



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

DIAGNÓSTICO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO NARANJO,
DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO
HUMANO Y PROPUESTA DE MEDIDAS CORRECTIVAS PARA
LA COMUNIDAD CERCALOMA

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR: EDISSON JAVIER TAPIA CHUCHUCA

DIRECTOR: DR. SERGIO FERNANDO IGLESIAS ABAD, PH.D.

CUENCA-ECUADOR

2021

*Yo me gradué en
los 50 años de La Cato!
... y sostuve la Universidad*



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

DIAGNÓSTICO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO NARANJO,
DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO
HUMANO Y PROPUESTA DE MEDIDAS CORRECTIVAS PARA LA
COMUNIDAD CERCALOMA

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR: EDISSON JAVIER TAPIA CHUCHUCA

DIRECTOR: DR. SERGIO FERNANDO IGLESIAS ABAD, PH.D.

CUENCA – ECUADOR

2021

*Yo me gradué en
los 50 años de La Cato!
... y sostuve la Universidad*

DECLARACIÓN

Yo, Edison Javier Tapia Chuchuca, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento; y eximo expresamente a la Universidad Católica de Cuenca y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

La Universidad Católica de Cuenca puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y la normatividad institucional vigente.



Edisson Javier Tapia Chuchuca

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Edison Javier Tapia Chuchuca, bajo mi supervisión.



Dr. Sergio Fernando Iglesias Abad, Ph.D.

DIRECTOR

DEDICATORIA

El presente estudio va dedicado especialmente a mis amados progenitores Ramón y Carmen los cuales, con sus oraciones, paciencia, su amor incondicional y duro esfuerzo realizado a diario me permiten cumplir el día de hoy un sueño más y cerrar una grandiosa etapa de mi vida de la mejor manera posible. Gracias por siempre inculcar en mis los mejores valores y ser sobre todas las cosas el pilar fundamental en mi vida.

A mi hermana Marcia por su apoyo, cariño y comprensión en todo momento, por estar conmigo en los más duros momentos de mi existencia, gracias por tus sabios consejos y palabras de aliento en las etapas difíciles.

AGRADECIMIENTOS

Quiero primeramente expresar mi gratitud y agradecimientos a Dios y a la Virgen del Perpetuo Socorro quiénes con su bendición me permiten cumplir todas mis metas propuestas hasta el día de hoy a pesar de todas las dificultades y obstáculos que se presentaron a lo largo del camino.

A mis amados padres y hermana por brindarme el amor absoluto y el apoyo necesario, por levantarme día a día a pesar de las dificultades y no dejarme desfallecer en el trayecto, por sus palabras de aliento, consejos y sabiduría brindados durante toda mi vida universitaria.

A mi tutor y mentor durante el tiempo de investigación, Dr. Sergio Fernando Iglesias Abad, Ph.D. por su tiempo, dedicación y confianza brindada.

A la grandiosa Universidad Católica de Cuenca por concederme formar parte su gran institución educativa y a todo el personal docente de la carrera de Ingeniera Ambiental, especialmente al Ing. Carlos Matovelle y a la Ing. Fabiola Uday por impartir sus conocimientos y brindar interés particular en este estudio.

Al GAD cantonal de Santa Isabel por brindarme la ayuda necesaria y abrirme las puertas de sus instalaciones conjuntamente con su entidad municipal EMAPA-SI “Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado”, en especial a la Ing. Cristina Ramón técnica del GAD por su colaboración y dedicación prestada al estudio realizado.

Al GAD parroquial Abdón Calderón la Unión y a su presidente el Sr. Galo Toledo Barros.

Resumen

En el presente estudio se analizan los contextos morfométricos, biofísicos y socioeconómicos como fragmento del proceso de caracterización y diagnóstico de la microcuenca del río Naranjo, para ello se utilizó la metodología que se basa en la observación, recolección y sistematización de información, a través de la aplicación de encuestas como parte de un proceso participativo de los actores claves de las comunidades de la microcuenca se obtuvo información acerca del estado actual que presenta la misma. Además, se determinó la calidad de agua de consumo humano de la comunidad de Cercaloma mediante la aplicación del índice ICA-NSF.

Como resultados del proceso de caracterización y diagnóstico, se obtuvo que la microcuenca se encuentra en su fase de madurez y en un estado de equilibrio, los principales problemas presentes en la zona son referentes a servicios básicos y al uso del suelo, la comunidad de Cercaloma según los resultados obtenidos cuenta con un servicio de agua de consumo humano determinado de buena calidad.

Los resultados obtenidos brindan una herramienta para el manejo de recursos y gestión en cuencas y microcuencas hidrográficas.

Palabras clave: microcuenca, diagnóstico, caracterización, ICA-NSF, gestión

Abstract

This study analyzes the morphometric, biophysical, and socioeconomic contexts as a fragment of the process of characterization and diagnosis of the Naranjo River micro-watershed, utilizing a methodology based on observation, collection, and systematization of information, through the application of surveys as part of a participatory process of the key actors of the micro-watershed communities, information was obtained about the current state of the micro-watershed. Furthermore, the quality of water for human consumption in the Cercaloma community was determined by applying the ICA-NSF index. The results of the characterization and diagnosis process showed that the micro-watershed is in its maturity phase, as well as an equilibrium state. The main problems in the area are related to basic services and land use. According to the results obtained, the Cercaloma community has a good quality water service for human consumption. The results provide a tool for resource management and management in watersheds and micro-watersheds.

Keywords: micro-watershed, diagnosis, characterization, icansf, management

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN	i
CERTIFICACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABLAS	xi
LISTA DE ANEXOS	xiii
LISTA DE ECUACIONES	xiv
CAPÍTULO I	- 1 -
1. INTRODUCCIÓN	- 1 -
1.1 Objetivos	- 4 -
1.1.1. Objetivo General.	- 4 -
1.1.2. Objetivos específicos.	- 4 -
CAPÍTULO II	- 5 -
2. REVISIÓN DE LITERATURA	- 5 -
2.1 Descripción del cantón Santa Isabel	- 5 -
2.1.1. Ubicación y superficie.	- 5 -
2.1.2. Geomorfología.	- 6 -
2.1.3. Pendiente.	- 6 -
2.1.4. Geología.	- 7 -
2.1.5. Suelos.	- 9 -
2.1.6. Clima.	- 12 -
2.1.7. Temperatura.	- 14 -
2.1.8. Precipitación.	- 14 -
2.1.9. Uso y cobertura del suelo.	- 15 -
2.2 Descripción de la comunidad de Cercaloma	- 17 -
2.3 Cuenca Hidrográfica	- 17 -
2.3.1. Clasificación de una cuenca hidrográfica.	- 18 -
2.3.2. Microcuenca del río Naranjo	- 19 -
2.3.3. Partes de una cuenca hidrográfica.	- 19 -
2.3.4. Elementos de una cuenca hidrográfica.	- 20 -
2.3.5. Tipos de cuencas hidrográficas.	- 21 -
2.3.6. Una cuenca hidrográfica como un sistema.	- 21 -
2.3.7. Componentes de una cuenca hidrográfica.	- 21 -

2.3.8.	Caracterización de una cuenca hidrográfica.	_____	- 22 -
2.3.9.	Diagnóstico de cuencas hidrográficas.	_____	- 23 -
2.3.10.	Manejo integral de las cuencas hidrográficas.	_____	- 24 -
2.3.11.	Manejo de cuencas en el Ecuador.	_____	- 25 -
2.4	Calidad del agua	_____	- 25 -
2.4.1.	Calidad de agua de consumo humano.	_____	- 26 -
2.4.2.	Índices de calidad de agua.	_____	- 27 -
2.4.3.	Índice ICA-NSF.	_____	- 27 -
2.4.4.	Parámetros del índice ICA-NSF.	_____	- 28 -
2.5	Normativas ambientales aplicables.	_____	- 31 -
CAPÍTULO III _____			- 32 -
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	_____	- 32 -
3.1	Zona de estudio	_____	- 32 -
3.2	Población y muestra	_____	- 35 -
3.2.1.	Población.	_____	- 35 -
3.2.2.	Muestra.	_____	- 35 -
3.3	Materiales	_____	- 35 -
3.3.1.	Caracterización de la microcuenca de río Naranjo.	_____	- 35 -
3.3.2.	Determinación de la calidad de agua de la comunidad de Cercaloma.	_____	- 35 -
3.4	Caracterización y diagnóstico de la microcuenca del río Naranjo	_____	- 37 -
3.4.1.	Fase de gabinete Inicial	_____	- 39 -
3.4.2.	Fase de campo	_____	- 52 -
3.4.3.	Fase de gabinete final	_____	- 53 -
3.5	ICA-NSF del proyecto de agua de la comunidad de Cercaloma	_____	- 53 -
3.5.1.	Metodología	_____	- 53 -
3.5.2.	Muestreos	_____	- 60 -
3.5.3.	Análisis de muestras	_____	- 61 -
3.6	Elaboración de medidas correctivas para la comunidad de Cercaloma.	_____	- 62 -
CAPÍTULO IV _____			- 64 -
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	_____	- 64 -
4.1	Delimitación de la microcuenca del río Naranjo	_____	- 64 -
4.2	Ubicación geográfica	_____	- 64 -
4.3	Caracterización morfométrica de la microcuenca del río Naranjo	_____	- 66 -
4.3.1.	Parámetros de forma.	_____	- 66 -
4.3.2.	Parámetros de relieve.	_____	- 66 -
4.3.3.	Parámetros de red hidrográfica.	_____	- 68 -
4.4	Caracterización biofísica de la microcuenca del río Naranjo	_____	- 69 -
4.4.1.	Precipitación.	_____	- 69 -

