivo, posteriormente serán graficados ya que nos facilitaran observar su cambio. La metodología de determinación del índice ICA-NSF involucra valorar de 0 a 100 los subíndices de valoración (Sub_i) según las curvas de función de cada parámetro. También, cada parámetro tiene un peso relativo (w_i) que sumados en conjunto nos dan el 100%. (BROWN *et al.*, 1970)

La **Ecuación 1** nos muestra la fórmula que utiliza el ICA-NSF para calcular de manera cuantitativa la calidad del agua.

Ecuación 1 Calculo del ICA-NSF

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

Fuente: (BROWN et al., 1970)

ICA_a: Índice de calidad aditivo

i: cada uno de los parametros de calidad de agua.

w_i: Pesos relativos asignados a cada parámetro (Sub_i)

Sub_i: Valor del parametro i, asignado en su respectiva curva de función.

El producto del subíndice de valoración (Sub_i) y su peso relativo (w_i) sumado algebraicamente a cada parámetro nos da como resultado el índice de calidad del agua en el punto de muestreo. Además, el resultado es valorado en un rango de 0 a 100 determinando la calidad del agua.



2.5.2 Valoración del índice de la calidad de agua ICA-NSF.

Una vez obtenido el valor del ICA-NSF de cada uno de los puntos de muestreo, se procede a clasificar la calidad de agua en función del valor resultante como lo indica la **tabla 6**.

Tabla 6 Clasificación de la calidad del agua

CALIDAD DEL AGUA	RANGO	ESCALA DE COLOR
EXCELENTE	91-100	AZUL
BUENA	71-90	VERDE
MEDIA	51-70	AMARILLO
MALA	26-50	NARANJA
MUY MALA	0-25	ROJO

Fuente: (BROWN et al., 1970)

- Obteniendo nuestra clasificación podemos manifestar que las aguas como excelentes y de buena calidad son apropiadas para el desarrollo de la vida acuática, recreación y la toma de agua para potabilización.
- Las clasificación de media calidad del agua, generalmente poseen menos diversidad de organismos acuáticos y comúnmente se ven indicios de crecimientos de algas.
- Aquellas aguas que caen dentro de la clasificación de mala calidad pueden soportar una baja diversidad de vida acuática y generalmente se encuentran con un grado mayor de contaminación, es no apta para consumo humano y requiere un tratamiento previo.
- Las aguas dentro de la clasificación de muy mala calidad, soportan un número limitado de especies y son consideradas inadecuadas para consumo humano. *(Cisneros, 2007)*



2.6 ELABORACIÓN DE LA MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

Para realizar la matriz de Leopold se tomaron en consideración como ejes principales los factores ambientales y las actividades antrópicas desarrolladas en la zona alta de la subcuenca del río Collay. Esta matriz de Leopold se enfoca en la parte alta de la subcuenca del río Collay debido a que todos los dinanismos dados en esta zona causan un impacto ambiental manifestándose en la alteración natural del recurso hídrico a lo largo de su recorrido.

2.6.1 Factores ambientales considerados en la identificación y valoración de impactos ambientales.

Los factores ambientales tomados en consideración por su posible grado de afectación son:

- **Medio físico:** está comprendido por el aire, agua y el suelo; su estado está relacionado a diferentes componentes entre los más importantes tenemos: ruido, emanación de gases, polvo, olores, erosión, topografía, estabilidad del suelo y la calidad en general.
- **Medio biótico:** está comprendido por la vegetación y fauna; su estado está relacionado a diferentes componentes entre los más importantes recalamos: cobertura vegetal, diversidad y migración de especies.
- **Medio perceptual:** comprendido por el paisaje natural.
- **Medio socio cultural:** está comprendido por el uso del suelo, infraestructura y la parte humana; se relaciona directamente con diferentes ámbitos como lo son: la salud, seguridad, empleo, transporte y comercialización.

2.6.2 Actividades antrópicas desarrolladas en la zona alta de la subcuenca del río Collay.

Las actividades antrópicas que alteran los componentes ambientales y se desarrollan en la zona de estudio son:

- Quema.
- Pisoteo de ganado.
- Tala de bosque nativo.
- Cambio de uso del suelo.
- Introducción de especies.
- Descarga de aguas domiciliarias al río.
- Ganadería.
- Siembra.
- Uso de fertilizantes.

Tomando en consideración los factores ambientales y las actividades antrópicas mencionadas anteriormente, podemos construir la matriz de Leopold que se aplicará en la zona alta de la subcuenca del río Collay. **Ver ilustración 43**

Ilustración 43 Matriz de Leopold

Factores Ambientales	MEDIO FÍSICO									MEDIO BIÓTICO				M. PERC	MEDIO SOCIOECONÓMICO CULTURAL							
	AIRE				AGUA					SUELO		VEGETACION		FAUNA		U. PAISAJE	USO DEL SUELO		INFRAESTRUCTURA		HUMANOS	
	Ruido	Gases	Polvo	Olores	Calidad	Topografía y Geomorfología	Erosión	Estabilidad	Calidad	Cubierta Vegetal	Diversidad	Diversidad	Migración.	Paisaje Natural	Forestal	AGRICOLA	Red De servicio y Transporte	Red de abastecimiento y Comercialización	Salud	Seguridad	Empleo	
Actividades Desarrolladas En la zona alta De la subcuenca Del río Collay.	<ul style="list-style-type: none"> Quema Pisoteo de ganado Tala de bosque nativo Cambio de uso de suelo Introducción especies Descarga de aguas al río Ganadería Siembra Uso de fertilizantes 																					
Numero de impactos																						

Fuente:(Autores, 2017)



2.6.3 Identificación y valoración de impactos ambientales.

A partir de la matriz de Leopold se identificarán y se darán valor a los impactos ambientales. Para identificar los impactos se realiza una inspección, en la cual se observan las actividades que generan un impacto en el medio ambiente, clasificándolos según su tipología. Para valorar los Impactos Ambientales, se describe la interacción de los impactos del medio en términos de magnitud e importancia, continuamente se procederá asignar valores de 1 a 10, siendo 1 el valor más bajo en magnitud e importancia y 10 el más alto indicando gran magnitud o importancia. Marcando su relevancia con los rangos de 1 a 3 baja; 4 a 6 media; 7 a 10 alta. Para complementar la valoración se utiliza las variables de calificación como: magnitud, área de influencia, duración, mitigabilidad, efecto. (Coria, 2008) ver (**tabla 7**)

Tabla 7. VALORES DE MAGNITUD E IMPORTANCIA

<i>Tipo de impacto</i>		<i>calificación</i>	<i>Magnitud</i>	<i>Importancia</i>
<i>Magnitud</i>	baja	1	Baja	Baja
	Moderada	2	Media	Media
	Alta	3	Alta	Alta
<i>área de influencia</i>	puntual	1	Baja	Baja
	local	2	media	media
	Zonal	3	Alta	Alta
<i>Duración</i>	corta	1	Baja	Baja
	Moderada	2	media	media
	Permanente	3	Alta	Alta
<i>Mitigabilidad</i>	Mitigable	1	Baja	Baja
	Recuperable	2	media	media
	Irrecuperable	3	Alta	Alta
<i>Efecto</i>	puntual	1	Baja	Baja
	Indirecto	2	media	media
	directo	3	Alta	Alta

Fuente: (Coria, 2008)

Seguidamente se realiza una operación algebraica en la que se determina el valor del impacto de la actividad en general.



2.7 METODOLOGIA PARA REALIZAR EL DICTAMEN AMBIENTAL.

El dictamen ambiental se realizara a partir de dos análisis: el primer análisis involucra las actividades que se desarrollan en la zona de estudio relacionadas con su valoración de impacto ver (**ilustración 44**), pudiendo así verificar que actividad tiene una mayor valoración cuantitativa respecto al impacto ambiental que genera.

Ilustración 44 Relación actividad-valoración de impacto

Actividad	Valoración de Impacto
Quema	
Pisoteo de ganado	
Tala de bosque nativo	
Cambio de uso en el suelo	
Introducción especies	
Descarga de aguas al rio	
Ganadería	
Siembra	
Uso de fertilizantes	

Fuente: (Autores, 2017)

El segundo análisis involucra los factores ambientales y su grado de afectación, permitiendo identificar el medio de mayor afectación.

Continuamente se da el dictamen ambiental de cada uno de los factores ambientales (medio físico, biótico, perceptual y socio cultural) relacionados a las diferentes actividades antrópicas que causan un efecto.



2.8 METODOLOGÍA USADA PARA RELACIONAR LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL ICA-NSF CON LOS IMPACTOS AMBIENTALES PRODUCIDOS EN LA SUBCUENCA ALTA DEL RÍO COLLAY.

Los impactos ambientales causados en la zona alta de la subcuenca del río Collay tienen relación con los parámetros (físicos, químicos y biológicos) de calidad del agua, por lo cual para establecer esta relación se elaboró una tabla en la que se indica el parámetro de calidad de agua, el mes de monitoreo, su valor promedio mensual de los tres puntos, la relación actividad antrópica-parámetro y finalmente señala el impacto ambiental que causa el aumento o disminución de cada uno de los parámetros del ICA-NSF. Ver (**ilustración 45**)

Ilustración 45 Relación actividad antrópica-parámetro de calidad del agua-impacto ambiental.

PARAMETRO	MES	VALOR PROM. MENSUAL	RELACION ACTIVIDAD ANTROPICA-PARAMETRO	IMPACTO AMBIENTAL
1.TEMPERATURA 2.OXIGENO DISUELTO 3.TURBIEDAD 4.PH 5.FOSFATOS 6.NITRATOS 7.SOLIDOS DISUELTOS TOTALES 8. DBO ₅ 9.COLIFORMES FECALES	OCTUBRE			
	NOVIEMBRE			
	DICIEMBRE			
	ENERO			
	FEBRERO			

Fuente: (Autores, 2017)



CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANALISIS

3.1 RESULTADOS DEL ICA-NSF Y DE LOS NUEVE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA EN LAS TRES ZONAS DE MUESTEO.

3.1.1 Análisis y valoración del ICA-NSF en los diferentes puntos de muestreo.

3.1.2 Variabilidad de los resultados de los parámetros físicos, químicos y biológicos del ICA-NSF en el periodo de muestreo comprendido entre Octubre 2016 - Febrero 2017.

3.1.2.1 PARÁMETROS FÍSICOS

3.1.2.2 PARÁMETROS QUÍMICOS

3.1.2.3 PARÁMETROS BIOLÓGICOS

3.2 COMPARACIÓN DE LOS VALORES OBTENIDOS DE LOS TRES PUNTOS DE MUESTREO CON LA NORMATIVA AMBIENTAL.

3.2.1 Valores resultantes comparados con los del libro VI Anexo 1 del TULSMA Tabla 1.

3.2.2 Valores resultantes comparados con los del libro VI Anexo 1 del TULSMA Tabla 3.

3.3 ELABORACIÓN DE LA MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN, VALORACIÓN Y DICTAMEN DE IMPACTOS AMBIENTALES DE LA SUBCUENCA ALTA DEL RÍO COLLAY.

3.3.1 Matriz de identificación de impactos ambientales.

3.3.2 Matriz de valoración de impactos ambientales.

3.3.3 Dictamen ambiental.

3.4 ELABORACIÓN DE LA RELACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL ICA-NSF CON LOS IMPACTOS AMBIENTALES PRODUCIDOS EN LA SUBCUENCA ALTA DEL RÍO COLLAY.

3.4.1 Relación parámetro-actividad-impacto ambiental.



3.1 RESULTADOS DEL ICA-NSF Y DE LOS NUEVE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA EN LAS TRES ZONAS DE MUESTEO.

3.1.1 Análisis y valoración del ICA-NSF en los diferentes puntos de muestreo.

En la zona alta del río Collay se obtienen como resultado del ICA-NSF, un valor promedio de 74.11/100 ver **tabla 8**, siendo en su mayoría agua de buena calidad, a excepción del monitoreo realizado el 25 de Enero del 2017 en el cual se obtuvo un valor de 67.6/100 considerándola como agua de media calidad, debido al aumento significativo en los valores resultantes del análisis del laboratorio de los parámetros de la turbidez (9.49 NTU) y solidos disueltos totales(186 mg/L).

En la zona media del río Collay se obtienen como resultados del ICA-NSF, un valor promedio de 74.34/100 ver **tabla 8**, el cual es considerado como agua buena calidad, excepto el monitoreo realizado el 25 de Enero del 2017 en el cual se obtuvo un valor de 69.35/100 considerándola como agua de media calidad, debido al aumento significativo en los valores resultantes del análisis del laboratorio de los parámetros de la turbidez (9,49 NTU) y solidos disueltos totales(186 mg/L).

Finalmente, en la zona baja del río Collay se obtuvo un valor promedio de 68,81 ver **tabla 8**, en el ICA-NSF, siendo considerada como agua de media calidad.

Tomando en consideración los resultados del cálculo de calidad de agua podemos mencionar que la zona alta y media del río Collay son aguas de buena calidad, y debido a actividades antrópicas desarrolladas en la subcuenca estudia la zona baja presenta una agua de mediana calidad con un incremento en nutriente (fosforo y nitrógeno), coliformes fecales y turbidez.



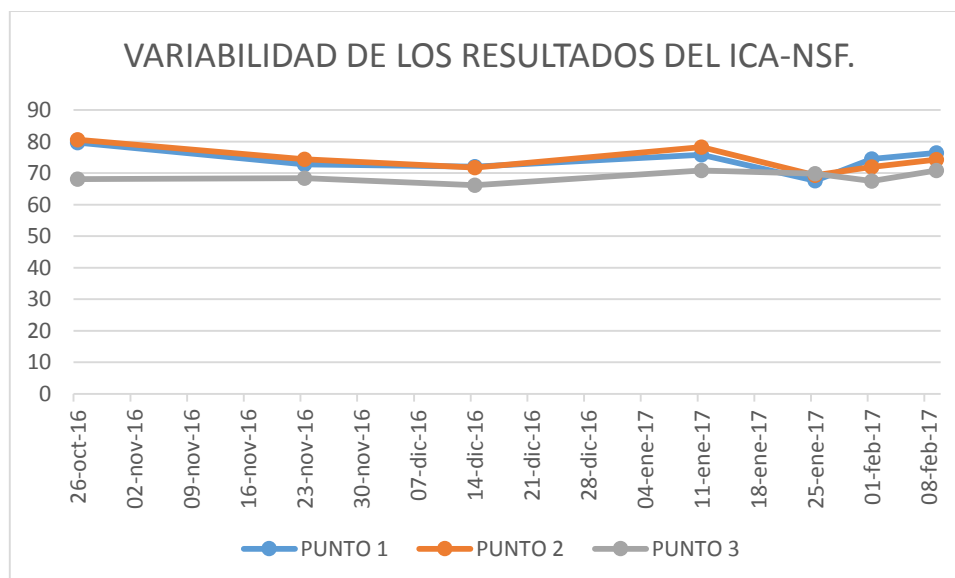
Tabla 8. Valores del ICA-NSF en las cinco meses de monitoreo de las diferentes zonas de muestreo.

FACTOR	26-Oct-16	23-Nov-16	14-Dic-16	11-Ene-17	25-Ene-17	01-feb-17	09-feb-17	Valor promedio	OBSERVACIONES
PUNTO 1 Zona alta	79.64	72.78	72.05	75.82	67.6	74.52	76.39	74.11	Temporalmente en su mayoría agua de buena calidad
PUNTO 2 Zona media	80.55	74.37	71.71	78.21	69.35	71.99	74.27	74.34	Temporalmente en su mayoría agua de buena calidad
PUNTO 3 Zona baja.	68.11	68.44	66.20	70.88	69.78	67.46	70.86	68.81	Temporalmente en su mayoría agua de media calidad

Fuente: (Autores, 2017)

El **grafico 1**, facilita la visualización de los resultados del ICA-NSF de los tres puntos de muestreo comprendido en las siete campanas de monitoreo realizadas en los meses de Octubre-2016 a Febrero-2017.

Gráfico 1 variabilidad de los resultados del ICA-NSF en los tres puntos de estudio del río Collay.