4.4.2.	Temperatura. _____	- 71 -
4.4.3.	Zonas climáticas. _____	- 72 -
4.4.4.	Geología. _____	- 74 -
4.4.5.	Tipos de suelo. _____	- 76 -
4.4.6.	Pendiente del suelo. _____	- 77 -
4.4.7.	Uso del suelo y cobertura vegetal. _____	- 79 -
4.4.8.	Uso potencial del suelo. _____	- 83 -
4.4.9.	Erosión del suelo. _____	- 85 -
4.4.10.	Conflictos del uso del suelo. _____	- 87 -
4.5	Caracterización socioeconómica y cultural de la microcuenca del río Naranjo ____	- 88 -
4.5.1.	Demografía. _____	- 88 -
4.5.2.	Salud. _____	- 91 -
4.5.3.	Educación. _____	- 95 -
4.5.4.	Vivienda. _____	- 99 -
4.5.5.	Principales actividades económicas. _____	- 100 -
4.5.6.	Tenencia de tierras. _____	- 101 -
4.5.7.	Vías de comunicación y transporte. _____	- 101 -
4.5.8.	Servicios básicos. _____	- 103 -
4.5.9.	Organización comunitaria e institucionalidad. _____	- 104 -
4.6	ICA-NSF del proyecto de agua de la comunidad de Cercaloma _____	- 105 -
4.6.1.	Resumen de resultados in situ y laboratorio. _____	- 105 -
4.6.2.	Balance de los resultados con las normativas ambientales _____	- 108 -
4.6.3.	Índice de calidad del agua ICA-NSF de la comunidad de Cercaloma ____	- 115 -
4.6.4.	Variabilidad temporal y espacial del índice ICA-NSF _____	- 120 -
4.7	Tabulación de encuestas aplicadas _____	- 123 -
4.8	Plan de medidas correctivas para la comunidad de Cercaloma _____	- 124 -
CAPÍTULO V _____		- 128 -
5. CONCLUSIONES _____		- 128 -
CAPÍTULO VI _____		- 130 -
6. RECOMENDACIONES _____		- 130 -
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____		- 131 -
ANEXOS _____		- 140 -

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de ubicación del cantón Santa Isabel _____	- 5 -
Figura 2: Formaciones geológicas presentes en el cantón Santa Isabel _____	- 9 -
Figura 3: Unidades de suelos presentes en el cantón Santa Isabel _____	- 11 -
Figura 4: Pisos bioclimáticos presentes en el cantón Santa Isabel _____	- 13 -
Figura 5: Rangos de temperaturas presentes en el cantón Santa Isabel _____	- 14 -
Figura 6: Rangos de precipitación presentes en el cantón Santa Isabel _____	- 15 -
Figura 7: Usos del suelo del cantón Santa Isabel _____	- 16 -
Figura 8: Mapa de ubicación de la zona de estudio _____	- 33 -
Figura 9: Zona afectada por la mano humana (punto de muestreo 1) _____	- 33 -
Figura 10: Acequia de conducción de agua (punto de muestreo 2) _____	- 34 -
Figura 11: Captación de agua (punto de muestreo 3) _____	- 34 -
Figura 12: Materiales de campo _____	- 36 -
Figura 13: Materiales de laboratorio _____	- 37 -
Figura 14: Mapa de ubicación del río Naranjo _____	- 40 -
Figura 15: Modelos de curvas hipsométrica _____	- 44 -
Figura 16: Ordenes de corriente (Strahler) _____	- 45 -
Figura 17: Valoración de la calidad de agua en función de la DBO ⁵ _____	- 55 -
Figura 18: Saturación del oxígeno en función de su altura y temperatura _____	- 55 -
Figura 19: Estimación de la calidad de agua en función del % de saturación _____	- 56 -
Figura 20: Estimación de la calidad del agua en función de su pH _____	- 56 -
Figura 21: Estimación de la calidad de agua en función de la turbiedad _____	- 57 -
Figura 22: Estimación de la calidad de agua en función de los fosfatos _____	- 57 -
Figura 23: Estimación de la calidad de agua en función de los nitratos _____	- 58 -
Figura 24: Estimación de la calidad de agua en función de la variación de la temperatura _____	- 58 -
Figura 25: Estimación de la calidad de agua en función de los coliformes fecales _____	- 59 -
Figura 26: Estimación de la calidad de agua en función de los sólidos totales _____	- 59 -
Figura 27: Clasificación de la calidad de agua según el modelo NSF _____	- 60 -
Figura 28: Mapa de delimitación de la microcuenca del río Naranjo _____	- 64 -
Figura 29: Mapa de la ubicación Geográfica de la microcuenca del río Naranjo _____	- 65 -
Figura 30: Curva Hipsométrica de la microcuenca del río Naranjo _____	- 67 -
Figura 31: Mapa de orden de la red hidrográfica de la microcuenca del río Naranjo _____	- 69 -
Figura 32: Mapa de Isoyetas de la microcuenca del río Naranjo _____	- 71 -
Figura 33: Mapa de isotermas de la microcuenca del río Naranjo _____	- 72 -
Figura 34: Mapa de zonas climáticas de la microcuenca del río Naranjo _____	- 73 -
Figura 35: Formaciones geológicas presentes en la microcuenca del río Naranjo _____	- 75 -
Figura 36: Mapa de tipos de suelo de la microcuenca del río Naranjo _____	- 77 -
Figura 37: Mapa de pendientes de la microcuenca del río Naranjo _____	- 79 -
Figura 38: Mapa de uso actual del suelo de la microcuenca del río Naranjo _____	- 80 -
Figura 39: Mapa de tipos de uso de suelo de la microcuenca del río Naranjo _____	- 82 -
Figura 40: Mapa de uso potencial del suelo de la microcuenca del río Naranjo _____	- 85 -
Figura 41: Mapa de susceptibilidad de erosión del suelo (Microcuenca del río Naranjo) _____	- 86 -
Figura 42: Mapa de conflictos del uso del suelo en la microcuenca del río Naranjo _____	- 88 -
Figura 43: Mapa de ubicación de los centros poblados (Microcuenca del río Naranjo) _____	- 89 -
Figura 44: Mapa de los servicios de salud pública de: Girón, San Fernando y Santa Isabel _____	- 92 -
Figura 45: Mapa de los servicios de salud pública de la microcuenca del río Naranjo _____	- 93 -
Figura 46: Mapa de ubicación de los centros educativos (Microcuenca del río Naranjo) _____	- 95 -
Figura 47: Mapa de la red vial de la microcuenca del río Naranjo _____	- 102 -
Figura 48: Resultados promedio por punto ICA-NSF _____	- 120 -
Figura 49: Variabilidad temporal ICA-NSF _____	- 121 -
Figura 50: Variabilidad espacial ICA-NSF _____	- 122 -

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Rango de pendientes categorizada del cantón Santa Isabel	- 7 -
Tabla 2: Formaciones geológicas presentes en el cantón Santa Isabel	- 8 -
Tabla 3: Unidades de suelos presentes en el cantón Santa Isabel	- 9 -
Tabla 4: Clases Agrologicas presentes en el cantón Santa Isabel	- 11 -
Tabla 5: Pisos Bioclimáticos presentes en el cantón Santa Isabel	- 12 -
Tabla 6: Cobertura superficial a nivel I del cantón Santa Isabel	- 16 -
Tabla 7: Usos del suelo presentes en el cantón Santa Isabel	- 17 -
Tabla 8: Clasificación de cuencas, subcuencas y microcuencas	- 19 -
Tabla 9: Coordenadas de ubicación de los puntos de toma de muestra y análisis	- 32 -
Tabla 10: Descripción de las fases llevadas a cabo en el diagnóstico	- 38 -
Tabla 11: Componentes y características a desarrollarse en la fase uno	- 39 -
Tabla 12: Rango de los valores de compacidad de acuerdo al índice de Gravelius	- 42 -
Tabla 13: Valores para identificar la forma de la microcuenca	- 43 -
Tabla 14: Interpretación para los resultados de densidad de drenaje	- 45 -
Tabla 15: Clases de tiempos de concentración	- 46 -
Tabla 16: Clases de pendiente del cauce	- 46 -
Tabla 17: Rangos de porcentajes de pendientes	- 48 -
Tabla 18: Factores de ponderación ICA-NSF	- 54 -
Tabla 19: Cronograma de recolección y análisis de muestras	- 60 -
Tabla 20: Metodologías y técnicas utilizadas por los laboratorios para el análisis	- 62 -
Tabla 21: Área de incidencia dentro de los cantones Santa Isabel, San Fernando y Girón	- 65 -
Tabla 22: Resumen de los parámetros de forma de la microcuenca del río Naranjo	- 66 -
Tabla 23: Resumen de los parámetros de relieve de la microcuenca del río Naranjo	- 67 -
Tabla 24: Resumen de parámetros de la red hidrográfica	- 69 -
Tabla 25: Rango y descripción de las precipitaciones	- 70 -
Tabla 26: Formaciones geológicas % de áreas en la microcuenca del río Naranjo	- 75 -
Tabla 27: Áreas y porcentajes de los tipos de suelos (Microcuenca del río Naranjo)	- 77 -
Tabla 28 Porcentaje de áreas de pendientes (Microcuenca del rio Naranjo)	- 79 -
Tabla 29: Porcentaje de cobertura vegetal presente en la microcuenca del río Naranjo	- 80 -
Tabla 30: Porcentajes del área según el uso del suelo de la microcuenca del río Naranjo	- 82 -
Tabla 31: Suelos presentes en la microcuenca del río Naranjo	- 84 -
Tabla 32: Susceptibilidad a procesos de erosión (Microcuenca del río Naranjo)	- 86 -
Tabla 33: Área y porcentaje de las zonas con conflictos de uso del suelo	- 88 -
Tabla 34: Centros poblados de la microcuenca del río Naranjo	- 90 -
Tabla 35: Población total de la microcuenca del río Naranjo año 2015	- 91 -
Tabla 36: Servicios de salud de los cantones: Santa Isabel, Girón y San Fernando	- 94 -
Tabla 37: Centros educativos pertenecientes a la microcuenca del río Naranjo	- 97 -
Tabla 38: Generalidades de vivienda a nivel parroquial.	- 99 -
Tabla 39: Principales actividades económicas de Santa Isabel, Girón y San Fernando	- 100 -
Tabla 40: Alcance de la red vial	- 102 -
Tabla 41: Cobertura de servicios básicos a nivel parroquial	- 103 -
Tabla 42: Resultado de análisis muestra 1	- 106 -
Tabla 43: Resultado de análisis muestra 2	- 106 -
Tabla 44: Resultados de análisis muestra 3	- 107 -
Tabla 45: Comparación resultados (muestra 1) con el "TULSMA"	- 108 -
Tabla 46: Comparación resultados (muestra 1) con la "NTE INEN 1108"	- 108 -
Tabla 47: Comparación resultados (muestra 2) con el "TULSMA"	- 109 -
Tabla 48: Comparación resultados (muestra 2) con la "NTE INEN 1108"	- 109 -
Tabla 49: Comparación resultados (muestra 3) con el "TULSMA"	- 110 -
Tabla 50: Comparación resultados (muestra 3) con la "NTE INEN 1108"	- 110 -