Fuente: (Autores, 2017)

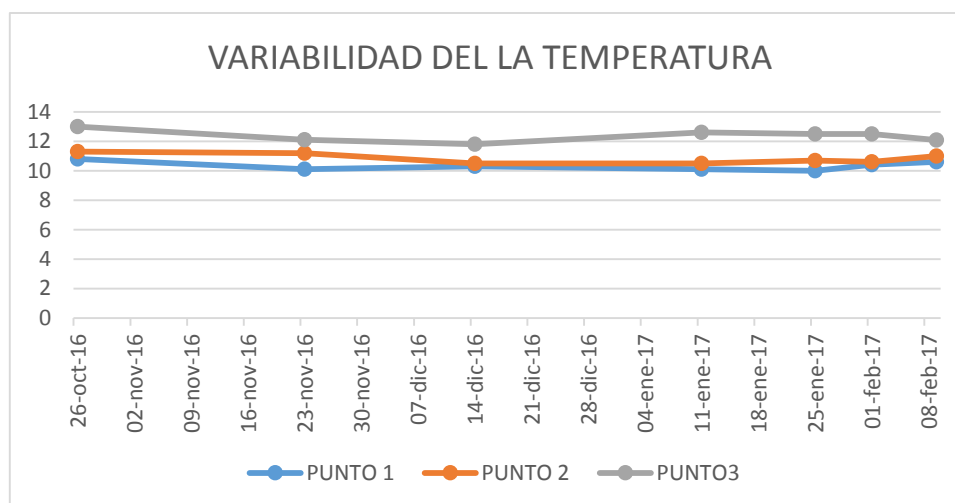
3.1.2 Variabilidad de los resultados de los parámetros físicos, químicos y biológicos del ICA-NSF en el periodo de muestreo comprendido entre Octubre 2016 - Febrero 2017.

3.1.2.1 PARÁMETROS FÍSICOS

Temperatura

La temperatura en el río Collay varía constantemente en los tres puntos de muestreo ver (**gráfico 2**), siendo evidente el aumento de la temperatura mientras se desciende en el cauce del río obteniéndose así unas temperaturas promedio para los puntos 1, 2 y 3 de 10.32 ° C, 10.82 ° C, y 12 ° C respectivamente . El valor promedio en la zona baja corresponde a 12 ° C siendo este el valor más alto de temperatura, esto se debe a dos razones: primero, la temperatura del agua aumenta de acuerdo avanzan las horas del día; segundo, la temperatura aumenta de acuerdo disminuye la altitud del cauce del río, siendo el punto 3 el de menor altura 2223 m s. n.m. con una diferencia de altura de 727 metros con respecto al punto 1 de monitoreo.

Gráfico 2 Variabilidad de la temperatura en las tres zonas de muestreo.



Fuente: (Autores, 2017)

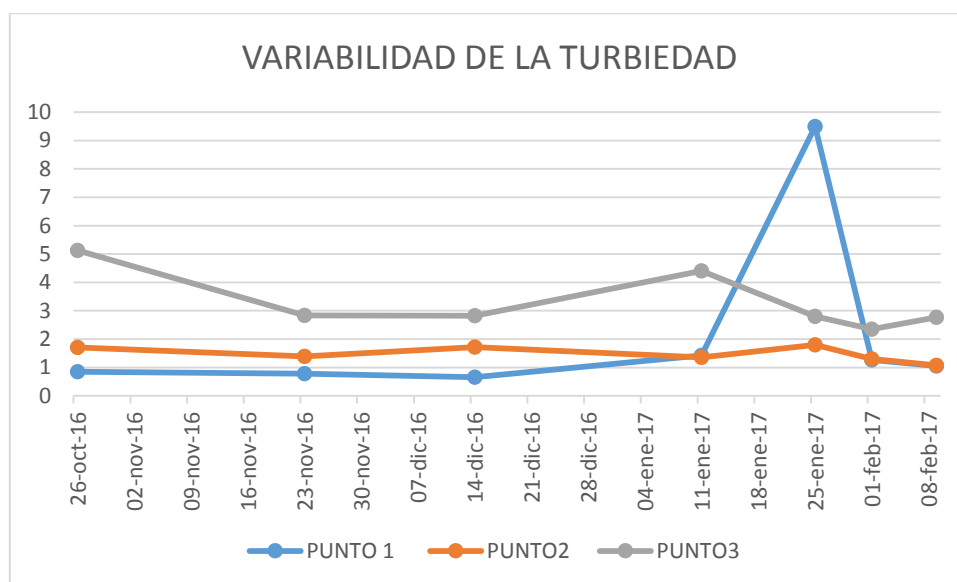


Turbiedad.

La turbiedad del río Collay varía constantemente en los tres puntos de muestreo, siendo evidente los valores más bajos en su mayoría en el punto 1, seguidamente del punto 2 y posteriormente el punto 3 (**ver gráfico 3**) obtuvo el valor más promedio más alto correspondiente a 3, 3 NTU.

El 25 de Enero del 2017 se presenta un pico en los valores llegando a 9.49 (NTU), saliéndose por mucho del promedio general que redondea los 2.3 (NTU) , esto se debe a la presencia de sedimentos en el día del muestreo ya que existía un deslizamiento de la orilla del río cercana a la toma de la muestra.

Gráfico 3 Variabilidad de la turbiedad en las tres zonas de muestreo.



Fuente: (Autores, 2017)

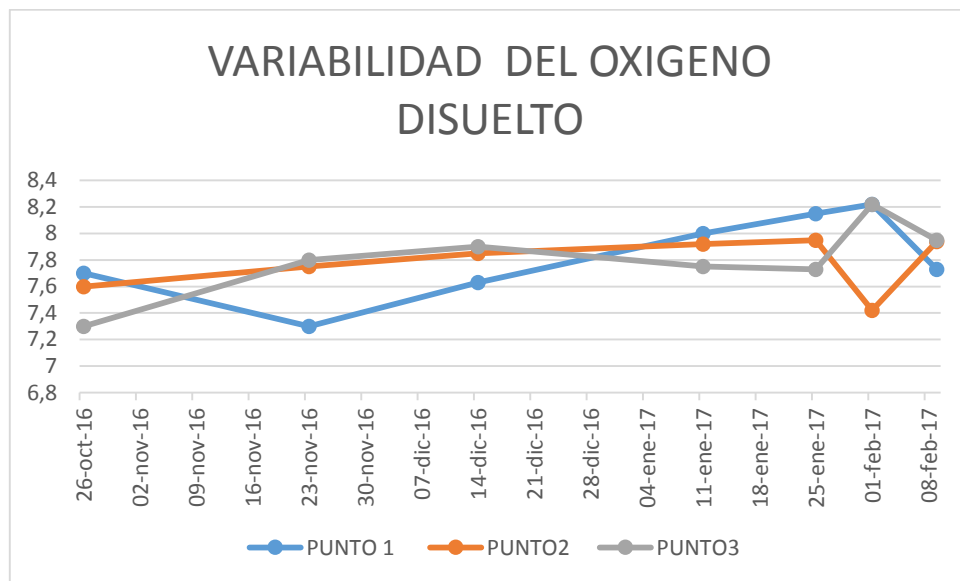
3.1.2.2 PARÁMETROS QUÍMICOS

Oxígeno Disuelto.

Los valores de Oxígeno disuelto (OD) varían en poca cantidad en los tres puntos del cauce del río Collay, se obtienen valores promedios para los puntos 1, 2 y 3 de 7,8 mg/l, 7,7 mg/l, y 7,8 mg/l respectivamente, se presenta un valor promedio general de 7.8mg/l de OD (**ver gráfico 4**). Estos valores varían en poca cantidad debido a que el río Collay es un río de montaña presentando altas pendientes oxigenando constantemente sus aguas.

El valor más alto se presenta en el monitoreo realizado el nueve de Febrero del 2017 para el punto 3 con un valor de 8.22mg/l, el mismo no representa un cambio significativo comprando con los demás meses y puntos de monitoreo.

Gráfico 4 Variabilidad del Oxígeno Disuelto en las tres zonas de muestreo.



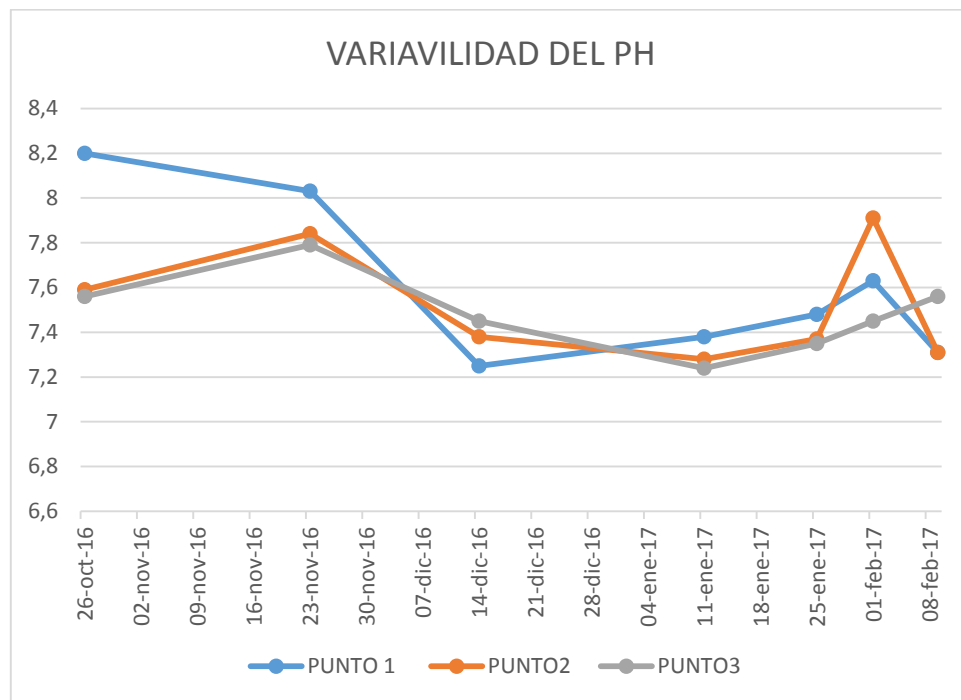
Fuente: (Autores, 217)



pH.

El parámetro pH en el río Collay presenta variaciones ligeras en los tres puntos de muestreo, obteniéndose así un pH promedio para los puntos 1, 2 y 3 de 7.61, 7.53, 7.49 unidades de pH respectivamente. Además, los meses que presentan un mayor incremento de pH son los meses de Octubre con 8.2 y Noviembre con 8.03 unidades de pH ver (**grafica 5**), esto tiene estrecha relación con la quema vegetación que produce Dióxido de Carbono (CO₂) que combinado con el agua dan origen al ácido carbónico (H₂CO₃) el mismo que afecta el pH del agua.

Gráfico 5 Variabilidad del pH en las tres zonas de muestreo



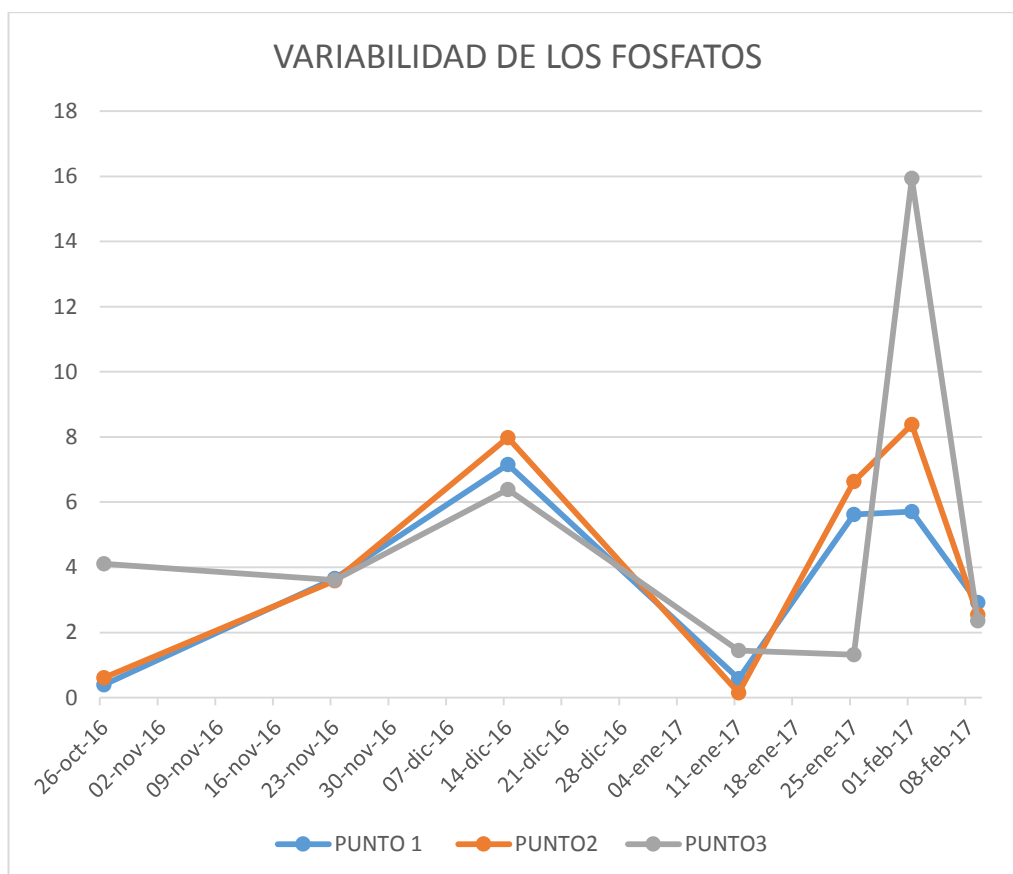
Fuente: (Autores, 2017)



Fosfatos.

Los Fosfatos aumentan constantemente en su valor a lo largo del cauce del río Collay, obteniéndose así valores promedio para los puntos 1, 2 y 3 de 3.7mg/l, 4.2mg/l y 5mg/l respectivamente. Adicionalmente, se presentan cambios en el valor de los Fosfatos siendo el monitoreo realizado el 1 de Febrero del 2017 presenta un aumento notable y presentándose un pico en el punto 3 llegando a un valor de 15.93mg/l ver (**grafica 6**), esto tiene relación con el uso de compuestos químicos fertilizantes cargados de nutrientes (Nitrógeno, Fosforo y Potasio) usados comúnmente en la agricultura, estos pueden desplazarse por escorrentía superficial y llegar a cuerpos de agua aumentando el riesgo de la eutrofización.

Gráfico 6 Variabilidad de los Fosfatos en las tres zonas de muestreo.



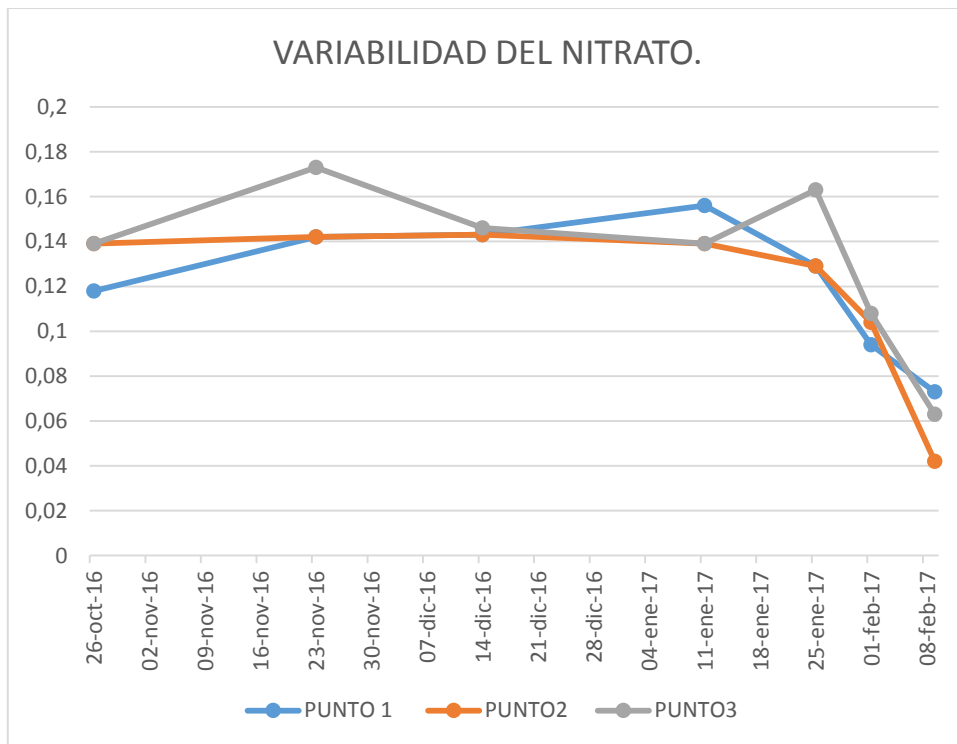
Fuente: (Autores, 2017)



Nitratos.

Los Nitratos monitoreados en el río Collay, presentan variaciones constantes en los tres puntos de muestreo, obteniéndose así valores de Nitratos promedios para los puntos 1, 2 y 3 de 0.12 mg/l, 0.10mg/l y 0.11 mg/l respectivamente. Además, siendo el 23 de Noviembre del 2016 el monitoreo en el punto 3 el que registra una mayor concentración en el valor de Nitratos llegando a un pico en el que tiene un valor de 0.17 mg/l ver (**grafica 7**), este parámetro tiene una relación directa con excrementos de animales provenientes de la ganadería como también del uso de fertilizantes químicos ricos en nutrientes (Nitrógeno, Fosforo y Potasio).

Gráfico 7 Variabilidad del Nitrato en las tres zonas de muestreo

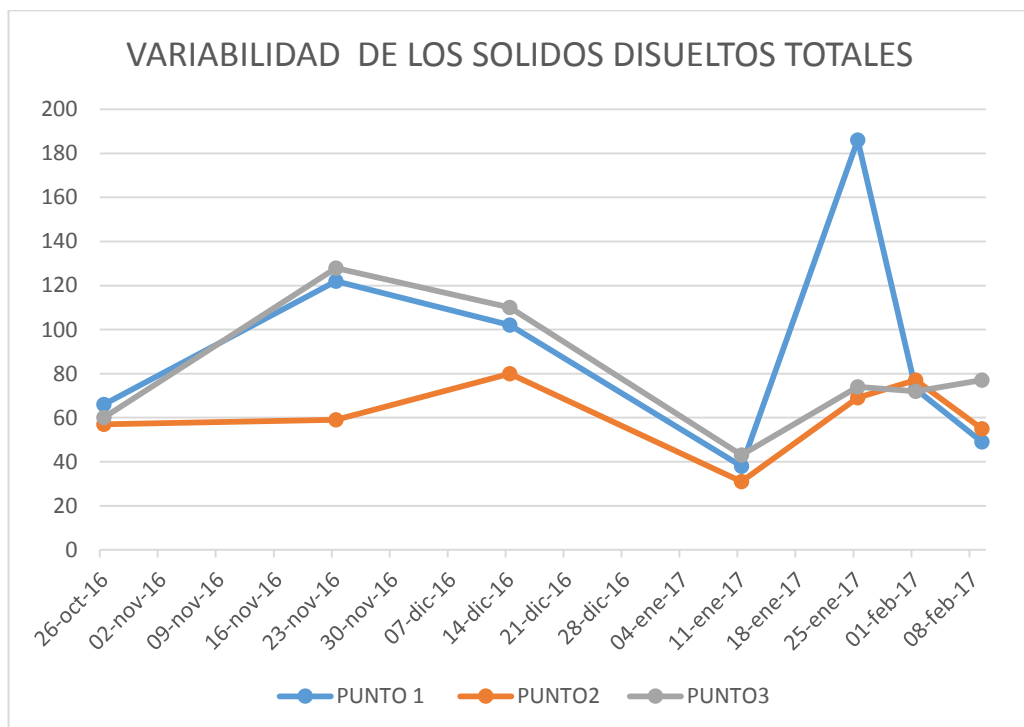


Fuente: (Autores, 2017)

Sólidos Disueltos Totales (SDT).

Para los Sólidos Disueltos Totales monitoreados en el río Collay, se presentan variaciones constantes en el trayecto del cauce desde el punto inicial (zona alta) al punto final (zona baja), obteniéndose así valores de SDT promedios para los puntos 1, 2 y 3 de 85.57 mg/l, 54.71 mg/l y 72.42 mg/l respectivamente. Además, siendo el monitoreo del 25 de Enero del 2017 en el punto 3 el que presenta una mayor concentración de SDT, haciéndose evidente un pico con un valor de 149 mg/l ver (**grafica 8**), esto se debe a que este mes hubo un derrumbo en la zona alta de la subcuenca del río Collay trayendo consigo una carga alta de sedimentos.

Gráfico 8 Variabilidad de los Sólidos Disueltos Totales en las tres zonas de muestreo

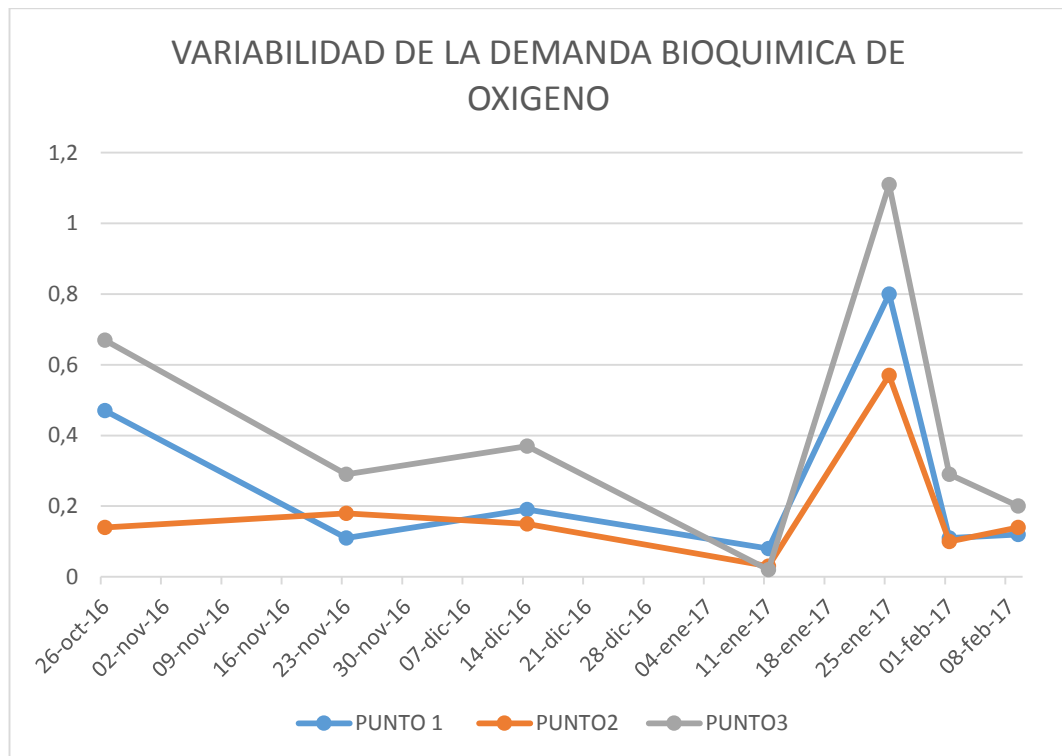


Fuente: (Autores, 2017)

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

La DBO₅ del río Collay presenta variaciones constantes en los tres puntos de muestreo, obteniéndose valores promedios para los puntos 1, 2 y 3 de 0.26 mg/l, 0.18mg/l y 0.42mg/l respectivamente. Además, el monitoreo realizado el 25 de Enero del 2017 presenta picos en las tres zonas con valores de 0.8 mg/l, 0.57 mg/l y 1.11mg/l correspondientemente ver **(grafica 9)**, estos valores tienen una relación inmediata con la descargas de aguas negras y materia orgánica afectando la calidad del agua y el parámetro de DBO₅ presentes en el río Collay.

Gráfico 9 Variabilidad de la DBO en las tres zonas de muestreo



Fuente: (Autores, 2017)

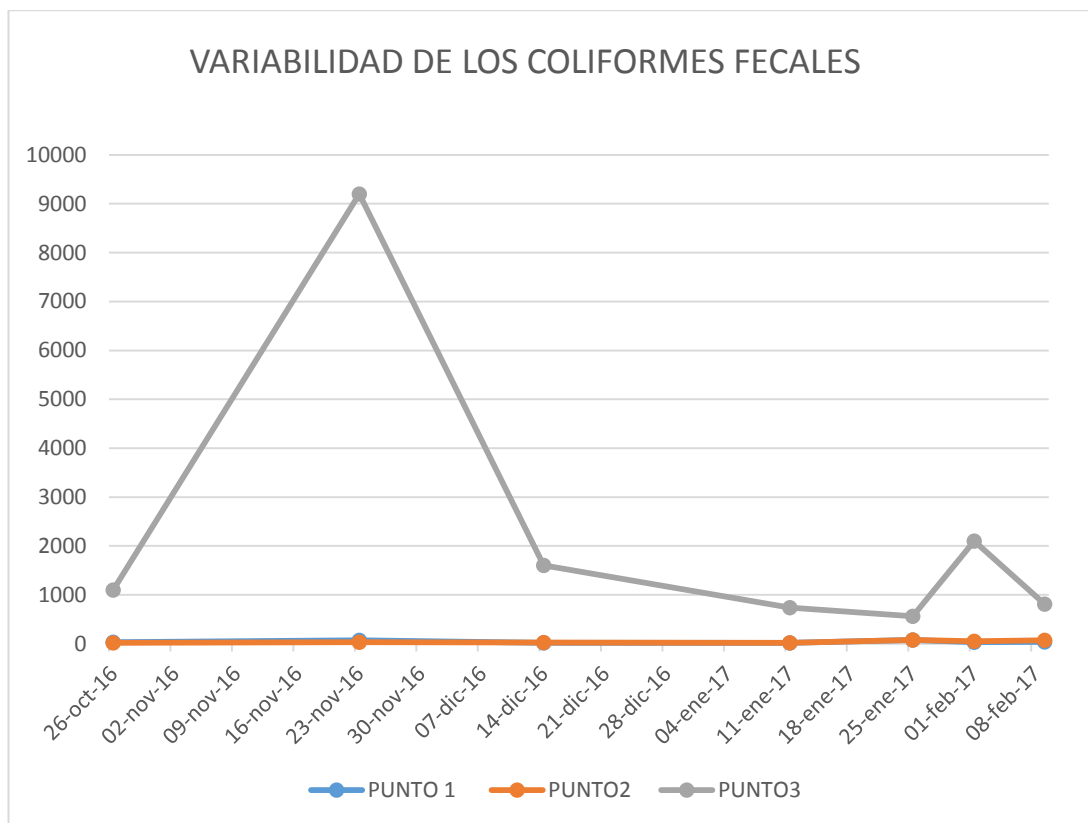


3.1.2.3 PARÁMETROS BIOLÓGICOS

Coliformes Fecales.

Los coliformes fecales varían constantemente a lo largo del cauce del río Collay, obteniéndose valores promedios para los puntos 1, 2 y 3 de 40.57 mg/l, 44.57 mg/l y 2301.42 mg/l respectivamente. El monitoreo realizado el 23 de Noviembre del 2016 en el punto 3 presenta un pico con un valor de 9200 mg/l ver **(grafica 10)**, este aumento significativo se debe a los excrementos: de origen humano y de origen animal llevados por la escorrentía superficial a cuerpos de agua del río Collay.

Gráfico 10 Variabilidad de los Coliformes Fecales en las tres zonas de muestreo



Fuente: (Autores, 2017)



3.2 COMPARACIÓN DE LOS VALORES OBTENIDOS DE LOS TRES PUNTOS DE MUESTREO CON LA NORMATIVA AMBIENTAL.

Basándonos en la legislación y normativa vigente se procedió a realizar tablas de comparación de los valores resultantes de los análisis para cada fecha con los que la normativa establece.

Para esto usamos valores que nos presentan como referencia los valores de dos tablas del libro VI Anexo 1 del TULSMA, tabla 1 y tabla 3. (**Ver anexos 1 Y 2**).

TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional. Se utiliza esta tabla ya que en las partes del río Collay existen comunidades que pueden utilizar el agua para uso doméstico y si es que lo requieren para captarla y darla un tratamiento convencional y así utilizarla de manera segura.

TABLA 3. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

La subcuenca alta del río Collay se encuentra dentro del área protegida del Collay, por tal razón sus objetivos son la conservación y preservación del agua para el desarrollo natural de la flora y fauna, controlando su empleo en diversas actividades, en búsqueda de proteger la vida natural y regular el aprovechamiento de especies bioacuáticas como el caso de la pesca y acuicultura.

3.2.1 Valores resultantes comparados con los del libro VI Anexo 1 del TULSMA Tabla 1.

- 26-OCT-2016

De todos los valores correspondientes al análisis realizado el 26-OCT-2016 se determina que en su mayoría los parámetros de calidad de agua cumplen con la normativa a excepción del valor de Coliformes fecales del punto de muestreo número 3. Obteniéndose un valor de 1100 nmp/100ml ver (**tabla 9**). Entiéndase por (LMP) límite máximo permisible.



Tabla 9 COMPARACION CON LOS VALORES DEL 26-OCT-2016 CON LOS QUE EXIGE LA NORMATIVA TULSMA PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMESTICO

PARAMETROS	Nº1	Nº2	Nº3	LMP
FISICOS				
TEMPERATURA	10.8	11.3	13	Condiciones naturales +0-3
OXÍGENOO DISUELTO%SATURACION	99.97	99.49	95.93	No menor al 80% de saturación y no menos de 6mg/l
TURBIEDAD NTU/FTU	0.84	1.71	5.13	100
QUÍMICOS				
PH	8.2	7.59	7.56	6-9
FOSFAT MG/L OS	0.39	0.39	0.39	NE
N. NITRATOS MG/L	0.11	0.13	0.13	10
SOLIDOS DIUELTOS TOTALES MG/L	66	57	60	1000
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO MG/L	0.47	0.14	0.67	2
BIOLÓGICOS				
COLIFORMES FECALES NPM/100ML	33	17	1100	600

Fuente: (Autores, 2017).



- 23-NOV-2016

De todos los valores correspondientes al análisis realizado el 23-NOV-2016 se determina que en su mayoría los parámetros de calidad de agua cumplen con la normativa a excepción del valor de Coliformes fecales del punto de muestreo número 3. Obteniéndose un valor de 9200 nmp/100ml ver (**tabla 10**).