Tabla 51: Resultados ICA-NSF Punto 1 (5/11/2020)	- 115 -
Tabla 52: Resultados ICA-NSF Punto 2 (5/11/2020)	- 115 -
Tabla 53: Resultados ICA-NSF Punto 3 (5/11/2020)	- 116 -
Tabla 54: Resultados ICA-NSF Punto 1 (29/11/2020)	- 116 -
Tabla 55: Resultados ICA-NSF Punto 2 (5/11/2020)	- 117 -
Tabla 56: Resultados ICA-NSF Punto 3 (5/11/2020)	- 117 -
Tabla 57: Resultados ICA-NSF Punto 1 (4/1/2021)	- 117 -
Tabla 58: Resultados ICA-NSF Punto 2 (4/1/2021)	- 118 -
Tabla 59: Resultados ICA-NSF Punto 3 (4/1/2021)	- 118 -
Tabla 60: Valores promedio del ICA-NSF	- 119 -
Tabla 61: Principales problemas presentes en la zona de estudio	- 123 -
Tabla 62: Plan de medidas correctivas	- 125 -

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Parroquias que forman parte de la microcuenca del río Naranjo _____	- 140 -
Anexo 2: Centros educativos a nivel parroquial de la microcuenca del río Naranjo_____	- 141 -
Anexo 3: Resultado de análisis de laboratorio muestra 1 PTAP del cantón Santa Isabel _	- 148 -
Anexo 4: Resultado de análisis de laboratorio muestra 2 PTAP del cantón Santa Isabel _	- 149 -
Anexo 5: Resultado de análisis de laboratorio muestra 3 PTAP del cantón Santa Isabel _	- 150 -
Anexo 6: Resultado de laboratorio muestra 1 CIITT Universidad Católica de Cuenca ____	- 151 -
Anexo 7: Resultado de laboratorio muestra 2 CIITT Universidad Católica de Cuenca ____	- 151 -
Anexo 8: Resultado de laboratorio muestra 3 CIITT Universidad Católica de Cuenca ____	- 151 -
Anexo 9: Resultados de análisis in situ muestra 1 _____	- 152 -
Anexo 10: Resultados de análisis in situ muestra 2 _____	- 152 -
Anexo 11: Resultados de análisis in situ muestra 3 _____	- 152 -
Anexo 12: Modelo de encuesta aplicada en la microcuenca del río Naranjo _____	- 154 -
Anexo 13: Resultados de las encuestas realizadas en la microcuenca del río Naranjo ____	- 156 -
Anexo 14: Aplicación de encuestas en la microcuenca del río Naranjo _____	- 165 -
Anexo 15: Recolección de muestras de agua_____	- 166 -

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1: Coeficiente de Gravelius _____	- 41 -
Ecuación 2: Índice de Horton _____	- 42 -
Ecuación 3: Densidad de drenaje según Horton _____	- 45 -
Ecuación 4: Tiempo de concentración _____	- 45 -
Ecuación 5: Pendiente media del cauce _____	- 46 -
Ecuación 6: Determinación del índice ICA-NSF _____	- 54 -

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La caracterización y posterior diagnóstico de una cuenca hidrográfica tiene como objetivo principal desarrollar un balance o llevar un registro minucioso de los recursos naturales conjuntamente con sus situaciones morfológicas, biofísicas y socioeconómicas. Este balance está dirigido principalmente a determinar las variables que estandarizan una cuenca hidrográfica con la finalidad de instaurar su vocación, bienes, posibles limitaciones ambientales y las condiciones socioeconómicas (Anaya, 2012).

(Zhicay, 2020) menciona que la caracterización de una cuenca hidrográfica principalmente se fundamenta en la evaluación y su respectiva medición de parámetros morfológicos como una base y un aspecto general del estudio concreto, pues este tipo de estudio nos permite considerar las variables de relieve, forma y red de drenaje que incurren de manera directa en su conducta hidrológica. (Cerignoni & Rodrigues, 2015) considera que un estudio morfológico sirve para direccionar las acciones de planificación, gestión y atenuación para la preservación y uso de sus recursos naturales, información que debe de ser detallada y cuantificada por medio del uso de sistemas de información geográfica conocidas como (SIG). Hoy en día los sistemas de información geográfica se utilizan principalmente como herramientas metodológicas para establecer y valorar la distribución tanto estacional como espacial en una cuenca hidrográfica mediante la creación y manejo de archivos MDT o conocidos generalmente como modelos de elevación digital que simbolizan la topografía existente en un terreno con los cuales se procede a delimitar la cuenca, construir sus redes de drenaje y la tipificación de escurrimientos, accediendo de esta manera a una interpretación veras del funcionamiento del sistema hidrológico de la cuenca (Zhicay, 2020).

En el Ecuador se originó el interés por el manejo de cuencas hidrográficas a partir del año de 1995 (Albarracín, 2019), su principal objetivo se basaba en el manejo, gestión integral y organización territorial con el propósito de minimizar y vigilar los problemas presentes en suministro de agua para consumo humano, sistemas de riego y la generación de electricidad mediante hidroeléctricas, a partir del año de 1999 se implementaron proyectos con estrategias para el manejo de recursos naturales de una manera integral que genera una cuenca hidrográfica a causa de los impactos de tipo ambiental que son producidos por el crecimiento industrial y poblacional que se da (Bravo, 2019).

Una cuenca hidrográfica generalmente suele ser empleada como una unidad de planificación de los recursos hídricos que genera la misma, al estar formada por

componentes hidrológicos, ecológicos, ambientales y socioeconómicos posee distintas funciones con propósitos indistintos. Las funciones que posee una cuenca principalmente son la ambiental, ecológica, hidrológica y socioeconómica, en esta última función se encuentra presente la acción que se encarga del suministro, cuidado y valoración de recursos naturales renovables o no renovables a una población demandante (Vázquez *et al.*, 2019).

La microcuenca del río Naranjos tiene sus inicios en la parte alta del cantón San Fernando, su recorrido abarca sectores de los cantones pertenecientes a la provincia del Azuay como lo son Girón y Santa Isabel, forma parte del sistema hidrográfico Jubones, y a la subcuenca del río Rircay (Faicán & Galán, 2011), su función principal como sistema hidrográfico es la de suministrar agua para consumo humano a poblaciones de parroquias de los cantones antes mencionados. La comunidad de Cercaloma perteneciente a la parroquia Abdón Calderón es una de las beneficiarias del recurso hídrico proveniente del río naranjos, esta comunidad capta el recurso mediante sistemas de acequias que conducen hasta un punto de captación, recolección y suministro directo que se encuentra en condiciones precarias, cabe recalcar que no recibe ningún análisis ni tratamiento previo a su distribución domiciliaria.

Partiendo de lo mencionado anteriormente, la microcuenca del río Naranjo ni sus proyectos de agua de consumo humano presentan registro de ningún tipo de estudio, análisis o diagnóstico en años anteriores ni a la fecha, de tal modo es necesario implementar un diagnóstico de la microcuenca y un análisis de calidad de agua en cada uno de los proyectos de abastecimiento que se encuentran presentes en la zona. Esta investigación tiene como objetivos realizar el diagnóstico de la microcuenca del río Naranjo y determinar la calidad de agua existente en una de las comunidades que se benefician del recurso hídrico para su consumo, mediante análisis físicos químicos y microbiológicos y la aplicación de un índice ICA se pretende determinar su calidad.

Es de suma importancia poseer información actualizada acerca de la calidad de los cuerpos de agua de una zona definida para de esta manera mantener un eficiente aprovechamiento de sus recursos, una de las maneras más sencillas para obtener información eficiente es por medio de la aplicación de un ICA o índice de calidad de agua, estos índices son considerados como herramientas muy sencillas que sintetizan la información generada por una variedad de parámetros analizados en un término mucho más sencillo y de fácil comprensión (Carrillo & Urgilés, 2016).

Para decretar la calidad de agua de consumo humano de la comunidad de Cercaloma se implementó la metodología utilizada por la Fundación Nacional de Saneamiento de los

Estados Unidos de Norteamérica (ICA-NSF) el cual está conformado por el análisis de 9 parámetros entre físicos, químicos y un parámetro microbiológico, se implementó una campaña de monitoreo durante un periodo de 3 meses abarcando una época seca del año con presencia escasa o nula de precipitaciones y una en la cual las precipitaciones aumentan considerablemente.

1.1 Objetivos

1.1.1. Objetivo General.

- Efectuar el diagnóstico biofísico y socioeconómico de la microcuenca del río Naranjo y determinar la calidad de agua para el consumo humano de la comunidad de Cercaloma perteneciente al cantón Santa Isabel durante el periodo septiembre 2020 enero 2021

1.1.2. Objetivos específicos.

- Realizar la caracterización morfométrica, biofísica y socioeconómica de la microcuenca del río Naranjos mediante sistemas de información geográfica (SIG).
- Obtener el índice ICA-NSF del agua de consumo humano de la comunidad de Cercaloma para determinar su calidad mediante análisis físico-químicos y microbiológicos.
- Proponer un plan de medidas correctivas para la optimización y mejoramiento del agua de consumo humano en la comunidad de Cercaloma.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Descripción del cantón Santa Isabel

2.1.1. Ubicación y superficie.

El cantón Santa Isabel se halla localizado en la cuenca alta y media del río Jubones, perteneciente a la provincia del Azuay este sitio limita al norte con los cantones de Cuenca y Balao perteneciente a la provincia del Guayas; al sur con los cantones Nabón, Zaruma que pertenece a la provincia de El Oro y Saraguro a la provincia de Loja; al este con los cantones San Fernando, Girón y Nabón y al oeste con los cantones de Pucará y Balao de la provincia del Guayas. Cuenta con cinco parroquias en total; Santa Isabel parroquia urbana denominada como cabecera cantonal; Cañaribamba, Shaglli, Abdón Calderón y el Carmen de Pijilí consideradas parroquias rurales, posee una superficie aproximada de 82.692,99 ha siendo parte del 9.63% del total de la superficie de la provincia del Azuay (GAD Santa Isabel, 2015).