Tabla 10. COMPARACION CON LOS VALORES DEL 23-NOV-2016 CON LOS QUE EXIGE LA NORMATIVA TULSMA PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMESTICO

PARAMETROS	Nº1	Nº2	Nº3	LMP
FISICOS				
TEMPERATURA°C	10.1	11.2	12.1	Condiciones naturales +0-3
OXÍGENOO DISUELTO%SATURACION	91.22	98.98	95.92	No menor al 80% de saturación y no menos de 6mg/l
TURBIEDAD NTU/FTU	0.784	1.39	2.84	100
QUÍMICOS				
PH MG/L	8.03	7.84	7.79	6-9
FOSFAT MG/L OS	3.65	0.1	18.45	NE
N. NITRATOS MG/L	0.14	0.14	0.17	10
SOLIDOS DIUELTOS TOTALES MG/L	122	59	128	1000
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO MG/L	0.11	0.18	0.29	2
BIOLÓGICOS				
COLIFORMES FECALES NPM/100ML	70	49	9200	600

Fuente: (Autores, 2017)



- 14-DIC-2016

De todos los valores correspondientes al análisis realizado el 14-DIC-2016 se determina que en su mayoría los parámetros de calidad de agua cumplen con la normativa a excepción del valor de Coliformes fecales del punto de muestreo número 3. Obteniéndose un valor de 1600 nmp/100ml ver (**tabla 11**)

Tabla 11 COMPARACION CON LOS VALORES DEL 14-DIC-2016 CON LOS QUE EXIGE LA NORMATIVA TULSMA PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMESTICO

PARAMETROS	Nº1	Nº2	Nº3	LMP
FISICOS				
TEMPERATURA°C	10.3	10.5	11.8	Condiciones naturales +0-3
OXÍGENOO DISUELTO%SATURACION	95.8	99.49	96.4	No menor al 80% de saturación y no menos de 6mg/l
TURBIEDAD NTU/FTU	0.65	1.72	2.83	100
QUÍMICOS				
PH MG/L	7.25	7.38	7.45	6-9
FOSFAT MG/L OS	6.99	7.8	6.24	NE
N. NITRATOS MG/L	0.14	0.14	0.14	10
SOLIDOS DIUELTOS TOTALES MG/L	102	80	110	1000
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO MG/L	0.19	0.15	0.37	2
BIOLÓGICOS				
COLIFORMES FECALES NPM/100ML	17	22	1600	600

Fuente: (Autores, 2017)



- 11-ENE-2017

De todos los valores correspondientes al análisis realizado el 11-ENE-2017 se determina que en su mayoría los parámetros de calidad de agua cumplen con la normativa a excepción del valor de Coliformes fecales del punto de muestreo número 3. Obteniéndose un valor de 740 nmp/100ml ver (**tabla 12**)

Tabla 12 COMPARACION CON LOS VALORES DEL 11-ENE-2017 CON LOS QUE EXIGE LA NORMATIVA TULSMA PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMESTICO

PARAMETROS	Nº1	Nº2	Nº3	LMP
FISICOS				
TEMPERATURA°C	10.1	10.5	12.6	Condiciones naturales +0-3
OXÍGENOO DISUELTO%SATURACION	99.97	99.49	96.4	No menor al 80% de saturación y no menos de 6mg/l
TURBIEDAD NTU/FTU	1.43	1.36	4.4	100
QUÍMICOS				
PH MG/L	7.38	7.28	7.24	6-9
FOSFAT MG/L OS	0.57	0.15	1.41	NE
N. NITRATOS MG/L	0.15	0.13	0.13	10
SOLIDOS DIUeltos TOTALES MG/L	38	31	43	1000
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO MG/L	0.08	0.03	0.02	2
BIOLÓGICOS				
COLIFORMES FECALES NPM/100ML	20	20	740	600

Fuente: Autores, 2017



- 25-ENE-2017

De todos los valores correspondientes al análisis realizado el 25-ENE-2017 se determina que todos los parámetros de calidad de agua cumplen con la normativa vigente ambiente. Ver (**tabla 13**)

Tabla 13 COMPARACION CON LOS VALORES DEL 25-ENE-2017 CON LOS QUE EXIGE LA NORMATIVA TULSMA PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMESTICO

PARAMETROS	Nº1	Nº2	Nº3	LMP
FISICOS				
TEMPERATURA °C	10	10.7	12.5	Condiciones naturales +0-3
OXÍGENOO DISUELTO%SATURACION	101.6	100.35	95.93	No menor al 80% de saturación y no menos de 6mg/l
TURBIEDAD NTU/FTU	9.49	1.8	2.8	100
QUÍMICOS				
PH MG/L	7.48	7.37	7.35	6-9
FOSFAT MG/L OS	5.62	6.63	0.5	NE
N. NITRATOS MG/L	0.12	0.12	0.16	10
SOLIDOS DIUELTOS TOTALES MG/L	186	69	74	1000
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO MG/L	0.8	0.57	1.11	2
BIOLÓGICOS				
COLIFORMES FECALES NPM/100ML	76	76	560	600

Fuente: (Autores, 2017)



- 1-FEB-2017

De todos los valores correspondientes al análisis realizado el 1-FEB-2017 se determina que en su mayoría los parámetros de calidad de agua cumplen con la normativa a excepción del valor de Coliformes fecales del punto de muestreo número 3. Obteniéndose un valor de 2100 nmp/100ml ver (*tabla 14*)

Tabla 14 COMPARACION CON LOS VALORES DEL 1-FEB-2017 CON LOS QUE EXIGE LA NORMATIVA TULSMA PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMESTICO

PARAMETROS	Nº1	Nº2	Nº3	LMP
FISICOS				
TEMPERATURA°C	10.4	10.6	12.5	Condiciones naturales +0-3
OXÍGENO DISUELTO%SATURACION	100.81	93.4	102.01	No menor al 80% de saturación y no menos de 6mg/l
TURBIEDAD NTU/FTU	1.27	1.3	2.35	100
QUÍMICOS				
PH MG/L	7.63	7.91	7.45	6-9
FOSFAT MG/L OS	5.71	8.38	0.33	NE
N. NITRATOS MG/L	0.09	0.10	0.10	10
SOLIDOS DIUeltos TOTALES MG/L	73	77	72	1000
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO MG/L	0.11	0.1	0.29	2
BIOLÓGICOS				
COLIFORMES FECALES NPM/100ML	32	48	2100	600

Fuente: (Autores, 2017).



- 9-FEB-2017

De todos los valores correspondientes al análisis realizado el 9-FEB-2017 se determina que en su mayoría los parámetros de calidad de agua cumplen con la normativa a excepción del valor de Coliformes fecales del punto de muestreo número 3. Obteniéndose un valor de 810 nmp/100ml ver (*tabla 15*)

Tabla 15 COMPARACIÓN CON LOS VALORES DEL 9-FEB-2017 CON LOS QUE EXIGE LA NORMATIVA TULSMA PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMESTICO

PARAMETROS	Nº1	Nº2	Nº3	LMP
FISICOS				
TEMPERATURA°C	10.6	11	12.09	Condiciones naturales +0-3
OXÍGENOO DISUELTO%SATURACION	97.75	99.49	96.4	No menor al 80% de saturación y no menos de 6mg/l
TURBIEDAD NTU/FTU	1.05	1.08	2.77	100
QUÍMICOS				
PH MG/L	7.31	7.31	7.56	6-9
FOSFAT MG/L OS	2.92	2.55	2.36	NE
N. NITRATOS MG/L	0.07	0.04	0.06	10
SOLIDOS DIUELTOS TOTALES MG/L	49	55	67	1000
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO MG/L	0.12	0.14	0.2	2
BIOLÓGICOS				
COLIFORMES FECALES NPM/100ML	36	72	810	600

Fuente: (Autores, 2017).



3.2.2 Valores resultantes comparados con los del libro VI Anexo 1 del TULSMA Tabla 3.

De todos los valores correspondientes al análisis realizado el 26-Oct-2016 se determina que en su mayoría cumplen con la normativa a excepción del valor de Coliformes fecales del punto de muestreo número 3. Resultando un valor de 1100 nmp/100ml sobrepasando el límite máximo permisible de la normativa ambiental vigente ver (*tabla 16*)

- **26-Oct-2016**

Tabla 16 Comparación de valores del 26-Oct-2016 con los límites máximos permisibles del TULSMA para aguas aptas para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

PARAMETROS	Nº1	Nº2	Nº3	LMP
FISICOS				
TEMPERATURA	10.8	11.3	13	Condiciones Naturales +3, máxima 20
OXÍGENOO DISUELTO%SATURACION	99.97	99.49	95.93	No menor al 80% de saturación y no menos de 6mg/l
TURBIEDAD NTU/FTU	0.847	1.71	5.13	NE
QUÍMICOS				
PH	8.2	7.59	7.56	6.5-9
FOSFAT MG/L OS	0.39	0.39	0.39	NE
N. NITRATOS MG/L	0.11	0.13	0.13	NE
SOLIDOS DIUELTOS TOTALES MG/L	66	57	60	NE
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO MG/L	0.47	0.14	0.67	NE
BIOLÓGICOS				
COLIFORMES FECALES NPM/100ML	33	17	1100	200

Fuente: (Autores, 2017).



- **23-NOV-2016**

De todos los valores correspondientes al análisis realizado el 23-NOV-2016 se determina que en su mayoría cumplen con la normativa a excepción del valor de Coliformes fecales del punto de muestreo número 3. Obteniéndose un valor de 9200 nmp/100ml sobrepasando el límite máximo permisible de la normativa ambiental vigente ver (**tabla 17**)

Tabla 17 Comparación de valores del 26-Nov-2016 con los límites máximos permisibles del TULSMA para aguas aptas para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

PARAMETROS	Nº1	Nº2	Nº3	LMP
FISICOS				
TEMPERATURA°C	10.1	11.2	12.1	Condiciones Naturales +3, máxima 20
OXÍGENOO DISUELTO%SATURACION	91.2	98.9	95.9	No menor al 80% de saturación y no menos de 6mg/l
TURBIEDAD NTU/FTU	0.78	1.39	2.84	NE
QUÍMICOS				
PH MG/L	8.03	7.84	7.79	6.5-9
FOSFAT MG/L OS	3.6	0.1	18.45	NE
N. NITRATOS MG/L	0.14	0.14	0.17	NE
SOLIDOS DIUELTOS TOTALES MG/L	122	59	128	NE
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO MG/L	0.11	0.18	0.29	NE
BIOLÓGICOS				
COLIFORMES FECALES NPM/100ML	70	33	9200	200

Fuente: (Autores, 2017).



- **14-DIC-2016**

De todos los valores correspondientes al análisis realizado el 14-DIC-2016 se determina que en su mayoría cumplen con la normativa a excepción del valor de Coliformes fecales del punto de muestreo número 3. Resultando un valor de 1600 nmp100/ml sobrepasando el límite máximo permisible de la normativa ambiental vigente ver (**tabla 18**)

Tabla 18 Comparación de valores del 14-DIC-2016 con los límites máximos permisibles del TULSMA para aguas aptas para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

PARAMETROS	Nº1	Nº2	Nº3	LMP
FISICOS				
TEMPERATURA°C	10.3	10.5	11.8	Condiciones Naturales +3, máxima 20
OXÍGENOO DISUELTO%SATURACION	95.8	99.49	96.4	No menor al 80% de saturación y no menos de 6mg/l
TURBIEDAD NTU/FTU	0.65	1.72	2.83	NE
QUÍMICOS				
PH MG/L	7.25	7.38	7.45	6.5-9
FOSFAT MG/L OS	6.99	7.8	6.24	NE
N. NITRATOS MG/L	0.14	0.14	0.14	NE
SOLIDOS DIUELTOS TOTALES MG/L	102	80	110	NE
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO MG/L	0.19	0.15	0.37	NE
BIOLÓGICOS				
COLIFORMES FECALES NPM/100ML	17	22	1600	200

Fuente: (Autores, 2017).



- **11-ENE-2017**

De todos los valores correspondientes al análisis realizado el 11-ENE-2017 se determina que en su mayoría cumplen con la normativa a excepción del valor de Coliformes fecales del punto de muestreo número 3. Resultando un valor de 740 nmp100/ml sobrepasando el límite máximo permisible de la normativa ambiental vigente ver (**tabla 19**)

Tabla 19 Comparación de valores DEL 11-ENE-2017 con los límites máximos permisibles del TULSMA para aguas aptas para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

PARAMETROS	Nº1	Nº2	Nº3	LMP
FISICOS				
TEMPERATURA°C	10.1	10.5	12.6	Condiciones Naturales +3, máxima 20
OXÍGENOO DISUELTO%SATURACION	99.9	99.4	96.4	No menor al 80% de saturación y no menos de 6mg/l
TURBIEDAD NTU/FTU	1.43	1.36	4.4	NE
QUÍMICOS				
PH MG/L	7.38	7.28	7.24	6.5-9
FOSFAT MG/L OS	0.57	0.15	1.41	NE
N. NITRATOS MG/L	0.15	0.13	0.13	NE
SOLIDOS DIUELTOS TOTALES MG/L	38	31	43	NE
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO MG/L	0.08	0.03	0.02	NE
BIOLÓGICOS				
COLIFORMES FECALES NPM/100ML	20	20	740	200

Fuente: (Autores, 2017)



- **25-ENE-2017**

De todos los valores correspondientes al análisis realizado el 25-ENE-2017 se determina que en su mayoría cumplen con la normativa a excepción del valor de Coliformes fecales del punto de muestreo número 3. Obteniéndose un valor de 560 nmp100/ml sobrepasando el límite máximo permisible de la normativa ambiental vigente ver (**tabla 20**)

Tabla 20 Comparación de valores del 25-ENE-2017 con los límites máximos permisibles del TULSMA para aguas aptas para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

PARAMETROS	Nº1	Nº2	Nº3	LMP
FISICOS				
TEMPERATURA°C	10	10.7	12.5	Condiciones Naturales +3, máxima 20
OXÍGENOO DISUELTO%SATURACION	101.6	100.35	95.93	No menor al 80% de saturación y no menos de 6mg/l
TURBIEDAD NTU/FTU	9.49	1.8	2.8	NE
QUÍMICOS				
PH MG/L	7.48	7.37	7.35	6.5-9
FOSFAT MG/L OS	5.62	6.63	0.5	NE
N. NITRATOS MG/L	0.12	0.12	0.16	NE
SOLIDOS DIUULTOS TOTALES MG/L	186	69	74	NE
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO MG/L	0.8	0.57	1.11	NE
BIOLÓGICOS				
COLIFORMES FECALES NPM/100ML	76	76	560	200

Fuente: (Autores, 2017)



- **1-FEB-2017**

De todos los valores correspondientes al análisis realizado el 1-FEB-2017 se determina que en su mayoría cumplen con la normativa a excepción del valor de Coliformes fecales del punto de muestreo número 3. Resultando un valor de 2100 nmp100/ml sobrepasando el límite máximo permisible de la normativa ambiental vigente ver (**tabla 21**)

Tabla 21 Comparación de valores del 1-FEB-2017 con los límites máximos permisibles del TULSMA para aguas aptas para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

PARAMETROS	Nº1	Nº2	Nº3	LMP
FISICOS				
TEMPERATURA°C	10.4	10.6	12.5	Condiciones Naturales +3, máxima 20
OXÍGENOO DISUELTO%SATURACION	100.81	93.43	102.01	No menor al 80% de saturación y no menos de 6mg/l
TURBIEDAD NTU/FTU	1.27	1.3	2.35	NE
QUÍMICOS				
PH MG/L	7.63	7.91	7.45	6.5-9
FOSFAT MG/L OS	5.71	8.38	0.33	NE
N. NITRATOS MG/L	0.09	0.10	0.10	NE
SOLIDOS DIUULTOS TOTALES MG/L	73	77	72	NE
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO MG/L	0.11	0.1	0.29	NE
BIOLÓGICOS				
COLIFORMES FECALES NPM/100ML	32	48	2100	200

Fuente: (Autores, 2017).



- **9-FEB-2017**

De todos los valores correspondientes al análisis realizado el 9-FEB-2017 se determina que en su mayoría cumplen con la normativa a excepción del valor de Coliformes fecales del punto de muestreo número 3. Resultando un valor de 810 nmp100/ml sobrepasando el límite máximo permisible de la normativa ambiental vigente ver (**tabla 22**)

Tabla 22 Comparación de valores del 9-FEB-2017 con los límites máximos permisibles del TULSMA para aguas aptas para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

PARAMETROS	Nº1	Nº2	Nº3	LMP
FISICOS				
TEMPERATURA °C	10.6	11	12.09	Condiciones Naturales +3, máxima 20
OXÍGENOO DISUELTO%SATURACION	97.75	99.49	96.4	No menor al 80% de saturación y no menos de 6mg/l
TURBIEDAD NTU/FTU	1.05	1.08	2.77	NE
QUÍMICOS				
PH MG/L	7.31	7.31	7.56	6.5-9
FOSFAT MG/L OS	2.92	2.55	2.36	NE
N. NITRATOS MG/L	0.07	0.04	0.06	NE
SOLIDOS DIUELTOS TOTALES MG/L	49	55	67	NE
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO MG/L	0.12	0.14	0.2	NE
BIOLÓGICOS				
COLIFORMES FECALES NPM/100ML	36	72	810	200

Fuente: (Autores, 2017)

Nota: El parámetro de coliformes fecales en la zona baja del río Collay punto 3 de monitoreo en su mayoría no cumple con la normativa ambiental vigente TULSMA Libro VI Anexo 1, tablas 1 y 3, debido a que al encontrarse en la parte baja de la subcuenca del Collay presenta una mayor concentración de contaminantes biológicos (Coliformes Fecales) proveniente de descargas directas de aguas negras y actividades ganaderas.



3.3 ELABORACIÓN DE LA MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN, VALORACIÓN Y DICTAMEN DE IMPACTOS AMBIENTALES DE LA SUBCUENCA ALTA DEL RÍO COLLAY.

3.3.1 Matriz de identificación de impactos ambientales.

En la **matriz 1** podemos observar a detalle la matriz de identificación de impactos ambientales de Leopold que muestra los factores ambientales y las actividades antrópicas desarrolladas en la zona alta de la subcuenca del río Collay. Se identificaron 86 impactos ambientales causados por las diferentes actividades afectando a los diferentes factores ambientales:

La actividad antrópica que generó mayor impacto ambiental fue la quema de vegetación en la zona alta de la subcuenca del río Collay con un total de 14 impactos identificados, esta actividad se realiza principalmente por creencias de los agricultores, quienes piensan que "quemar provoca lluvia".

La actividad que ocupa un segundo lugar en el número de impactos causados es el cambio en el uso del suelo de la zona alta de la subcuenca estudiada generando 11 impactos ambientales identificados, esto se debe a que agricultores y ganaderos constantemente siembran y crían ganado expandiendo constantemente la frontera agrícola talando o quemando bosque nativo, cambiando el uso del suelo destinado a la conservación para generar áreas destinadas a las actividades antes mencionadas.

En tercer lugar se encuentran las actividades de tala de bosque nativo, descargas directas de aguas al río Collay y siembra, todas estas alteraciones se dan por la falta de conocimiento de los pobladores de la zona alta al querer introducir ganado, especies diferentes a las endémicas a una área protegida, como así también el no contar con un tratamiento previo de aguas antes que las mismas sean descargadas al río.



Matriz 1 Identificación de impactos ambientales

Factores Ambientales	MEDIO FÍSICO									MEDIO BIÓTICO				M. PER C	MEDIO SOCIOECONÓMICO CULTURAL									Numero de Impactos.	OBSERVACIONES
	AIRE				AGUA	SUELO				VEGETACION		FAUNA		U. PAISAJE	USO DEL SUELO		INFRAESTRUCTURA			HUMANOS					
	Ruido	Gases	Polvo	Olores	Calidad	Topografía y Geomorfología	Erosión	Estabilidad	Calidad	Cubierta Vegetal	Diversidad	Diversidad	Migración.	Paisaje Natural	Forestal	AGRICOLA	Red De servicio y Transporte	Red de abastecimiento y Comercialización	Salud	Seguridad	Empleo				
Quema		X		X	X	X	X		X	x	x	X	X	x	X	X			X			14			
Pisoteo de ganado						X	X		X	x	x	X	X	x		X						9			
Tala de bosque nativo				X	X	X	X		X	x	x	X	x	X								10			
Cambio de uso de suelo					X	X	X	X	x	X	X	X	x		X							11			
Introducción especies							x		x	x	X	X	X	X		X						8			
Descarga directas de aguas al rio		X			X		X		X										X			5			
Ganadería					X	X	X	x	x	X	X	X	X	x								10			
Siembra	X			X	X		X		X	X	X			x		X			X			10			
Uso de fertilizantes químicos				X	X		X		X	x	X	X				X			x			9			
Numero de impactos	1	2	0	4	7	5	9	2	9	8	8	7	6	7	1	6	0	0	4	0	0	86			

Fuente: (Autores, 2017)



3.3.2 Matriz de valoración de impactos ambientales.

En la **matriz 2**, podemos observar a detalle la valoración de impactos ambientales ocasionados en la zona alta de la subcuenca del Collay, muestra con valores las afecciones positivas y negativas consideradas de acuerdo a su magnitud e importancia , como también un valor total numérico de todos los impactos generados en la subcuenca del Collay.

Analizando la **matriz 2**, decimos que el 100% de los impactos tiene una valoración numérica de -841 dicho valor es negativo por lo que representa afecciones a la zona de estudio.

Las actividades con mayor afecciones en la matriz de valoración de impactos ambientales son: La quema de vegetación, cambio de uso de suelo, tala de bosque nativo y siembra con un valores numéricos de -151, -124, -126, -116 afecciones negativas respectivamente, representado el 17.95%, 14.98%, 14.74%, 13.79% con respecto al 100% de la valoración de impactos.

Seguidamente por la valoración de impactos ambientales de las actividades: pisoteo de ganado, uso de fertilizantes químicos e introducción de especies con valores numéricos de -87, -86 y -60 afecciones negativas respectivamente, representando el 10.34%, 10.22% y 7.13% con respecto al 100% de la valoración de impactos.

Finalmente, la valoración de impactos ambientales de las actividades: ganadería y descargas de aguas al río con valores numéricos de -50 y -41 afecciones negativas respectivamente, representando el 5.94% y 4.87% con respecto al 100% de la valoración de impactos.

Matriz 2 Valoración de impactos ambientales

Factores Ambientales		MEDIO FÍSICO									MEDIO BIÓTICO				M. PERC	MEDIO SOCIOECONÓMICO CULTURAL									Número de Impactos.	Afectaciones positivas	afectaciones negativas	Agregación por impacto
		AIRE				AGUA	SUELO				FLORA		FAUNA		U. PAISAJE	USO DEL SUELO			INFRAESTRUCTURA			HUMANOS						
		Ruido	Gases	Polvo	Olores	Calidad	Topografía y Geomorfología	Erosión	Estabilidad	Calidad	Cubierta Vegetal	Diversidad	Diversidad	Migración.	Paisaje Natural	Forestal	Agrícola	Red De servicio y Transporte	Red de abastecimiento y Comercialización	Salud	Seguridad	Empleo						
Actividades del Proyecto.	Quema	-5/2		-5/3	-4/3	-2/4	-5/1	-6/3	-7/1	-5/4	-4/2	-1/5	-3/1	-5/2	-6/2			-6/3			14	0	14	-151				
	Pisoteo de ganado					-5/1	-6/4	-6/3	-4/3	-2/1	-2/3	-2/1	-5/2		-4/2						9	0	9	-87				
	Tala de bosque nativo			-2/3	-3/4	-4/3	-6/3	-6/3	-4/5	-2/4	-2/5	-2/5	-5/2								10	0	10	-124				
	Cambio de uso del suelo				-3/6	-2/3	-5/2	-3/2	-3/4	-5/4	-2/4	-2/5	-5/3		-5/3						11	0	11	-126				
	Introducción de especies						-4/2	-2/3	-3/1	-5/2	-2/3	-3/5			-2/1						8	0	8	-60				
	Descargas de aguas al río	-2/1			-5/3		-3/2	-2/3											-4/3		5	0	5	-41				
	Ganadería				-2/3	-3/2	-4/3	2/3	-4/3	2/3	-1/2	-2/3	-4/3								10	2	8	-50				
	Siembra	-1/2		-3/4	-5/6		-4/3	-5/6	-4/3	-3/2	-2/3		-3/4		-4/3				-3/4		10	1	9	-116				
	Uso de fertilizantes			-2/3	-3/4		-5/3	-4/3	-2/3							-3/4			-4/3		9	0	9	-86				
Numero de impactos		1	2	0	4	7	5	9	2	9	8	8	7	6	7	1	6	0	0	4	0	0	86	-841				
EVALUACION	Núm. afectaciones +	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	Núm. afectaciones -	1	2	0	4	7	5	9	1	9	7	8	7	6	7	1	5	0	0	4	0	0						
	Agregación de impacto	-2	-12	0	-10	-105	-37	0	-110	-135	-80	-60	-50	-39	-77	-10	31	0	0	-54	0	0						
Agregación por componente.		-53			-105	-282			-229				-77	-41			0			-54								
AGREGADO TOTAL																							-841					

Fuente: (Autores, 2017)



3.3.3 Dictamen ambiental.

Análisis de la matriz de valoración, Actividad – Valoración de Impactos

Mediante la valoración de impactos podemos analizar que la actividad cambio en el uso del suelo genera un mayor impacto ambiental con un valor de -126 de afecciones negativas en la subcuenca alta del Collay ya que esto implica desplazar flora y fauna nativa para realizar actividades agro productivas típicas de la zona alta como son: la siembra, ganadería y construcción de viviendas, alterando conjuntamente a varios factores ambientales (suelo, vegetación, fauna y paisaje). Ver (**tabla 23**)

Tabla 23 Análisis actividad-valoración de impactos

Actividad	Valoración de Impactos
Quema	-151
Pisoteo de ganado	-87
Tala de bosque nativo	-124
Cambio de uso en el suelo	-126
Introducción especies	-60
Descarga de aguas al río	-41
Ganadería	-50
Siembra	-116
Uso de fertilizantes	-86

Fuente: (Autores, 2017)



Análisis de la matriz de valoración, Medio– Grado de afección **(Efecto)**

Mediante el análisis medio-grado de afección, podemos analizar cómo están afectados cada uno de los factores ambientales diagnosticados en el presente proyecto técnico. A continuación describimos cada uno de los factores ambientales (medio físico, biótico, perceptual y socioeconómico cultural) detallando la manera de cómo se encuentran afectados.

Medio físico:

El suelo se ve afectado por las diferentes actividades como son la tala, quema de bosques, ganadería y siembra, siendo su calidad la que adquiere una mayor valoración debido a que esta se ve afectada de manera negativa. La calidad del suelo cambia con el pisoteo del ganado, produciendo efectos a largo y corto plazo como son la erosión, que al estar ubicada en una subcuenca en un momento determinado generara en los cuerpos de agua un aumento en los sedimentos. La calidad del aire presenta impactos producidos por las actividades de ganadería y siembra, las mismas que se realizan con técnicas ancestrales como la quema de bosques que producen emisiones de material particulado y gases a la atmosfera.

El agua está afectada por la erosión del suelo aumentando su nivel en sedimentos, además en la zona alta, media y baja no existe sistema de alcantarillado por lo que se realizan descargas directas al río, afectando su calidad.

Medio Biótico:

Las actividades de ganadería, siembra, quema y tala de bosques afectan a la flora y fauna nativa ya que estos son removidos de su habitat natural. Además cuando se realizan quemas la perdida de vegetación es inevitable también sucede esto cuando se prepara el terreno para actividades agrícolas o ganaderas.

En algunas ocasiones el hábitat se vuelve irrecuperable en el tiempo para



las especies de la zona debido a malas prácticas agrícolas, la introducción de especies y cambios generados en el ecosistema.

Medio Perceptual:

El paisaje se ve modificado y alterado por actividades antrópicas como son la ganadería y siembra que requieren de quemas innecesarias por creencias ancestrales que perduran en la actualidad. El cambio de uso de suelo para su aprovechamiento agrícola genera parches en el bosque protector del Collay, haciendo evidente que es un ecosistema alterado, perdiendo así su apreciación como área protegida.

Medio socioeconómico cultural:

Las actividades: quema de bosque nativo, afecta a la salud de las personas por el material particulado que se emite; las descargas directas de aguas al río, generan focos de contaminación ocasionando enfermedades gastrointestinales causadas por bacterias, parásitos y virus que se encuentran en el agua contaminada, siendo los niños y ancianos de la zona los más vulnerables a verse afectados por dichas enfermedades debido a que tienen el sistema inmunológico(defensa natural del cuerpo) más débil.



3.4 ELABORACIÓN DE LA RELACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL ICA-NSF CON LOS IMPACTOS AMBIENTALES PRODUCIDOS EN LA SUBCUENCA ALTA DEL RÍO COLLAY.

3.4.1 Relación parámetro-actividad-impacto ambiental: la *tabla 24*, muestra la relación que existe entre las principales actividades antrópicas con los parámetros del ICA-NSF.

Tabla 24 Relación de los parámetros físicos, químicos y biológicos del ICA-NSF con los impactos ambientales producidos en la subcuenca alta del río Collay.

PARAMETRO	MES	VALOR PROMEDIO POR MES	RELACIÓN ACTIVIDAD ANTRÓPICA-PARAMETRO DEL ICA-NSF	IMPACTO AMBIENTAL
TEMPERATURA	OCTUBRE	11.7	Las descargas directas de agua pueden modificar la temperatura en diferentes puntos del agua. (Pombo, 2004)	Reduce la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. Incrementa la solubilidad de sustancias.
	NOVIEMBRE	11.13		
	DICIEMBRE	10.86		
	ENERO	11		
	FEBRERO	11.11		
OXIGENO DISUELTO	OCTUBRE	7.53	La Ganadería genera excrementos de animales que disminuyen el oxígeno disuelto en el agua. Las descargas directas en el agua llevan consigo materia orgánica que reduce el valor de este parámetro. (Pinos et al., 2012)	En bajos niveles puede expresar presencia de materia orgánica animal y vegetal que reducen el oxígeno disuelto en el agua.
	NOVIEMBRE	7.61		
	DICIEMBRE	7.79		
	ENERO	7.91		
	FEBRERO	7.91		
TURBIEDAD	OCTUBRE	2.56	Las actividades agrícolas y ganaderas generan un alto deterioro de la calidad del suelo, pudiendo este erosionarse y aumentar los niveles de turbiedad en el agua. (Oré, 2005)	Puede ser causante de cambio de la temperatura por la absorción del calor por parte de las partículas suspendidas.
	NOVIEMBRE	1.67		
	DICIEMBRE	1.73		
	ENERO	3.54		
	FEBRERO	1.63		
	OCTUBRE	7.78	La quema de los bosques produce CO ₂ que disuelto en el	Va de 0 a 14 es aceptable para la mayoría de
	NOVIEMBRE	7.88		



PH	DICIEMBRE	7.36	agua cambia su PH, pudiendo alterar su composición y generar impactos ambientales. (NOM127SSA11994 & AMBIENTAL, 2015)	organismos acuáticos en valores de 6 a9, en valores altos o bajos genera impactos como aumentar la solubilidad de metales tóxicos. Además puede crear habitas inhabitables
	ENERO	7.35		
	FEBRERO	7.45		
FOSFTATOS	OCTUBRE	1.70	Las actividades en suelos agrícolas acompañadas del uso de fertilizantes aumentan el nivel de fosfatos en el agua, ya que este nutriente es arrastrado con las lluvias fuertes por escorrentía. (Rodríguez, 2007)	En niveles altos pueden causar la eutrofización debido a que son nutrientes para plantas béticas e invasoras. (Yanggen et al, 2003)
	NOVIEMBRE	3.61		
	DICIEMBRE	7.17		
	ENERO	2.62		
	FEBRERO	6.3		
NITRATOS	OCTUBRE	0.13	Los nitratos pueden encontrarse en descargas de aguas negras. La Ganadería genera desechos de animales que aumentan el valor de los nitratos en el agua. La agricultura al usar fertilizantes aumenta el número de nutrientes presentes, por lo tanto aumentarán los niveles de Nitratos. (Solis et al., 2011)	En niveles elevados pueden causar eutrofización ya que son nutrientes para plantas béticas e invasoras. (Yanggen et al, 2003)
	NOVIEMBRE	0.15		
	DICIEMBRE	0.144		
	ENERO	0.14		
	FEBRERO	0.04		
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	OCTUBRE	61	Actividades Agrícolas y Ganaderas aportan en nutrientes y materia orgánica aumentando los valores de SDT en el agua si estas llegan por escorrentía.	Indican la presencia de contaminantes químicos en altos niveles pueden indicar un agua contaminada con sodio, potasio, magnesio y cantidades de materia orgánica.
	NOVIEMBRE	103		
	DICIEMBRE	97.33		
	ENERO	50		
	FEBRERO	67.15		
	OCTUBRE	0.42	Las descargas directas al río	Niveles altos de DB05 indican que el agua puede



DEMANDA BIOQUIMICA DEOXIGENO	NOVIEMBRE	0.19	aumentan los valores de DBO5 por la materia orgánica que producen. Actividades ganaderas y agrícolas aportan con materia orgánica que son causantes de valores elevados en DB05(Menchaca et al., 2011)	tener una cantidad baja de oxígeno disuelto dificultando la vida para diferentes especies.
	DICIEMBRE	0.23		
	ENERO	0.45		
	FEBRERO	0.16		
COLIFORMES FECALES	OCTUBRE	383.3	Descargas directas al río aumentan el nivel bacteriano debido a que generalmente estas contienen desechos de humanos y animales, además no son tratadas previa a su descarga. (Mora & Araya, 2008)	En niveles altos nos indica la presencia de bacterias que en el caso de ser consumidas por humanos pueden causar enfermedades gastrointestinales.
	NOVIEMBRE	3101		
	DICIEMBRE	546.33		
	ENERO	248.5		
	FEBRERO	516		

Fuente:(Autores, 2017)



CAPITULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES.