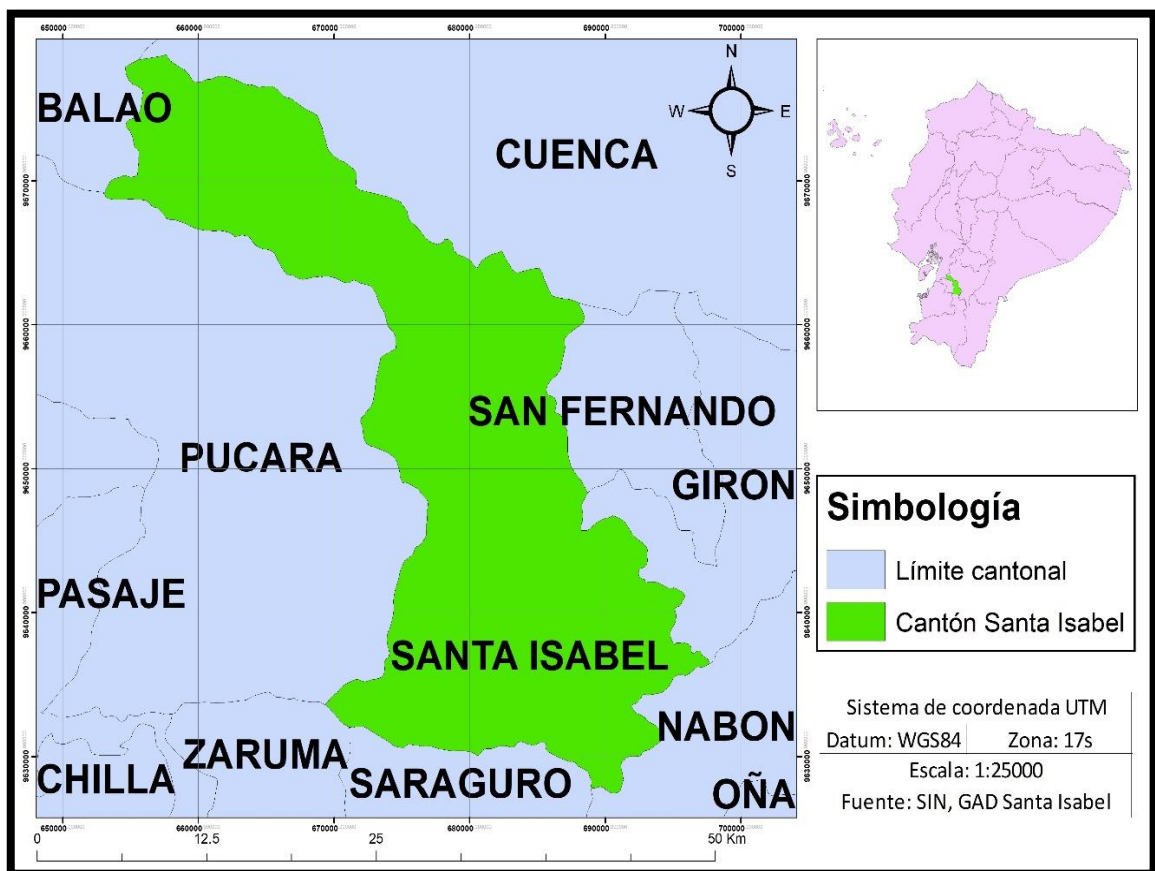


Figura 1: Mapa de ubicación del cantón Santa Isabel

2.1.2. Geomorfología.

La geomorfología presente en el cantón Santa Isabel está directamente vinculada con las estribaciones y vertientes que descienden desde el nudo del Portete que dan origen a formaciones muy irregulares con la presencia característica de ríos y quebradas. Las unidades geomorfológicas identificadas en el cantón son principalmente deslizamientos, piedemonte, terrazas aluviales y relieves montañosos (GAD Santa Isabel, 2015).

- **Deslizamientos:** Depósitos de material acumulado en las partes bajas de las pendientes que están formados por una mezcla heterogénea de bloques de grano fino, crean relieves en forma semicircular con escarpes en la parte superior. Este material predomina en la zona suroeste del cantón exactamente en la vía a San Carlos-Carmen de Pijilí (GAD Santa Isabel, 2015).
- **Piedemonte:** Unidades geomorfológicas de depósitos aluviales formadas por el arrastre desde las partes altas de nudo del Portete, comúnmente se encuentran al pie de laderas de formación natural, unidades predominantes en la zona norte del cantón (GAD Santa Isabel, 2015).
- **Terrazas Aluviales:** Son el producto de la erosión y colmatación hídrica de los ríos Jubones, Rircay, León y Pijilí, presentan relieves entre plano-suave dejando la zona del valle del río Jubones susceptible a inundaciones(GAD Santa Isabel, 2015).
- **Relieve Montañoso:** Formaciones expuestas en lugares altos y pendientes de la zona central y norte del cantón, presenta cimas de cordillera y laderas moderadas a abruptas formadas en las rocas de la formación piñon, se encuentran cubiertas por material volcánico de las formaciones Saraguro y Tarqui (GAD Santa Isabel, 2015).

2.1.3. Pendiente.

De acuerdo al (GAD Santa Isabel, 2015) el cantón Santa Isabel en su superficie territorial posee relieves montañosos, colinados y escarpados. En la tabla se puede observar el rango de pendientes categorizada y el porcentaje respectivo del cantón Santa Isabel.

Tabla 1: Rango de pendientes categorizada del cantón Santa Isabel

Rango	Descripción	Área (ha)	Porcentaje
0-5	Plano a casi plano	497.61	0.60%
5-12	Suave a ligeramente ondulado	1.654,78	2.00%
12-25	Moderadamente ondulado	11.154,4	13.49%
25-50	Colinado	15.091,27	18.25%
50-70	Escarpado	41.271,45	49.91%
>70	Montañoso	12.907,1	15.61%
	Cuerpo de agua natural	82,34	0.10%
	Poblados zona urbana	34,03	0.04%

Fuente: (GAD Santa Isabel, 2015)

Elaboración: (GAD Santa Isabel, 2015)

2.1.4. Geología.

El cantón Santa Isabel presenta formaciones geológicas pertenecientes a diferente periodos del Mesozoico, Terciario y Cuaternario (GAD Santa Isabel, 2015).

La tabla 2 presentada indica las principales formaciones geológicas presentes en el cantón conjuntamente con su periodo, descripción, localización dentro del cantón y las observaciones que se le da a cada una de las mismas.

En cuanto a depósitos presentes en el cantón Santa Isabel el (GAD Santa Isabel, 2015) identificó los siguientes:

- Aluvial: se generan por el arrastre de sedimentos por parte de los ríos, comúnmente están constituidos por gravas y arenas(GAD Santa Isabel, 2015).
- Coluvial: Generados por la erosión deposición causada por el viento (GAD Santa Isabel, 2015)
- Terrazas glaciales: Son depósitos de material hetero-granulares en matriz areno arcillosa(GAD Santa Isabel, 2015).
- Aluviales indiferenciados: Formado por el material arrastrado por los ríos (GAD Santa Isabel, 2015).
- Rocas intrusivas: Pertenecen al Batolito de Chaucha, generados por granodiorita y diorita (GAD Santa Isabel, 2015).

Tabla 2: Formaciones geológicas presentes en el cantón Santa Isabel

Periodo	Formación	Composición	Localización Predominante	Observación
Mesozoico	Macuchi	Tobas basálticas de color negro y verdoso, interestratificadas con tobas, areniscas y limonitas volcánicas	Zona norte y sur - Flanco occidental de la cordillera de Saraguro y a lo largo de río san Francisco	Superpuestas en discordancia con la formación Saraguro
Terciario	Saraguro	Compuesta por una secuencia volcanoclástica y lavas de composición andesítica y riolítica con espesor mayor a 3000m. Subdivididas en tres composiciones: tobas andesíticas de color verde, tobas clásticas y tobas riolíticas. Además, posee horizontes ignimbriticos sobre las tobas clásticas y riolíticas.	Zona centro y sur	En contacto discordante con las rocas de la formación Tarqui y rocas metamórficas, y en concordancia con el grupo Ayancay.
Terciario	Grupo Ayancay	Sucesión sedimentaria de origen fluvial perteneciente a la cuenca geológica del cantón Cuenca. Representado por una secuencia de areniscas con fragmentos volcánicos, lutitas, limolitas y conglomerados. Espesor variable de 0.5 a 3 metros de alta inestabilidad	Zona sur - Taludes de la vía de primer orden Cuenca - Machala, alrededores de la parroquia Calderón	En discordancia con los materiales de la formación Saraguro. Presenta derrumbes frecuentes en laderas naturales y ante cortes de poca altura, provocando hundimientos y deslizamientos de las vías.
Cuaternario	Tarqui	Sucesión monótona de material piroplástico (tobas ácidas blanca y roja, y aglomerados) intensamente meteorizados y caolinitizados. Derrames de lava andesítica. Al norte de Shaglli se componen de tobas riolíticas pobremente consolidadas con eventos de caída de ceniza junto a conglomerados, areniscas y limonitas	Zona central - Direcciones norte, este y oeste	Cubre en discordancia la formación Saraguro y deriva en derrumbes frecuentes por su composición y alta meteorización.

Fuente: (GAD Santa Isabel, 2015)

Elaboración: (GAD Santa Isabel, 2015)

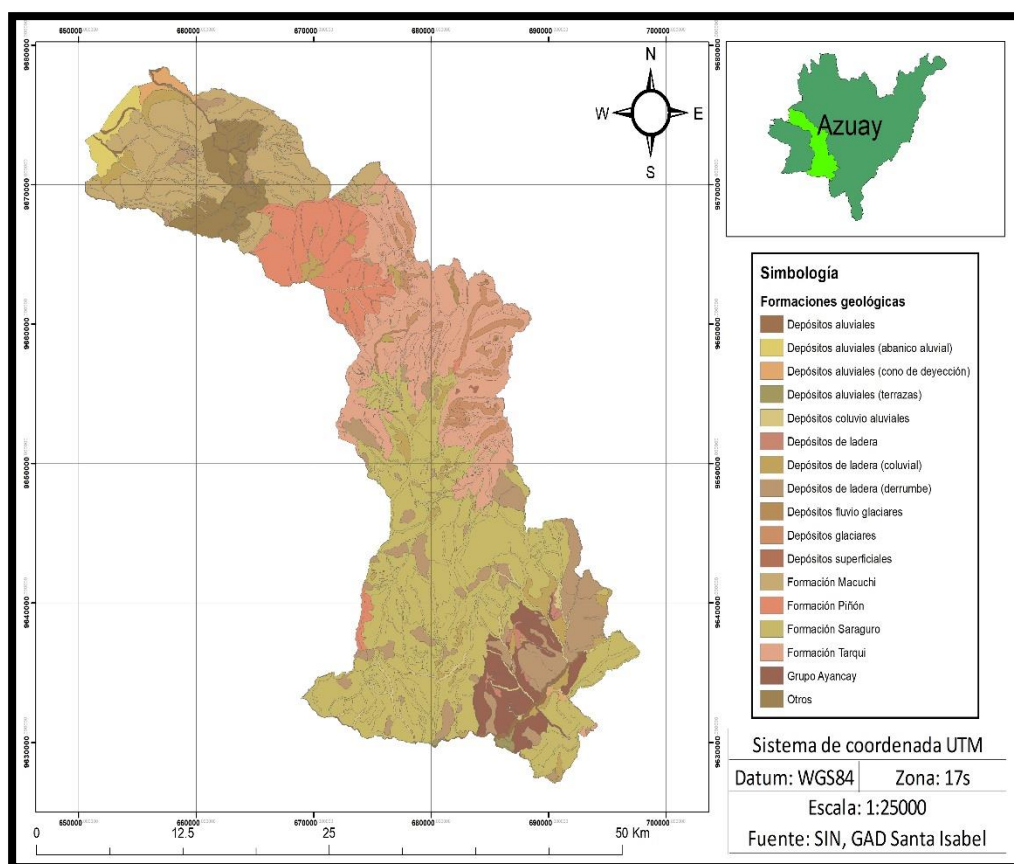


Figura 2: Formaciones geológicas presentes en el cantón Santa Isabel

2.1.5. Suelos.

Teniendo en cuenta la clasificación taxonómica de suelos realizada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), el (GAD Santa Isabel, 2015) determinó la existencia de cuatro unidades o tipos de suelo en el cantón de Santa Isabel los cuales se observan en la tabla 3 presentada a continuación.

Tabla 3: Unidades de suelos presentes en el cantón Santa Isabel

Unidad	Área %
Alfisol	7.3
Entisol	19.3
Inceptisol	38.11
Vertisol	13.04
Inceptisol + Entisol	17.94
Alfisol (Inceptisol)	4.15
Unidades menores	1.41

Fuente: (GAD Santa Isabel, 2015)

Elaboración: (GAD Santa Isabel, 2015)

- Alfisol

Este tipo de suelos presenta un horizonte claro de tipo superficial sobre un horizonte que esta enriquecido con arcilla el cual se forma por la translocación de arcilla del horizonte superficial. Se encuentran generalmente en relieves antiguos o en paisajes generalmente jóvenes que se encuentran estables o sin presencia de procesos de erosión o cualquier tipo de alteración edáfica (SIGTIERRAS, 2017).

- Mollisol

Su característica principal es la presencia de un horizonte de tipo superficial el cual es rico en materia orgánica, se los puede encontrar en diferentes regímenes climáticos que van desde un clima seco a muy húmedo o un clima cálido a uno muy frío. En nuestro país este tipo de suelo es aprovechado por el sector agrícola en la siembra de productos de maíz, caña de azúcar, cacao entre otros productos(SIGTIERRAS, 2017).

- Vertisol

Generalmente conocidos como montmorillonitas por su fácil hinchamiento e impermeabilidad en época lluviosa, en época seca este tipo de suelo se contrae y genera grietas verticales que permanecen de esa manera durante un tiempo estimado de 90 días. Son suelos minerales que tienen poco desarrollo que posee alto contenido de arcillas expansible de ahí su característica de impermeabilizante (SIGTIERRAS, 2017).

- Entisol

Los suelos de este tipo generalmente se caracterizan por tener un nivel bajo de evolución los cuales no presentan formación de horizontes de tipo edafogenéticos por su corto lapso de desarrollo. Este tipo de suelo se encuentran por lo general en zonas con pendientes muy altas > 40-70%, característicos de procesos de erosión acelerados, presentando problemas de inundaciones permanentes(SIGTIERRAS, 2017).

- Inceptisol

Su característica principal es que son suelos jóvenes los cuales empiezan a definir sus horizontes con un tiempo rápido de formación, presentan métodos de translocación de materiales o meteorización considerada extrema. Por sus propiedades de texturas arcillosa, arenosas con presencia de pH ligeramente ácidos o alcalinos este tipo de suelos en nuestro país a sido aprovechado por el sector agrícola con la siembra de productos como maíz, cacao, banano entre otros(SIGTIERRAS, 2017).

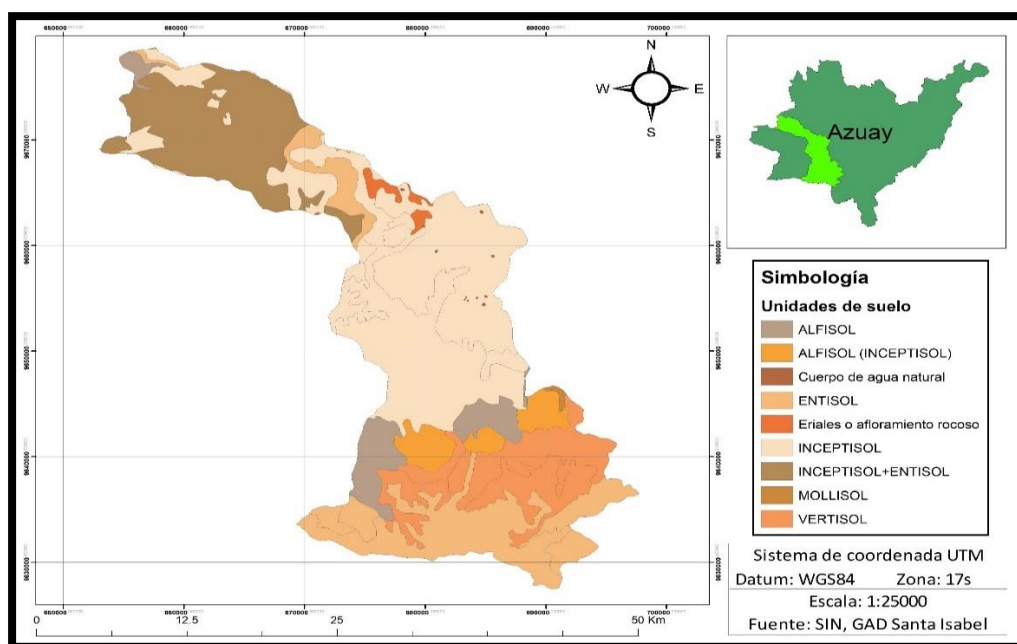


Figura 3: Unidades de suelos presentes en el cantón Santa Isabel

Las clases agrológicas de las unidades de suelo del cantón Santa Isabel se indican a continuación en la tabla 4.

Tabla 4: Clases Agrológicas presentes en el cantón Santa Isabel

Clase	Descripción	Área
I	Suelos apropiados para uso agrícola elevado, no presentan limitaciones para su uso. Suelos llanos, bien drenados y hondos, posibles de trabajar y con una buena capacidad de conservación del agua, dotados de nutrientes. Presentan escasos o nulos problemas de erosión	0.13%
II	Presentan limitaciones o requieren prácticas de conservación. Suelos buenos para cultivo con labor adecuada de fácil aplicación. Cultivos agrícolas, forestales o pastos. La primordial discrepancia con los suelos de clase I es que estos presentan una pendiente dócil y están sumisos a erosión moderada con una depresión mediana e inundaciones ocasionales.	1.38%
III	Limitaciones de importancia en el cultivo. Mediante buenos, con uso regular, aplicando rotación de cultivos adecuados o procedimiento pertinente. Situados en pendientes moderadas con peligro de erosión severo y fertilidad más baja. Restringen el tipo de cultivo o calendario de siembra y laboreo. Demandan de sistemas de cultivo que brinden amparo al suelo de posibles eventos de erosión.	2.54%
IV	Suelos con posibilidad de uso agrícola restringido o cultivos ocasionales. Uso para pastos, producción vegetal y cultivos de tipo agrícola. Presencia	11.29%

	en pendientes muy pronunciadas y consecuente erosión inflexible. Suelos de mínimo espesor, con enorme humedad y poca conservación de agua.	
V	Suelos apropiados para soporte de vegetación de tipo permanente, que no son apropiados para cultivo. Suelos sin pendiente con características de encharcamiento, alta pedregosidad y no susceptibles a erosión de refieren restricción de uso a pastos, mantenimiento de fauna silvestre y masa forestales. El pastoreo que se lleva en este tipo de suelos debe de ser regulado para evitar daño a la cubierta vegetal.	26.65%
VI	Suelos en pendiente, muy someros, corresponden a suelos recomendados para silvicultura o para pastoreo.	17.25%
VII	Suelos con prohibiciones severas y permanentes al ser empleados para silvicultura o pastos, presentan pendientes elevadas, erosión y son áridos o inundados o someros.	22.65%
VIII	Tipo de Suelos no competentes para pastos ni silvicultura, convienen solamente utilizarse para uso de distracción, usos hidrológicos o para uso de fauna silvestre.	17.43
Sin información		0.06%
Total		100%

Fuente: (GAD Santa Isabel, 2015)

Elaboración: (GAD Santa Isabel, 2015)

2.1.6. Clima.

Dado la riqueza existente en el cantón Santa Isabel se ha logrado precisar una complejidad de pisos bioclimáticos sin causar efecto en la eficacia de vida humana, vegetal y animal en el 48% del territorio de Santa Isabel predomina el piso bioclimático Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo(GAD Santa Isabel, 2015).