- a. La caracterización de los parámetros físicos químicos y biológicos del índice de calidad de agua de la Fundación Nacional de Sanidad de los Estados Unidos (ICA-NSF), nos permitió determinar los valores de los parámetros (coliformes fecales, pH, DBO5, NO3, PO4, temperatura, turbidez, OD y Solidos disueltos totales.) satisfactoriamente en los siete periodos de monitoreo comprendidos entre Octubre 2016- Febrero 2017 establecidos previamente. A continuación, se presenta los resultados promedios de los valores de siguientes parámetros de las tres zonas de monitoreo:

Temperatura: en zona alta es de 10.32 °C, en la zona media es de 10.82 °C y en la zona baja 12.37 °C, esto indica que la temperatura desciende con la altura del cauce de la subcuenca. Hay que tener en cuenta que las temperaturas altas impulsan la proliferación de bacterias y degradación del agua.

Turbiedad: al ser el río Collay un río de montaña y encontrarse dentro del Área de Bosque y Vegetación Protectora del Collay, la vegetación presente estabiliza y protege al suelo de la erosión como también evitando que el agua tenga contacto con sedimentos. Dado esto los valores de los resultados promedios para la turbiedad en los tres puntos monitoreados son relativamente bajos: 2.21 NTU (zona alta), 1.48 NTU (zona media), 3.30 NTU (zona baja). Además, cabe señalar que se notó un considerable aumento el 25 de Enero del 2017 llegando a 9.49 (NTU), debido a la presencia de material sedimentario procedente de deslizamiento de un lugar aledaño a la toma de muestreo.



Oxígeno disuelto: Los resultados indicaron para las tres zonas de monitoreo valores promedios de: 7.81 mg/l (zona alta), 7.77 mg/l (zona media) y 7.80 mg/l (zona baja) respectivamente, este parámetro no presenta cambios significativos comparándola con los tres puntos de muestreo encontrándose en valores óptimos para la vida acuática del río Collay.

PH: Los resultados indicaron para las tres zonas de monitoreo valores promedios de: 7.61 (zona alta), 7.52 (zona media) y 7.48 (zona baja) respectivamente, los cuales tienen estrecha relación con incendios forestales ya que el dióxido de carbono (CO_2) combinado con el agua produce ácido carbónico (H_2CO_3).

Fosfatos: Los resultados indicaron para las tres zonas de monitoreo valores promedios de: 3.71 mg/l (zona alta), 4.27 mg/l (zona media) y 5 mg/l (zona baja) respectivamente, este parámetro está ligado a la presencia de fertilizantes químicos altos en fósforo como también a aguas grises que contienen detergentes fosforados.

Nitratos: Los resultados indicaron para las tres zonas de monitoreo valores promedios de: 0.12 mg/l (zona alta), 0.10 mg/l (zona media) y 0.11 mg/l (zona baja) respectivamente, los mismos que tienen una relación directa con estiércol de ganado, descargas domiciliarias y fertilizantes químicos altos en nitrógeno.

Sólidos Disueltos Totales: Los resultados indicaron para las tres zonas de monitoreo valores promedios de: 85.57 mg/l (zona alta), 54.71 mg/l (zona media) y 72.42 mg/l (zona baja) respectivamente, esto indica que existe la presencia de sustancias disueltas en el agua como los sedimentos.



Demanda Bioquímica de Oxígeno: Los resultados indicaron para las tres zonas de monitoreo valores promedios de: 0.26 mg/l (zona alta), 0.18 mg/l (zona media) y 0.42 mg/l (zona baja) respectivamente, se nota un aumento en el zona baja de monitoreo debido a que aquí existe mayor cantidad de materia orgánica proveniente de actividades agro productivas y de beneficio humano desarrolladas a lo largo del cauce del río Collay.

Coliformes Fecales: Los resultados indicaron para las tres zonas de monitoreo valores promedios de: 40.57 mg/l (zona alta), 41.14 mg/l (zona media) y 2301 mg/l (zona baja) respectivamente, se presenta un significativo aumento en el punto tres de monitoreo debido a que en esta zona el agua se encuentra contaminada con aguas negras las mismas que contienen gran cantidad de bacterias como la Escherichia coli, factor determinante en este parámetro.

- b. Comparando los nueve parámetros (coliformes fecales, pH, DBO5, NO3, PO4, temperatura, turbidez y OD.) del ICA-NSF con la normativa ambiental vigente TULSMA LIBRO VI ANEXO 1 tablas 1 y 3, concluimos que los ocho parámetros (pH, DBO5, NO3, PO4, temperatura, turbidez y OD.) de calidad del agua cumplen con los valores del límite máximo permisible establecidos por dichas normas, a excepción de los coliformes fecales en el punto 3 (zona baja) que se ven manipulados principalmente por la bacteria Escherichia coli que es un indicador de contaminación fecal, el origen de dicha afección proviene de descargas directas de aguas grises y negras derramadas al curso de agua.
- c. El presente proyecto técnico apporto satisfactoriamente para la caracterización y análisis de los 3 puntos de muestreo (zona alta,



media y baja) de la subcuenca del río Collay. Resultando para los tres puntos monitoreados los valores del ICA-NSF promedios de: 74.11 en el punto 1, considerándolo según la clasificación de la calidad del agua como de buena calidad; 74.34 para el punto 2 considerándola también como agua de buena calidad; y 70.85 para el punto 3, considerándola agua de mediana calidad, todo esto según los resultados de laboratorio y análisis de los factores físicos, químicos y biológicos que utiliza el ICA-NSF. Finalmente, se hace evidente el deterioro de la calidad del agua en el punto 3 de monitoreo ubicado en la zona baja del río Collay, esto debido a que en el transcurso del río se ve afectado por diferentes actividades antrópicas desarrolladas en la parte alta y media de la subcuenca del Collay.

- d. Se elaboró con éxito la matriz de identificación y valoración de impactos ambientales de Leopold, tomando en consideración nueve actividades antrópicas (quema, tala de bosque nativo, pisoteo de ganado, cambio del uso de suelo, introducción de especies, descargas de aguas al río, ganadería, siembra y uso de fertilizantes). Una vez valoradas estas actividades se determinó que la quema de bosque y el cambio en el uso del suelo representan el 17.95% y 14.98% del 100% de la valoración de impactos ambientales, afectando a los diferentes factores ambientales (medio físico, biótico, preceptuar y socioeconómico cultural), resultando ser el medio físico el que presenta mayor alteración dado que las actividades antes mencionadas causan deterioro del suelo. Todo esto tiene relación directa con los componentes del agua, afectando su calidad. Se pueden usar los valores de los parámetros físicos, químicos y biológicos del ICA-NSF para relacionarlos con los impactos ambientales causados por actividades desarrolladas con frecuencia en la zona alta de la subcuenca del Collay, es así que se determinó que si existe influencia de las actividades sobre el estado del río Collay, debido a la evidente la presencia de contaminantes que se generan en



actividades agrícolas y ganaderas como son los nitratos, fosfatos y coliformes fecales. Adicionalmente, se determinó que la tala de árboles, el pisoteo del ganado y la quema de los bosques afectan la calidad del suelo haciendo que el mismo se erosione; esto se ve reflejado en los parámetros de Turbiedad y Sólidos Disueltos Totales en el agua, que si bien no están sobre el límite de la normativa están presentes en diferentes niveles en el agua. Por otro lado, la quema de los bosques produce dióxido de carbono (CO₂), el cual es soluble en el agua y causa variaciones en los niveles de pH, lo cual se pudo evidenciar. Otro factor que se determinó es el aumento de Coliformes fecales, siendo evidente una mayor concentración a medida que desciende el cauce del río Collay.

4.2 RECOMENDACIONES.

La **tabla 25**, nos presenta una serie de recomendaciones para minimizar los impactos ambientales que causan las actividades antrópicas desarrolladas en la subcuenca alta del Collay, que a la vez tienen una relación directa con los valores de los parámetros que utiliza el ICANSF.

Tabla 25 Recomendaciones ligadas a las actividades antrópicas desarrolladas en la subcuenca alta del Collay.

ACTIVIDAD	RECOMENDACIONES
QUEMA DE LOS BOSQUES	Socializar sobre los impactos de la quema de bosques y generar alternativas para que ya no se desarrolle esta actividad.
SIEMBRA	Controlar que no se realicen actividades agrícolas en áreas protegidas evitando la expansión de la frontera agrícola.
GANADERÍA	Controlar y socializar a la población sobre los efectos que causa la ganadería en áreas protegidas.



TALA DE BOSQUES.	Se recomienda realizar un inventario Vegetal para poder controlar la tala de bosques y verificar de manera eficiente el estado de las diferentes especies que constan en este inventario.
DESCARGAS DIRECTAS DE AGUAS AL RIO	Socializar y crear una cultura de prevención de contaminación al río Collay por descargas de aguas con cargas contaminantes. Implementar sistemas de saneamiento ambiental en los hogares existentes en la zona.
USO DE FERTILIZANTES QUÍMICOS	Incentivar y motivar a la población al uso de abonos orgánicos, evitando así problemas ambientales en el suelo, agua y salud de las personas.

Fuente:(Autores, 2017)

- Con los resultados de los parámetros físicos, químicos y biológicos podemos manifestar que las características del agua en la zona baja (punto 3) de monitoreo del río Collay presenta un mayor estado de degradación de la calidad del agua por tal motivo requiere de un mayor grado de control y conciencia por parte de la población.
- Al ser la Subcuenca del Collay y el río Collay una zona de recreación debe implementarse recipientes para la disposición de los desechos con su respectiva caracterización (orgánico, inorgánico, reciclables) a lo largo de senderos y zonas de accesos
- Fomentar la concientización ambiental y preservación del ecosistema como el primer y gran paso para conservar el recurso hídrico.
- Utilizar todos los resultados de este proyecto técnico para posteriores estudios que tengan por objetivo proteger, conservar y gestionar de manera óptima el medio ambiente.

**BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS:**

- Agudo, P. A. (2001). El Plan Hidrológico Nacional a debate. Recuperado a partir de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=5076>
- Alomía Herrera, I. M., Patiño, C., & Marcelo, J. (2014). *Aplicación de una metodología para evaluar el caudal ambiental en dos proyectos hidroeléctricos de alta montaña en Ecuador: presas El Labrado y Chanlud de la microcuenca del río Machángara, provincias de Azuay Y Cañar*. Quito, 2014. Recuperado a partir de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8810>
- Amado Alvarez, J., Rubiños Panta, E., Gavi Reyes, F., Alarcón Cabañero, J. J., Hernández Acosta, E., Ramírez Ayala, C., ... Salazar Sosa, E. (2006). Índice de calidad del agua en la cuenca del río Amajac, Hidalgo, México: Diagnóstico y Predicción. *Phyton (Buenos Aires)*, 75, 71–83.
- Ángel, S., Carmona, E., & SI Villegas, L. C. (2001). *Gestión ambiental en proyectos de desarrollo*. Recuperado a partir de <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=BAC.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=044718>
- Arcos Torres, I. (2005). Efecto del ancho de los ecosistemas riparios en la conservación de la calidad del agua y la biodiversidad en la microcuenca del río Sesesmiles, Copán, Honduras. Recuperado a partir de <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/4888>
- Ayers, R. S., & Westcot, D. W. (1976). *Calidad del agua para la agricultura*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la



Alimentación. Recuperado a partir de <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=MIAGRO.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=007879>

Bauer, C. J. (2002). *Contra la corriente: privatización, mercados de agua y el Estado en Chile*. Lom Ediciones. Recuperado a partir de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=bZio1rjYRJIC&oi=fnd&pg=PA7&dq=estado+del+agua+&ots=EkfYL0L-Nw&sig=KOI7AzI1FDSV0A7T7qPTRZltVGQ>

Behar, R., Zúñiga de Cardozo, M. del C., Rojas Ch, O., & others. (2011). Análisis y valoración del índice de calidad de agua (ICA) de la NSF: casos ríos Cali y Meléndez. Recuperado a partir de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/1489>

Brown, E., Skougstad, M. W., & Fishman, M. J. (1970). *Methods for collection and analysis of water samples for dissolved minerals and gases* (No. 05-A1). US Govt. Print. Off.,.

Brown, R. M., McClelland, N. I., Deininger, R. A., & Tozer, R. G. (1970). A WATER QUALITY INDEX- DO WE DARE.

Canter, L. W. L. W. (1998). *Manual de evaluación de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de estudios de impacto*. McGraw-Hill,. Recuperado a partir de <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=UCC.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=057900>

Carabias, J., Landa, I., & others. (s. f.). *Agua, medio ambiente y sociedad: hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México (archivo de computadora)*. Recuperado a partir de <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=ciestaam.xis&method=post&formato=2&can>



idad=1&expresion=mfn=003969

Ceballos Liévano, J. L., Ardila, M., Romero, N. R., & Liévano, M. J. L. C. (s. f.).

Páramos y ecosistemas alto andinos de Colombia en condición HotSpot & Global Climatic Tensor. Anexo: descripción geomorfológica de la alta montaña por zonas geográficas. Recuperado a partir de

[http://www.sidalc.net/cgi-](http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=bac.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=055726)

[bin/wxis.exe/?IsisScript=bac.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=055726](http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=bac.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=055726)

CELEC EP. (2015). Corporación Eléctrica del Ecuador. Recuperado en Octubre de 2016, de <https://www.celec.gob.ec/quienes-somos/la-empresa.html>

Chuisaca, F., & Zhicay, S. (2013). *Reingeniería del sistema de información del*

inventario hídrico de las Subcuencas: Cuenca, Paute, Collay, Burgay y

Jadán realizados por la Universidad del Azuay (B.S. thesis). Universidad

del Azuay. Recuperado a partir de

<http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/529>

Cisneros, B. E. J. (2007). Información y calidad del agua en México.

Trayectorias, 9(24), 45–56.

Coello, J. R., Ormaza, R. M., Déley, A. R., Recalde, C. G., & Rios, A. C. (2015).

Aplicación del ICA-NSF para determinar la calidad del agua de los ríos

Ozogoche, Pichahuiña y Pomacocho-Parque Nacional Sangay-Ecuador.

Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería

Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, 16(31). Recuperado a

partir de

[http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/v](http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/11281)

[iew/11281](http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/11281)



- Coria, I. D. (2008). El estudio de impacto ambiental: características y metodologías. *Revista de la Universidad del Centro Educativo Latinoamericano*, 11(020). Recuperado a partir de http://webzoom.freewebs.com/rentawebscr/alonsocr2013/descargas/impacto_ambiental.pdf
- Cotler, H. (2004). *El manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental*. Instituto Nacional de Ecología. Recuperado a partir de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=4Qs_tnSkDxEC&oi=fnd&pg=PA21&dq=uso+del+suelo,hidrologia,subcuencas,impacto+ambiental,agua,&ots=qR3l8_nN4y&sig=jObZZI9fi3PhwBBj2nJCrQO_H9E
- Cuellar, J. C., & López, A. (2000). Los servicios ambientales en el país, con énfasis en el recurso agua. *Municipios Rurales y Gestión Local Participativa en Zonas de Montaña*, 52.
- Gestión Ambiental, L. (2004). Registro Oficial Suplemento 418. *Corporacion de Estudios y Publicaciones*.
- del Ecuador, L. A., & Tomo, I. (2010). *Codificación de la Ley de Gestión Ambiental*. Quito-Ecuador.
- Duarte, C. M., Alonso, S., Benito, G., Dachs, J., Montes, C., Pardo Buendía, M., ... Valladares, F. (2006). *Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. CSIC. Consejo superior de investigaciones científicas. Recuperado a partir de <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/8520>
- EL PÁRAMO, Y. (2010). LA MANCOMUNIDAD DEL COLLAY. *El Páramo del Austro*, 11.