Tabla 5: Pisos Bioclimáticos presentes en el cantón Santa Isabel

Pisos Bioclimáticos	Área (ha)	Porcentaje (%)
Tropical Megatérmico Semi-Húmedo	7.385,63	8,93
Ecuatorial Mesotérmico Seco	14.576,62	17,63
Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo	40.260,43	48,69
Ecuatorial de Alta Montaña	20.180,32	24,40
Nival	290,00	0,35

Fuente: (GAD Santa Isabel, 2015)

Elaboración: (GAD Santa Isabel, 2015)

- Ecuatorial Mesotérmico Seco

La temperatura media anual fluctúa entre los 12 y 20 °C, presentando una mínima diferencia entre época de verano y época de invierno, se diferencian dos estaciones a lo largo del año alcanzando precipitaciones de 500mm, la humedad relativa se encuentra entre el 50 y el 80% presentando un cielo con pocas nubes. En este tipo de zonas climáticas es esencial el sistema de riego para las zonas con cultivos (Pourrut, 1983).

- Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo

Este ejemplar de zonas climáticas se ubica entre los 3000 a 32000 ms.n.m. generando precipitaciones entre 500 y 2000 mm al año, la temperatura media anual oscila entre los 12 y 20 °C con una humedad concerniente entre el 65 y 85%

- Ecuatorial de Alta Montaña

Ubicado sobre los 3000 ms.n.m. presenta temperaturas máximas de 20 °C y mínimas de 0 °C, generalmente genera lluvias escasas entre los 800 y 2000 mm de precipitación anual, posee una humedad relativa entre el 80% (Pourrut, 1983).

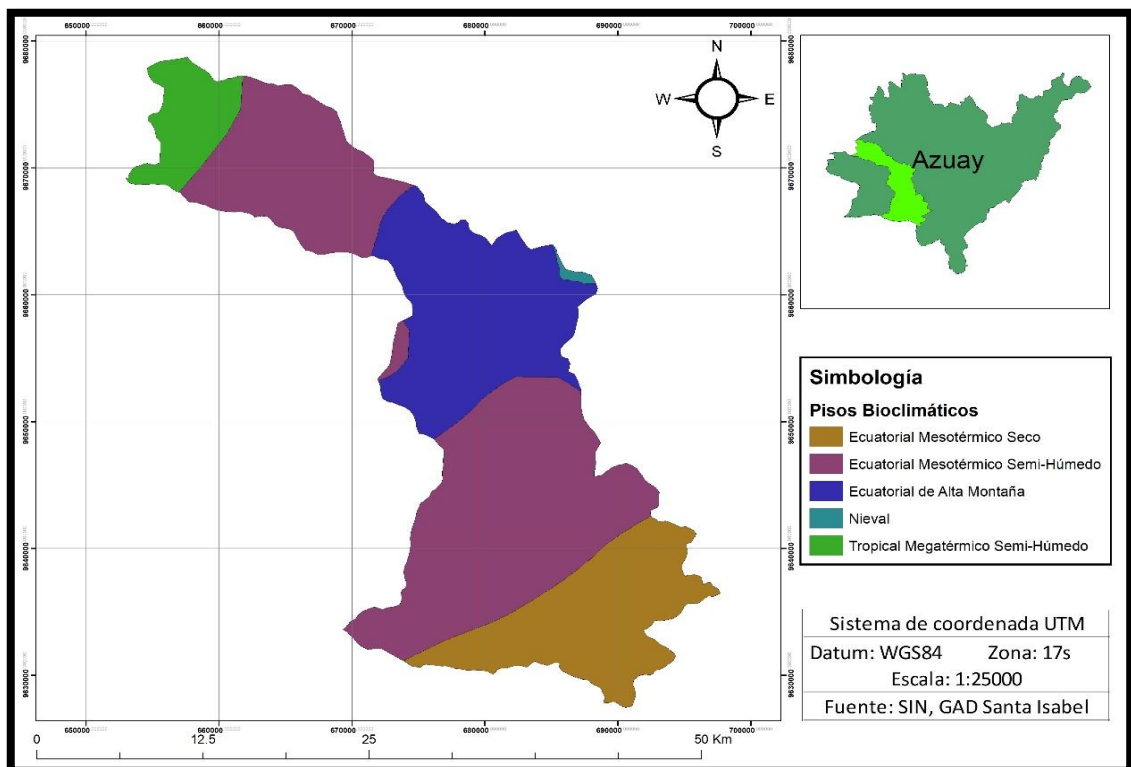


Figura 4: Pisos bioclimáticos presentes en el cantón Santa Isabel

2.1.7. Temperatura.

De acuerdo al (GAD Santa Isabel, 2015) el cantón de Santa Isabel presenta temperaturas que van desde los 5 °C hasta un máximo de 25 °C, el 19.98% del territorio posee una temperatura situada entre los 23 y 24 °C (GAD Santa Isabel, 2015).

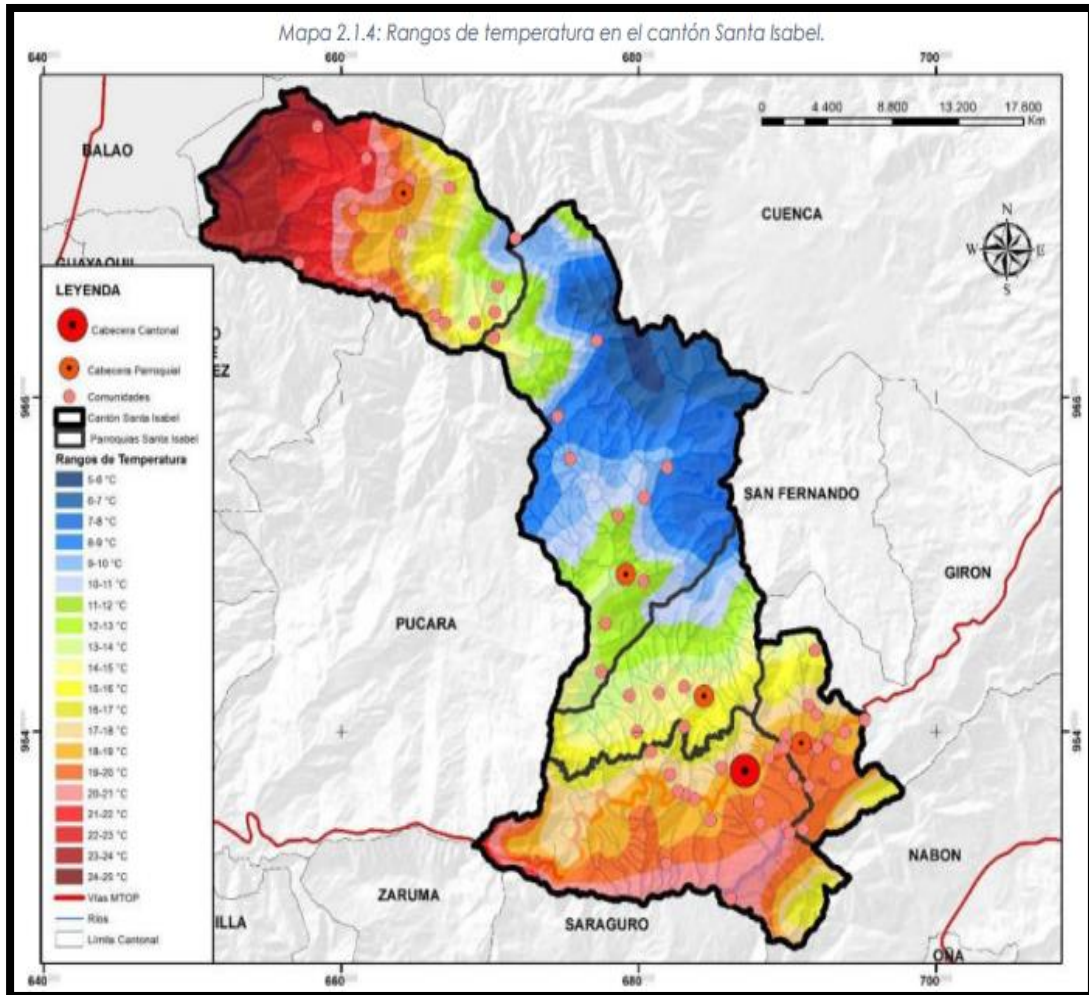


Figura 5: Rangos de temperaturas presentes en el cantón Santa Isabel

Fuente: (GAD Santa Isabel, 2015)

Elaboración: (GAD Santa Isabel, 2015)

2.1.8. Precipitación.

Santa Isabel presenta valores de precipitaciones máximas anuales de 1750 mm, el 25,51% de su territorio presenta precipitaciones que oscilan entre 1250 mm a 1500 mm, la zona norte del cantón presenta mayor cantidad de lluvias presentando descendencia del nivel de lluvias hacía el sur (GAD Santa Isabel, 2015).

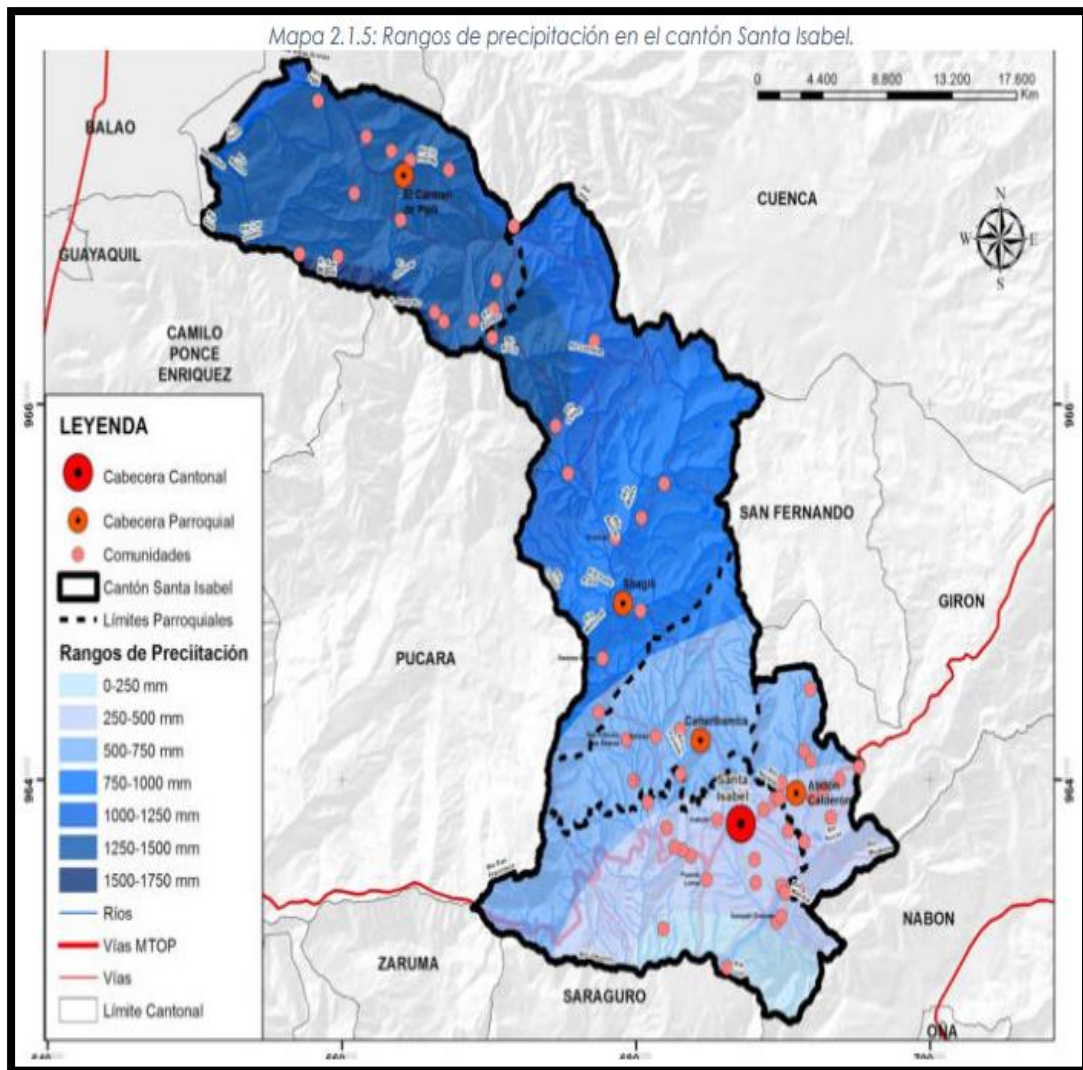


Figura 6: Rangos de precipitación presentes en el cantón Santa Isabel

Fuente: (GAD Santa Isabel, 2015)

Elaboración: (GAD Santa Isabel, 2015)

2.1.9. Uso y cobertura del suelo.

Conforme al (GAD Santa Isabel, 2015), la clasificación de la cobertura superficial del suelo del territorio del cantón Santa Isabel se basa únicamente en la clasificación a Nivel 1 de los 4 niveles establecidos para el uso y cobertura de suelos. Los niveles I y II nos permiten determinar la cobertura superficial del suelo mientras tanto que los niveles III y IV representan el uso del suelo (GAD Santa Isabel, 2015).

Tabla 6: Cobertura superficial a nivel I del cantón Santa Isabel

Nivel I	Área (ha)	Porcentaje (%)
Bosque	6.660,74	8%
Tierra agropecuaria	4.240,42	5%
Vegetación arbustiva y herbácea	46.561,57	56%
Cuerpo de agua	720,26	1%
Zonas antrópicas	14.864,08	18%
Sin Información	9.645,924	12%
Total	82.692,99	100%

Fuente: (GAD Santa Isabel, 2015)

Elaboración: (GAD Santa Isabel, 2015)

El uso predominante del suelo del cantón Santa Isabel según datos del (GAD Santa Isabel, 2015) es el dedicado a cultivos considerados como de ciclo corto ocupando el 19.12% del área total de la zona, seguido por paramamos y pasto natural con un 18.39% y 10.82% respectivamente

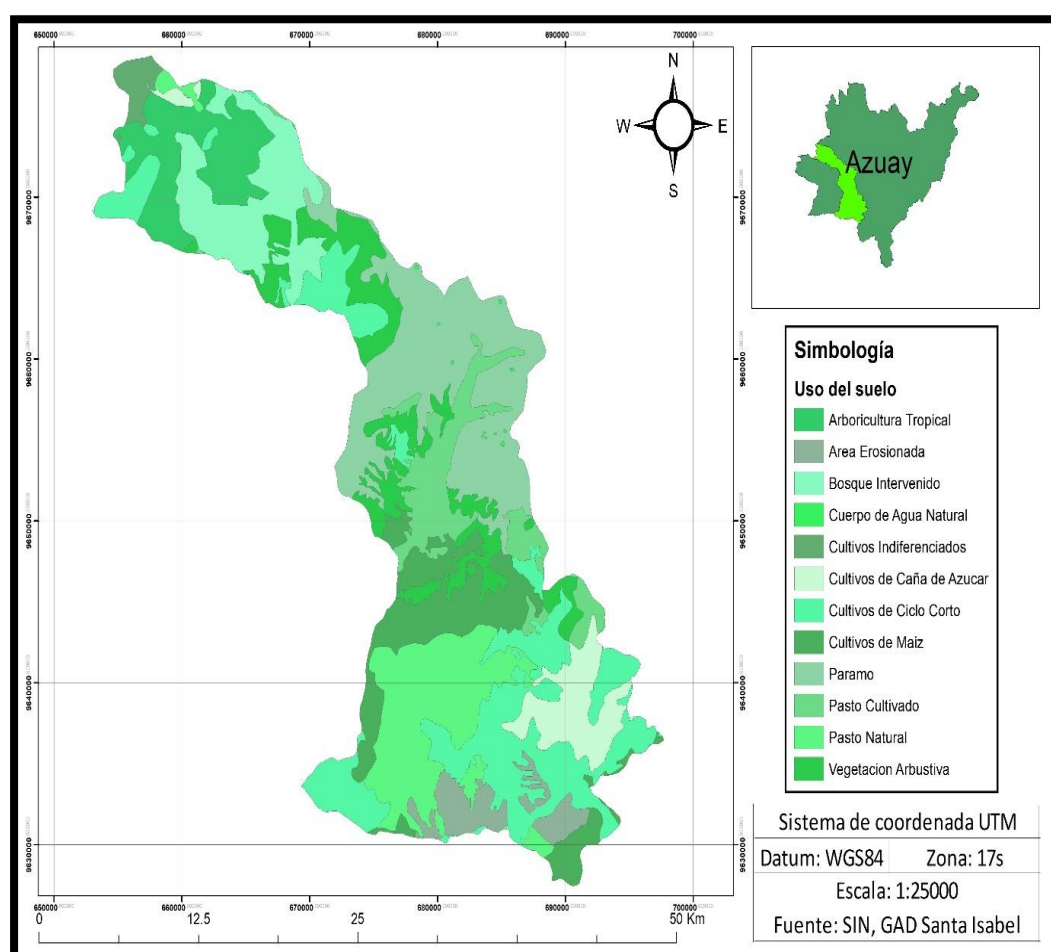


Figura 7: Usos del suelo del cantón Santa Isabel

Tabla 7: Usos del suelo presentes en el cantón Santa Isabel

Uso del suelo	Área (ha)	Porcentaje (%)
Cultivos de Ciclo Corto	15.814,19	19,12%
Páramo	15.208,16	19,12%
Pasto Natural	8.947,12	10,82%
Cultivos de Maíz	7.778,43	9,41%
Vegetación Arbustiva	7.493,69	9,06%
Bosque Intervenido	6.699,81	8,10%
Pasto Cultivado	6.071,35	7,34%
Arboricultura Tropical	5.825,72	7,05%
Cultivos de caña de azúcar	3.813,59	4,61%
Zonas Erosionadas	2.714,23	3,28%
Cultivos Indiferenciados	2.278,69	2,76%
Cuerpo de Agua Natural	48,00	0,06%

Fuente: (GAD Santa Isabel, 2015)

Elaboración: (GAD Santa Isabel, 2015)

2.2 Descripción de la comunidad de Cercaloma

La comunidad de Cercaloma se encuentra situada en Abdón Calderón la Unión parroquia perteneciente al cantón de Santa Isabel situado en la provincia del Azuay, según se registran datos del último censo de población y vivienda realizados en el año 2010 esta comunidad cuenta con una población total de 304 habitantes, su extensión territorial es de 85.54 ha, limita con la comunidad de Colinas de Yunguilla por el sector Norte, al Oeste con la comunidad de la paz de Portobelo y al sur con la vía principal Girón Pasaje. Dentro de sus equipamientos cuenta con una escuela fiscal “Gabriel García Moreno”, una capilla y una casa comunal, Cercaloma no posee servicios básicos como recolección de basura y sistemas de alcantarillado, el agua de consumo humano es considerado como de mala calidad, cabe recalcar que su sistema de agua no cuenta con tratamiento alguno y es conducido a cada hogar mediante un sistema de mangueras (GAD Abdón Calderón-La Unión, 2015)

2.3 Cuenca Hidrográfica

Una cuenca hidrográfica es el terreno o espacio natural que está delimitada por una línea imaginaria llamada divisoria de aguas o parteaguas, esta línea la podemos ubicar imaginariamente en las cumbres de las montañas, laderas y colinas más altas de la zona. Esta área o sitio está conformada por un sistema hídrico (quebradas o riachuelos) de drenaje superficial formado por precipitaciones que escurren sus aguas en un río principal. Este río

ya sea por escurrimiento superficial o subterráneo se une posteriormente a un lago, al mar o a otro río más grande dependiendo de su ubicación geográfica (Faustino & Jiménez, 2000).

Si definimos una cuenca hidrográfica a partir el punto hidrológico podemos decir que una cuenca es el territorio o sitio que ocupa un río principal y sus diferentes afluentes que tiene sus límites formados o determinados por la topografía del terreno cuya forma le da la línea conocida como divisoria de aguas (Gaspari *et al.*, 2012).

La cuenca hidrográfica es un sistema natural compuesto por diferentes elementos tales como lo son los físicos, biológicos y antrópicos que viven en interrelación y en constante cambio entre sí, podemos identificar a una cuenca hidrográfica por dos marcos principales, el primero de ellos el biofísico que define a la microcuenca conceptualmente como tal, y el político que hace referencia o trata específicamente del manejo, rehabilitación y ordenamiento del territorio de la microcuenca (Duarte, 2015).

Una cuenca al vivir en interrelación entre distintos factores y sufriendo un constante cambio debe de ser apreciada a modo de una unidad de planificación en la cual sus pobladores deben de ser los actores y las comunidades o territorios donde se encuentran los asentamientos humanos considerados la base del desarrollo local (Duarte, 2015).

2.3.1. Clasificación de una cuenca hidrográfica.

a. Región Hidrográfica.