- Eugenia, S. R. N., Yesid, C. E., & Carlos, E. J. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua
A review of physical-chemical parameters as water quality and contamination indicators. Recuperado a partir de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=AV2012094590>
- Figueroa-Zavala, B. (2007). Contaminación de origen fecal en el corredor costero Barra de Tonameca-bahía de Puerto Ángel-La Mina, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar*, 33, 15–28.
- Garzón Alvear, I. M. (2010). Diagnóstico ambiental del camal municipal de la ciudad de Santo Domingo y mejora de su gestión. Recuperado a partir de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2480>
- Gutiérrez Cedillo, A. C., Maldonado, S., & del Pilar, A. (2014). *Elaboración de una guía de educación ambiental y turística del bosque protector del Collay* (B.S. thesis). Recuperado a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/21013>
- Henríquez, C., & Azócar, G. (2006). Cambio de uso del suelo y escorrentía superficial: aplicación de un modelo de simulación espacial en Los Ángeles, VIII Región del Biobío, Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, (36), 61–74.
- Hernández, M. A., Abril, G. M., & Yáñez, A. H. (1999). *Guía de análisis de impactos y sus fuentes en áreas naturales*. Nature Conservancy. Recuperado a partir de http://protectedareas.info/upload/document/d.1.c_guia_analisis_impactos_mex.pdf



INEN, N. T. E. N. 1 108: 1998, Segunda Revisión, Agua Potable. *Requisitos, Primera Edición. Quito-Ecuador.*

Laguna, E. C. (1993). *Edafología aplicada: suelos, producción agraria, planificación territorial e impactos ambientales*. Recuperado a partir de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=33659>

Laino-Guanes, R. M., Musálem-Castillejos, K., González-Espinosa, M., & Ramírez-Marcial, N. (2014). El uso del agua en Motozintla de Mendoza, Chiapas: conflictos, contaminación y posibles soluciones. *Montañas, pueblos y agua: dimensiones y realidades de la cuenca Grijalva., Editorial Juan Pablos, México, 435–452.*

López Alonso, R. (2005). Características hidráulicas y geomorfológicas de ríos de montaña (I). *Cimbra, 2005, núm. 361, p. 36-39*. Recuperado a partir de <http://repositori.udl.cat/handle/10459.1/46508>

MANCOMUNIDAD DEL COLLAY. (2017). Área de Bosque y Vegetación Protectora del Collay. Recuperado en Noviembre del 2016, de <http://www.mancomunidadcollay.gob.ec/contenido.aspx?Id=1&IdTexto=1&Tipo=3>

Manrique Abril, F. G., Manrique Abril, D. A., Manrique Abril, R. A., & Tejedor Bonilla, M. F. (2007). Contaminación de la cuenca alta del río Chicamocha y algunas aproximaciones sobre la salud humana. Recuperado a partir de <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/1352>

Manson, R. H. (2004). Los servicios hidrológicos y la conservación de los bosques de México. *Madera y Bosques, 10(1), 3–20.*

Manson, R. H., & El Haya, C. (2007). Efectos del uso del suelo sobre la provisión de servicios ambientales hidrológicos: monitoreo del



impacto del PSAH. *Informe final. Instituto de Ecología, AC Xalapa, Veracruz, México*. Recuperado a partir de

https://www.researchgate.net/profile/Robert_Manson2/publication/242604230_Efectos_del_uso_del_suelo_sobre_la_provisin_de_servicios_ambientales_hidrolgicos_monitoreo_del_impacto_del_PSAH/links/00b7d534d586d28cfa000000.pdf

Martínez Gavilanes, J. M. (2012). *Diagnóstico del inventario de recursos hídricos en la provincia del Azuay*. Recuperado a partir de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/3680>

Menchaca Dávila, M. del S., Michi, A., & Lupita, E. (2011). Efectos antropogénicos provocados por los usuarios del agua en la microcuenca del Río Pixquiac. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(spe1), 85–96.

Miller, G. T. (2002). *Ciencia Ambiental: preservemos la tierra*. Cengage Learning Editores.

Molina, J. M., & Brenes, G. C. (2010). Estado actual de contaminación con coliformes fecales de los cuerpos de agua de la Península de Osa. *Tecnología en marcha*, 23(5), 34–40.

Mora Alvarado, D. A., & Araya García, A. (2008). Estado del agua para consumo humano y saneamiento en Costa Rica al año 2007. *Rev. costarric. salud pública*, 17–34.

NOM127SSA11994, N. O. M., & AMBIENTAL, S. (2015). AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANOLIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION". *NORMA*, 24, 3.



- Oré, M. T. (2005). *Agua: bien común y usos privados: riego, estado y conflictos en La Archirana del Inca*. Fondo Editorial PUCP. Recuperado a partir de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=DtSUOTL5y3oC&oi=fnd&pg=PA15&dq=estado+del+agua+&ots=SWtho_g5kW&sig=1tBCszqZ-529nIT2ec1GNc30nSA
- PEÑA, O. S., RUBALCABA, S. C., NOVO, M. F., RODRÍGUEZ, Y. H., & PÉREZ, A. (2006). Evaluación físico-química y microbiológica del agua de la presa El Cacao (Cotorro, Cuba). *Higiene y Sanidad Ambiental*, 6, 202–206.
- Pereira, I. (2011). La matriz de Leopold en EIA. *Disponible en dirección electronica* <http://www.eoi.es/blogs/ivanpereira/la-matriz-de-leopold-en-eia/>, visitado en Abril, 10.
- Pinos-Rodríguez, J. M., García-López, J. C., Peña-Avelino, L. Y., Rendón-Huerta, J. A., González-González, C., & Tristán-Patiño, F. (2012). Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América. *Agrociencia*, 46(4), 359–370.
- Pólit Montes de Oca, B., & others. (2006). *La consulta previa en materia ambiental*. Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador. Recuperado a partir de <http://repositorionew.uasb.edu.ec/handle/10644/908>
- Pombo, A. (2004). *Tijuana: Agua y salud ambiental (sus estrategias)* (Vol. 1). El Colegio de la Frontera Norte.
- Ponce, V. (2011). La Matriz de Leopold para la evaluación del impacto ambiental. *Recuperado de* <http://ponce.sdsu>.



edu/la_matriz_de_leopold.html. Recuperado a partir de
<http://www.academia.edu/download/33938635/59130474-La-Matriz-de-Leopold-Guia-Buenazo-docx.pdf>

Pulido, M. del P. A., de Navia, S. L. Á., Torres, S. M. E., & Prieto, A. C. G. (2005). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. *Nova*, 3(4). Recuperado a partir de
<http://www.unicolmayor.edu.co/publicaciones/index.php/nova/articulo/view/47>

Radulovich, R. (1988). Degradación ambiental en Costa Rica Environmental degradation in Costa Rica. *Agronomía Costarricense (Costa Rica)* v. 12 (2) p. 253-271. Recuperado a partir de <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=orton.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=063940>

Rodríguez, G. A. (2007). Conflictos ambientales amenazan la salud de la población y la biodiversidad del planeta. *Revista de Derecho*, 28, 329–347.

Romero, H., & Vásquez, A. (2005). Evaluación ambiental del proceso de urbanización de las cuencas del piedemonte andino de Santiago de Chile. *EURE (Santiago)*, 31(94), 97–117.

Romero, S., García, J., Valdez, B., & Vega, M. (2010). Calidad del agua para actividades recreativas del Río Hardy en la región fronteriza México-Estados Unidos. *Información tecnológica*, 21(5), 69–78.

Salas Bahamón, J. E., & others. (2004). Programa de educación ambiental dentro del plan de manejo ambiental: el caso del Cerrejón. En *Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*, 29 (pp.



1-7). AIDIS. Recuperado a partir de <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=REPIDISCA&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=21038&indexSearch=ID>

Samboni Ruiz, N. E., Carvajal Escobar, Y., & Escobar, J. C. (2007). A review of physical-chemical parameters as water quality and contamination indicators. *Ingeniería e Investigación*, 27(3), 172–181.

TULSMA, T. U. de L. A. (2008). Libro VI De la Calidad Ambiental. *Título I Del Sistema Único de Manejo Ambiental. Ecuador. Decreto Ejecutivo No. 3399, publicado en el Registro Oficial 725 de 16 de diciembre del 2002.*

Segovia, A. D., & de Salazar, F. C. del V. (1987). *La práctica de las estimaciones de impactos ambientales*. Fundación Conde del Valle de Salazar.

Segura, L. M. S., & Arriaga, J. A. L. (2003). *Principios básicos de contaminación ambiental*. UAEM. Recuperado a partir de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=pKP2BHi8FVsC&oi=fnd&pg=PA1&dq=agua,salud,biodiversidad,contaminacion&ots=4Y80Z_ibi2&sig=CfYvR3pqJgyXYUqSE2AY_iC_EMM

Solis-Garza, G., Villalba-Atondo, A. I., Nubes-Ortíz, G., del Castillo-Alarcón, J. M., & Meraz-Acosta, F. A. (2011). Físico-química del agua superficial y sedimento en el Río Santa Cruz, Sonora, México. *Biotechnia*, 13(1), 3–9.

Tulla, A. F., & Miró, M. (1989). Métodos de Evaluación de impactos medioambientales. *Norba. Revista de Geografía*, 389–419.

UDA. (2011). Universidad del Azuay. Recuperado en Febrero del 2017, de http://www.uazuay.edu.ec/geomatica/source/web_site_geo/links/mruido.html

Wills, M., & Irvine, K. N. (1996). Application of the national sanitation



foundation water quality index in Cazenovia Creek, NY, pilot watershed management project. *Middle States Geographer*, 1996, 95-104.

Yanggen, D., Crissman, C. C., & Espinosa, P. (2003). *Los plaguicidas: impactos*

en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador. Editorial

Abya Yala. Recuperado a partir de

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=8VIXgJpC2PsC&oi=fnd&pg=PA1&dq=48.%09Yanggen,+D.,+Crissman,+C.+C.,+%26+Espinosa,+P.+\(2003\).+Los+plaguicidas:+impactos+en+producci%C3%B3n,+salud+y+medio+ambiente+en+Carchi,+Ecuador.+Editorial+Abya+Yala&ots=Kv74rdItof&sig=JrPl8IQnY62u4tLPddH7hIwKllg](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=8VIXgJpC2PsC&oi=fnd&pg=PA1&dq=48.%09Yanggen,+D.,+Crissman,+C.+C.,+%26+Espinosa,+P.+(2003).+Los+plaguicidas:+impactos+en+producci%C3%B3n,+salud+y+medio+ambiente+en+Carchi,+Ecuador.+Editorial+Abya+Yala&ots=Kv74rdItof&sig=JrPl8IQnY62u4tLPddH7hIwKllg)



ANEXOS

Anexo 1. Tabla 1 del Libro VI Anexo 1 del TULSMA.

Nota: Esta Norma se aplica durante la captación de la misma y se refiere a las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de tratamiento convencional, deberán cumplir con los siguientes criterios (ver tabla 1):

TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional

Parámetro	Expresado Como	UNIDAD	Límite Máximo Permissible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio	Al	mg/l	0,2
Amoniaco	N-Amoniacal	mg/l	1,0
Amonio	NH ₄	mg/l	0,05
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/l	0,1
Cloruro	Cl	mg/l	250
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Coliformes Totales	nmp/100 ml		3 000
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		600
Color	color real	unidades de color	100
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	2,0
Dureza	CaCO ₃	mg/l	500

Continua...



Continuación...

TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.



PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Bifenilo policlorados/PCBs	Concentración de PCBs totales	µg/l	0,0005
Fluoruro (total)	F	mg/l	1,5
Hierro (total)	Fe	mg/l	1,0
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia flotante			Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10,0
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1,0
Olor y sabor			Es permitido olor y sabor removible por tratamiento convencional
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sodio	Na	mg/l	200
Sólidos disueltos totales		mg/l	1 000
Sulfatos	SO ₄ =	mg/l	400
Temperatura		°C	Condición Natural + o - 3 grados
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	100
Zinc	Zn	mg/l	5,0



PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA

Parámetro Expresado	Límite Como	Máximo Unidad	Permisib
*Productos para la desinfección Hidrocarburos Aromáticos	e	mg/l	0,1
Benceno	C ₆ H ₆	μg/l	10,0
Benzo(a) pireno		μg/l	0,01
Etilbenceno		μg/l	700
Estireno		μg/l	100
Tolueno		μg/l	1 000

Continuación...

TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.



PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible
Xilenos (totales)		μg/l	10 000
Pesticidas y herbicidas			
Carbamatos totales	Concentración de Carbamatos totales	mg/l	0,1
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,01
Organofosforados totales	Concentración De organofosforados totales	mg/l	0,1
Dibromocloropropano (DBCP)	Concentración total de DBCP	μg/l	0,2
Dibromoetileno (DBE)	Concentración total de DBE	μg/l	0,05
Dicloropropano (1,2)	Concentración	μg/l	5



Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
	total de dicloropropano		
Diquat		µg/l	70
Glifosato		µg/l	200
Toxafeno		µg/l	5
Compuestos Halogenados			
Tetracloruro de carbono		µg/l	3
Dicloroetano (1,2-)		µg/l	10
Dicloroetileno (1,1-)		µg/l	0,3
Dicloroetileno (1,2-cis)		µg/l	70
Dicloroetileno (1,2-trans)		µg/l	100
Diclorometano		µg/l	50
Tetracloroetileno		µg/l	10
Tricloroetano (1,1,1-)		µg/l	200
Tricloroetileno		µg/l	30
Clorobenceno		µg/l	100
Diclorobenceno (1,2-)		µg/l	200
Diclorobenceno (1,4-)		µg/l	5
Hexaclorobenceno		µg/l	0,01
Bromoximil		µg/l	5
Diclorometano		µg/l	50
Tribrometano		µg/l	2

Nota:

Productos para la desinfección: Cloroformo, Bromodiclorometano, Dibromoclorometano y Bromoformo.



Anexo 2. Tabla 3 del Libro VI Anexo 1 del TULSMA.

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Oxígeno Disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% y no menor a 6 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l
Potencial de hidrógeno	pH		6, 5-9	6, 5-9	6, 5-9, 5
Sulfuro de hidrógeno ionizado	H ₂ S	mg/l	0,0002	0,0002	0,0002
Amoniaco	NH ₃	mg/l	0,02	0,02	0,4
Aluminio	Al	mg/l	0,1	0,1	1,5
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1	0,1	1,5
Boro	B	mg/l	0,75	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,001	0,005
Cianuro Libre	CN ⁻	mg/l	0,01	0,01	0,01
Zinc	Zn	mg/l	0,18	0,18	0,17
Cloro residual	Cl	mg/l	0,01	0,01	0,01
Estaño	Sn	mg/l			2,00
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2	0,2
Plomo	Pb	mg/l			0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,02	0,02	0,05
Cromo total	Cr	mg/l	0,05	0,05	0,05
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001	0,001
Grasas y aceites	Sustancias solubles en Hexano	mg/l	0,3	0,3	0,3
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5	0,5	0,5
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	Concentración total de HAPs	mg/l	0,0003	0,0003	0,0003
Manganeso	Mn	mg/l	0,1	0,1	0,1

Continuación...



TABLA 3. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

Parámetros	Expresados Como	Unidad	Límite máximo permisible		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0002	0,0001
Níquel	Ni	mg/l	0,025	0,025	0,1
Plaguicidas organoclorados totales	Concentración De organoclorados totales	µg/l	10,0	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Concentración De organofosforados totales	µg/l	10,0	10,0	10,0
Piretroides	Concentración de piretroides Totales	mg/l	0,05	0,05	0,05
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,01	0,005
Selenio	Se	mg/l	0,01	0,01	0,01
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	0,5
Temperatura	°C		Condiciones naturales + 3	Condiciones naturales + 3	Condiciones naturales + 3
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		Máxima 200	Máxima 3200	Máxima 3200


Anexo 3. Resultados de laboratorio correspondientes al 26 de Octubre del 2016.

UNIVERSIDAD DE CUENCA
 Facultad de Ingeniería

LABORATORIO DE SANITARIA
RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DE AGUA

Muestra procedencia:	Sevilla de Oro.- Provincia del Azuay
Tipo de fuente:	Río Collay
Fecha de toma:	26 de Octubre de 2016
Fecha de Análisis:	26 de Octubre de 2016
Análisis solicitado por:	Sebastián Matute - Santiago Álvarez

PARAMETROS	#1	#2	#3	UNIDAD	OBSERVACIONES
PARÁMETROS FÍSICOS					
HORA	6:41	8:39	10:58		
TEMPERATURA	10,8	11,3	13,0	°C.	in situ
OXIGENO DISUELTO (in situ)	7,7	7,6	7,3	mg/l	
TURBIEDAD	0,847	1,71	5,13	NTU, FTU	
CONDUCTIVIDAD	70,5	63,4	65,9	us/cm	
PARÁMETROS QUÍMICOS					
pH	8,20	7,59	7,56		
P. ORTOFOSFATOS DISUELTOS.	0,002	0,002	0,002	mg/l	como Fósforo
FOSFORO TOTAL	0,130	0,20	1,339	mg/l	como Fósforo
N. NITRATOS	0,118	0,139	0,139	mg/l	como Nitrógeno
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	66,0	57,0	60,0	mg/l	
SOLIDOS DISUELTO FIJOS	16,0	10,0	21,0	mg/l	
SOLIDOS DISUELTOS VOLATILES	50,0	47,0	39,0	mg/l	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	0,47	0,14	0,67	mg/l	
PARÁMETROS BIOLÓGICOS					
COLIFORMES TOTALES	33,0	17,0	1400,0	NMP/100ml	37°C. 24H
E. COLI	33,0	17,0	1100,0	NMP/100ML	37°C. 24H

Responsable:

 Dra. Guillermina Pauta C.
 QUIMICO-ANALISTA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
LABORATORIO DE
INGENIERIA SANITARIA

 Av. 12 de Abril y Agustín Cueva, Ciudadela Universitaria
 Telfs.: 593 -7 405 1000 ext.: 2300 | 2332 | 2334
 4051115, Fax: 405 1117 | Casilla N° 01.01.168
 www.ucuenca.edu.ec | Cuenca - Ecuador

 UNIVERSIDAD DE CUENCA
 Facultad de Ingeniería



Anexo 4. Resultados de laboratorio correspondientes al 23 de Noviembre del 2016.



UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería

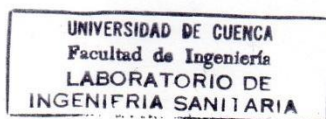
LABORATORIO DE SANITARIA

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DE AGUA

Muestra procedencia:	Sevilla de Oro.- Provincia del Azuay
Tipo de fuente:	Río Collay
Fecha de toma:	23 de Noviembre de 2016
Fecha de Análisis:	23 de Noviembre de 2016
Análisis solicitado por:	Sebastián Matute - Santiago Álvarez

PARAMETROS	#1	#2	#3	UNIDAD	OBSERVACIONES
PARÁMETROS FÍSICOS					
HORA	7:15	5:52	9:21		
TEMPERATURA	10,1	11,2	12,1	°C.	in situ
OXIGENO DISUELTO (in situ)	7,3	7,75	7,8	mg/l	
TURBIEDAD	0,784	1,39	2,84	NTU, FTU	
CONDUCTIVIDAD	79,7	69,9	81,1	us/cm	
PARÁMETROS QUÍMICOS					
pH	8,03	7,84	7,79		
P. ORTOFOSFATOS DISUELTOS.	0,002	0,005	0,005	mg/l	como Fósforo
FOSFORO TOTAL	1,191	1,170	1,175	mg/l	como Fósforo
N. NITRATOS	0,142	0,142	0,173	mg/l	como Nitrógeno
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	122,0	59,0	128,0	mg/l	
SOLIDOS DISUELTO FIJOS	59,0	24,0	26,0	mg/l	
SOLIDOS DISUELTOS VOLATILES	63,0	35,0	102,0	mg/l	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	0,11	0,18	0,29	mg/l	
PARÁMETROS BIOLÓGICOS					
COLIFORMES TOTALES	70,0	49,0	9200,0	NMP/100ml	37°C. 24H
E. COLI	70,0	33,0	9200,0	NMP/100ML	37°C. 24H

Responsable:



Dra. Guillermina Pauta C.
QUIMICO-ANALISTA

Av. 12 de Abril y Agustín Cueva, Ciudadela Universitaria
Telfs.: 593 - 7 405 1000 ext.: 2300 | 2332 | 2334
4051115, Fax: 405 1117 | Casilla Nº 01.01.168
www.ucuenca.edu.ec | Cuenca - Ecuador





Anexo 5. Resultados de laboratorio correspondientes al 14 de Diciembre del 2016



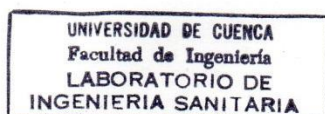
UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería

LABORATORIO DE SANITARIA

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DE AGUA	
Muestra procedencia:	Sevilla de Oro.- Provincia del Azuay
Tipo de fuente:	Río Collay
Fecha de toma:	14 de Diciembre de 2016
Fecha de Análisis:	14 de Diciembre de 2016
Análisis solicitado por:	Sebastián Matute - Santiago Álvarez

PARAMETROS	#1	#2	#3	UNIDAD	OBSERVACIONES
PARÁMETROS FÍSICOS					
HORA	7:36	5:57	9:25		
TEMPERATURA	10,3	10,5	11,8	°C.	in situ
OXIGENO DISUELTO (in situ)	7,63	7,85	7,9	mg/l	
TURBIEDAD	0,656	1,72	2,83	NTU, FTU	
CONDUCTIVIDAD	75,3	66,9	79,7	us/cm	
PARÁMETROS QUÍMICOS					
pH	7,25	7,38	7,45		
P.ORTOFOSFATOS DISUELTOS.	0,003	0,003	0,001	mg/l	como Fósforo
FOSFORO TOTAL	2,33	2,60	2,08	mg/l	como Fósforo
N. NITRATOS	0,143	0,143	0,146	mg/l	como Nitrógeno
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	102,0	80,0	110,0	mg/l	
SOLIDOS DISUELTO FIJOS	43,0	8,0	20,0	mg/l	
SOLIDOS DISUELTOS VOLATILES	59,0	72,0	90,0	mg/l	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	0,19	0,15	0,37	mg/l	
PARÁMETROS BIOLÓGICOS					
COLIFORMES TOTALES	110,0	170,0	16000,0	NMP/100ml	37°C. 24H
E. COLI	17,0	22,0	1600,0	NMP/100ML	37°C. 24H

Responsable:



Dra. Guillermina Pauta C.
QUIMICO-ANALISTA

Av. 12 de Abril y Agustín Cueva, Ciudadela Universitaria
Telfs.: 593-7 405 1000 ext.: 2300 | 2332 | 2334
4051115, Fax: 405 1117 | Casilla N° 01.01.168
www.ucuenca.edu.ec | Cuenca - Ecuador





Anexo 6. Resultados del laboratorio correspondientes al 11 de Enero del 2017.



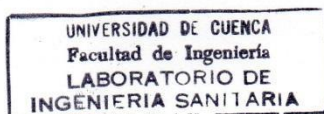
UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería

LABORATORIO DE SANITARIA

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DE AGUA	
Muestra procedencia:	Sevilla de Oro.- Provincia del Azuay
Tipo de fuente:	Rio Collay
Fecha de toma:	11 de Enero 2017
Fecha de Análisis:	11 de Enero 2017
Análisis solicitado por:	Sebastián Matute - Santiago Álvarez

PARAMETROS	#1	#2	#3	UNIDAD	OBSERVACIONES
PARÁMETROS FÍSICOS					
HORA	8:53	6:53	10:17		
TEMPERATURA	10,1	10,5	12,6	°C.	in situ
OXIGENO DISUELTO (in situ)	8,0	7,92	7,75	mg/l	
TURBIEDAD	1,43	1,36	4,4	NTU, FTU	
CONDUCTIVIDAD	40,5	38,2	46,5	us/cm	
PARÁMETROS QUÍMICOS					
pH	7,38	7,28	7,24		
P. ORTOFOSFATOS DISUELTOS.	0,002	0,002	<0,010	mg/l	como Fósforo
FOSFORO TOTAL	0,19	0,05	0,47	mg/l	como Fósforo
N. NITRATOS	0,156	0,139	0,139	mg/l	como Nitrógeno
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	38,0	31,0	43,0	mg/l	
SOLIDOS DISUELTO FIJOS	16,0	5,0	16,0	mg/l	
SOLIDOS DISUELTOS VOLATILES	22,0	26,0	27,0	mg/l	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	0,08	0,03	0,02	mg/l	
PARÁMETROS BIOLÓGICOS					
COLIFORMES TOTALES	812,0	540,0	1270,0	NMP/100ml	37°C. 24H
E. COLI	20,0	20,0	740,0	NMP/100ML	37°C. 24H

Responsable:



Dra. Guillermina Pauta C.
QUIMICO-ANALISTA



Av. 12 de Abril y Agustín Cueva, Ciudadela Universitaria
Telfs.: 593-7 405 1000 ext.: 2300 | 2332 | 2334
4051115, Fax: 405 1117 | Casilla N° 01.01.168
www.ucuenca.edu.ec | Cuenca - Ecuador



Anexo 7. Resultados de laboratorio correspondientes al 25 de Enero del 2017.



UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería

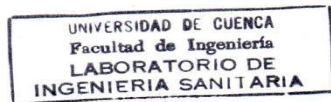
LABORATORIO DE SANITARIA

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DE AGUA

Muestra procedencia:	Sevilla de Oro.- Provincia del Azuay
Tipo de fuente:	Río Collay
Fecha de toma:	25 de Enero 2017
Fecha de Análisis:	25 de Enero 2017
Análisis solicitado por:	Sebastián Matute - Santiago Álvarez

PARAMETROS	#1	#2	#3	UNIDAD	OBSERVACIONES
PARÁMETROS FÍSICOS					
HORA	9:33	6:05	12:10		
TEMPERATURA	10,0	10,7	12,5	°C.	in situ
OXIGENO DISUELTO (in situ)	8,15	7,95	7,73	mg/l	
TURBIEDAD	9,49	1,8	2,8	NTU, FTU	
CONDUCTIVIDAD	100,0	66,2	75,3	us/cm	
PARÁMETROS QUÍMICOS					
pH	7,48	7,37	7,35		
P. ORTOFOSFATOS DISUELTOS.	<0,010	0,003	0,001	mg/l	como Fósforo
FOSFORO TOTAL	1,83	2,16	0,43	mg/l	como Fósforo
N. NITRATOS	0,129	0,129	0,163	mg/l	como Nitrógeno
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	186,0	69,0	74,0	mg/l	
SOLIDOS DISUELTO FIJOS	149,0	24,0	17,0	mg/l	
SOLIDOS DISUELTOS VOLATILES	37,0	45,0	57,0	mg/l	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	0,80	0,57	1,11	mg/l	
PARÁMETROS BIOLÓGICOS					
COLIFORMES TOTALES	1012,0	684,0	2240,0	NMP/100ml	37°C. 24H
E. COLI	76,0	100,0	560,0	NMP/100ML	37°C. 24H

Responsable:



Dra. Guillermina Pauta C.
QUIMICO-ANALISTA



Av. 12 de Abril y Agustín Cueva, Ciudadela Universitaria
Telfs.: 593-7 405 1000 ext.: 2300 | 2332 | 2334
4051115, Fax: 405 1117 | Casilla Nº 01.01.168
www.ucuenca.edu.ec | Cuenca - Ecuador



Anexo 8. Resultados de laboratorio correspondientes al 01 de Febrero del 2017.



UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería

LABORATORIO DE SANITARIA

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DE AGUA	
Muestra procedencia:	Sevilla de Oro.- Provincia del Azuay
Tipo de fuente:	Río Collay
Fecha de toma:	01 de Febrero de 2017
Fecha de Análisis:	01 de Febrero de 2017
Análisis solicitado por:	Sebastián Matute - Santiago Álvarez

PARAMETROS	#1	#2	#3	UNIDAD	OBSERVACIONES
PARÁMETROS FÍSICOS					
HORA	7:54	6:52	9:55		
TEMPERATURA	10,4	10,6	12,5	°C.	in situ
OXIGENO DISUELTO (in situ)	8,01	7,42	8,22	mg/l	
TURBIEDAD	1,27	1,3	2,35	NTU, FTU	
CONDUCTIVIDAD	48,7	45,8	48,6	us/cm	
PARÁMETROS QUÍMICOS					
pH	7,63	7,91	7,45		
P.ORTOFOSFATOS DISUELTOS.	<0,010	0,003	0,001	mg/l	como Fósforo
FOSFORO TOTAL	1,86	2,73	5,19	mg/l	como Fósforo
N. NITRATOS	0,094	0,104	0,108	mg/l	como Nitrógeno
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	73,0	77,0	72,0	mg/l	
SOLIDOS DISUELTO FIJOS	19,0	29,0	21,0	mg/l	
SOLIDOS DISUELTOS VOLATILES	54,0	48,0	51,0	mg/l	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	0,11	0,10	0,29	mg/l	
PARÁMETROS BIOLÓGICOS					
COLIFORMES TOTALES	64,0	92,0	3180,0	NMP/100ml	37°C. 24H
E. COLI	32,0	48,0	2100,0	NMP/100ML	37°C. 24H

Responsable:

UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
LABORATORIO DE
INGENIERIA SANITARIA

Dra. Guillermina Pauta C.
QUIMICO-ANALISTA



Av. 12 de Abril y Agustín Cueva, Ciudadela Universitaria
Telfs.: 593-7 405 1000 ext. 2300 | 2332 | 2334
4051115, Fax: 405 1117 | Casilla N° 01.01.168
www.ucuenca.edu.ec | Cuenca - Ecuador



Anexo 9. Resultados de laboratorio correspondientes al 09 de Febrero del 2017.



UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería

LABORATORIO DE SANITARIA

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DE AGUA	
Muestra procedencia:	Sevilla de Oro.- Provincia del Azuay
Tipo de fuente:	Río Collay
Fecha de toma:	09 de Febrero de 2017
Fecha de Análisis:	09 de Febrero de 2017
Análisis solicitado por:	Sebastián Matute - Santiago Álvarez

PARAMETROS	#1	#2	#3	UNIDAD	OBSERVACIONES
PARÁMETROS FÍSICOS					
HORA	8:19	6:58	10:05		
TEMPERATURA	10,6	11,0	12,09	°C.	in situ
OXIGENO DISUELTO (in situ)	7,73	7,94	7,95	mg/l	
TURBIEDAD	1,05	1,08	2,77	NTU, FTU	
CONDUCTIVIDAD	59,9	57,5	57,2	us/cm	
PARÁMETROS QUÍMICOS					
pH	7,31	7,31	7,56		
P.ORTOFOSFATOS DISUELTOS.	0,010	0,001	0,001	mg/l	como Fósforo
FOSFORO TOTAL	0,95	0,83	0,77	mg/l	como Fósforo
N. NITRATOS	0,073	0,042	0,063	mg/l	como Nitrógeno
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	49,0	55,0	67,0	mg/l	
SOLIDOS DISUELTO FIJOS	31,0	29,0	23,0	mg/l	
SOLIDOS DISUELTOS VOLATILES	18,0	26,0	44,0	mg/l	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	0,12	0,14	0,20	mg/l	
PARÁMETROS BIOLÓGICOS					
COLIFORMES TOTALES	28,0	160,0	1220,0	NMP/100ml	37°C. 24H
E. COLI	36,0	72,0	810,0	NMP/100ML	37°C. 24H

Responsable:

Dra. Guillermina Pauta C.
QUIMICO-ANALISTA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería
LABORATORIO DE INGENIERIA SANITARIA



Av. 12 de Abril y Agustín Cueva, Ciudadela Universitaria
Telfs.: 593-7 405 1000 ext.: 2300 | 2332 | 2334
4051115, Fax: 405 1117 | Casilla N° 01.01.168
www.ucuenca.edu.ec | Cuenca - Ecuador

Anexo 10. Santiago Álvarez y Sebastián Matute, autores del presente proyecto técnico.



Fuente: (Autores, 2017)

Anexo 11. Paisaje a las orillas del Río Collay en la zona alta.



Fuente: (Autores, 2017)

Anexo 12. Alteración en la zona alta por quemas de bosque nativo.

2016.11.23 06:58:20 zona alta alterada



Fuente: (Autores, 2016)

Anexo 13. Uso de Oxímetro en el punto 2 de muestreo (zona media).



Fuente: (Autores, 2017)

Anexo 14. Uso del Oxímetro en el punto 3 (zona baja).



Fuente: (Autores, 2017)

Anexo 15. *Recolección de la muestra para su posterior homogenización.*



Fuente: (Autores, 2016)

Anexo 16. *Concejal del Cantón El Pan, Guardabosques de la Mancomunidad del Collay y Santiago Álvarez en el primer monitoreo.*



Fuente: (Autores, 2016)



Anexo 17. Ruta de acceso al punto 1 de monitoreo (zona alta).



Fuente: (Autores, 2017)