La región hidrográfica es considerada como la congruencia de varias cuencas, con un río principal que debe de tener espacio suficiente para dar formación a valles y grandes zonas de inundación deltas (Sterling *et al.*, 1999).

b. Cuenca.

Una cuenca hidrográfica es considerada el área de terreno formada por varias subcuencas que desarrolla su drenaje directamente en el mar o a un río más grande.

c. Subcuenca.

Una subcuenca se considera a toda el área que tiene su drenaje directamente al curso principal de su cuenca hidrográfica. La unión de algunas subcuencas logran formar una cuenca hidrográfica (A. García *et al.*, 2005)

d. Microcuenca.

Una microcuenca es considerada toda el área que tiende su drenaje derechamente al río principal de una subcuenca. La unión de diversas microcuencas puede formar una subcuenca (A. García *et al.*, 2005)

e. Quebrada.

La denominación quebrada se da comúnmente a las áreas que desarrollan su desagüe a la corriente de un río principal de la microcuenca, la unión de varias quebradas o riachuelos pueden formar una microcuenca, casi siempre el agua de las quebradas intercepta directo a los ríos de mayor tamaño o cuerpos de agua presentes en la zona (A. García *et al.*, 2005)

Tabla 8: Clasificación de cuencas, subcuencas y microcuencas

Unidad	N° de orden	Área (km²)
Microcuenca	1,2,3	10-500
Subcuenca	4,5	500-2000
Cuenca	6,7 o mas	Más de 2000

Fuente: (Faustino & Jiménez, 2000)

2.3.2. Microcuenca del río Naranjo

Microcuenca situada en los cantones de Santa Isabel, San Fernando y Girón es conformada por el río que lleva el mismo nombre, posee una superficie total de 548 ha, acoge comunidades de la parroquia Abdón Calderón como Colinas de Yunguilla, la paz de Portovelo entre otras (Faicán & Galán, 2011).

2.3.3. Partes de una cuenca hidrográfica.

a. Cuenca alta.

Como su nombre lo dice corresponde a las partes altas en las cuales generalmente nace el río con pendientes muy pronunciadas, esta zona alta comúnmente es zona de páramo la cual está definida por la línea imaginaria o conocida como divisoria de aguas. Una de las características de esta zona puede ser la poca o casi inexistencia de actividad antrópica ya que es considerada extremadamente frágil (Zumbado & Mesén, 2018).

b. Cuenca media.

Esta zona posee pendientes menos pronunciadas en las cuales los causes principales se empiezan a definir, la característica de esta zona es ya la presencia de asentamientos humanos (Albarracín, 2019).

c. Cuenca baja.

Considerada la fracción final de una cuenca hidrográfica ya que el cauce del río principal llega a su destino final en el cual se une al mar a un lago o en algún caso a un río más grande, casi es nula su pendiente ya que se puede observar en su mayoría espacios de terrenos planos por tal motivo en la zona final el caudal del río llega o tiene poca velocidad. Algo importante de esta zona que tenemos que mencionar es la presencia ya de una zona urbana por la geografía del terreno (Albarracín, 2019).

2.3.4. Elementos de una cuenca hidrográfica.

a. Río principal.

El río principal en un sistema hidrográfico es considerado como el encargado de recoger toda o la mayor parte del agua que se genera en la cuenca por las precipitaciones existentes en la zona, existen diferentes o variadas características para poder ser llamado río principal las cuales pueden ser: el curso fluvial, tipo de caudal, la superficie de la cuenca entre otros (Araujo & Cabrera, 2009).

b. Afluentes.

Los afluentes de una cuenca hidrográfica son considerados o denominados los ríos suplentes que desembocan en el río primario o principal de la cuenca, microcuenca o subcuenca (Araujo & Cabrera, 2009).

Para (Vázquez *et al.*, 2019) existen diferentes tipos de afluentes o ríos secundarios. Los perennes, considerados los ríos que se conservan con agua durante el año completo y en épocas de sequía son dotados por aguas subterráneas, los ríos intermitentes que son ríos que únicamente aparecen en épocas lluviosas y por último los afluentes efímeros que se forman gracias al escurrimiento superficial en épocas de precipitación.

c. Divisoria de aguas.

Es el límite de una cuenca, microcuenca o subcuenca emplazado en la fracción más alta de la zona, separa la dirección del flujo de la escorrentía superficial y se puede decir que posee la mayor cota de la zona (Duarte, 2015).

2.3.5. Tipos de cuencas hidrográficas.

a. Endorreicas.

Este tipo de cuencas hidrográficas son consideradas aquellas cuencas que sus aguas terminan su recorrido desembocando en un lago o laguna (Vázquez *et al.*, 2019).

b. Exorreicas.

Las cuencas hidrográficas consideradas exorreicas son las que desembocan sus aguas directamente en el mar (Vázquez *et al.*, 2019).

c. Arreicas.

Estas cuencas hidrográficas son aquellas que sus aguas son evaporadas o filtradas por condiciones naturales sin antes pertenecer a un cause principal (Vázquez *et al.*, 2019).

2.3.6. Una cuenca hidrográfica como un sistema.

Una cuenca hidrográfica es considerada como sistema internamente del medio ambiente ya que sus subsistemas biofísico, social, económico y demográfico viven en interrelación constante (Faustino, 1996). Estos subsistemas al estar interrelacionados mantiene un equilibrio entre sí, de tal manera que si alguno de sus componentes sufre alteración alguna puede producir cierto desbalance a su equilibrio, provocando o poniendo en riesgo a todo el sistema (Ramakrishna, 1997).

2.3.7. Componentes de una cuenca hidrográfica.

a. Biológico.

Este componente se encuentra constituido por diferentes elementos los cuales al vivir en una interrelación constante mantienen un equilibrio dinámico en la naturaleza, entre los componentes biológicos que forman este componente podemos citar a los siguientes: bosques, vegetación, flora, fauna y cultivos existentes en la zona (Duarte, 2015).

b. Físico.

(Duarte, 2015), determina que los componentes físicos de una cuenca hidrográfica son el agua, suelo, subsuelo y el aire, los cuales viven en constante interacción formando de esta manera un equilibrio dinámico en la naturaleza.

c. Socioeconómico y cultural.

Podemos denominar al componente socioeconómico y cultural a las comunidades existentes en la cuenca hidrográfica conjuntamente con el hombre que interactúan formando parte esencial de la cuenca aprovechando y transformando los recursos naturales para su único beneficio elevando de esta manera el nivel de vida de cada habitante de la zona (Anaya, 2012).

2.3.8. Caracterización de una cuenca hidrográfica.

La caracterización de una cuenca hidrográfica esta principalmente destinada para identificar y ordenar las variables o características con las que cuenta la cuenca, las cuales posteriormente sirven de información base para el monitoreo, seguimiento y valoración de cada uno de los propósitos del manejo de la cuenca. Esta información base, es fundamental para el posterior diagnóstico que se realiza en una cuenca como el procedimiento para un adecuado manejo de cuencas hidrográficas, ya que en dicho acto se identifican los principales problemas, causas y consecuencias que está atravesando el territorio, determinando así el estado actual de la zona. De esta manera la caracterización de una cuenca hidrográfica constituye un componente base para el manejo de una cuenca hidrográfica, ya que sobre esta empieza la planificación e implementación de procesos para un adecuado manejo de las mismas (Anaya, 2012).

a. Caracterización morfométrica.

Este proceso mediante sus características morfométricas forma parte esencial de paisaje de la zona ya que logramos determinar características de forma, red de drenaje y del relieve existente en la cuenca, este asunto es de trascendental importancia ya que podemos analizar la disponibilidad y demanda hídrica de la cuenca (Rizo *et al.*, 2011).

b. Caracterización biofísica.

Los elementos biofísicos son los combinados entre lo físico y biológico de una cuenca hidrográfica, entre estos aspectos podemos encontrar a los físicos como el agua, suelo, subsuelo, aire; y los biológicos: flora, fauna y el hombre como parte esencial de la cuenca. A este proceso (Rizo *et al.*, 2011), le denomina como la etapa del inventario de una cuenca o de estudios primordiales que tipifican la cuenca para reconocer las situaciones que presenta el medio biológico y físico, permitiendo de esta manera reconocer potencialidades y vocación de la cuenca.

c. Caracterización socioeconómica y cultural.

La caracterización socioeconómica de una cuenca hidrográfica nos permite conocer cuáles son las formas de administración y formación de los recursos naturales dentro del área de la cuenca y de la misma manera las condiciones sociales y las actividades económicas que predominan en la zona (Zambrana, 2008).

2.3.9. Diagnóstico de cuencas hidrográficas.

El diagnóstico de una cuenca hidrográfica es un proceso destinado a identificar la capacidad natural de la cuenca y la intervención del hombre sobre cada uno de los recursos naturales del territorio, identificando de esta manera cada una de sus características, potencialidades, problemas causas y posibles soluciones desde una perspectiva biofísica, socioeconómica y cultural (M. Jiménez, 2017).

Realizar un diagnóstico de una cuenca hidrográfica es parte esencial para fomentar propósitos de progreso con el fin de inculcar un uso sostenible de cada recurso natural a cada persona, teniendo en cuenta siempre la potencialidad y limitaciones que estos conllevan (Cordón *et al.*, 2008).

a. Diagnóstico participativo.

Este término consiste en realizar un diagnóstico con la intervención directa de los propios miembros y actores principales de una cuenca hidrográfica con el objetivo principal de encontrar los problemas presentes en el momento dado, determinar sus causas y consecuencias para de esta manera dar una posible solución (Duarte, 2015).

b. Diagnóstico biofísico.

El diagnóstico biofísico de una cuenca hidrográfica está direccionado a descifrar el estado de la cuenca identificando así la oferta y el estado de cada uno de los recursos naturales existentes y la capacidad de carga que tiene la misma, interpretando e interrelacionando cada uno de los componentes biofísicos de tal manera que se puede deducir la situación de la cuenca y su problemática principal (Faustino & Jiménez, 2000).

Los resultados obtenidos del diagnóstico biofísico se deben de interpretar a fondo para así de esta manera conseguir la información necesaria para dimensionar la situación que se vive en la cuenca y poder posteriormente entregar soluciones para mejorar el estado de los recursos ambientales (Duarte, 2015).

c. *Diagnostico socioeconómico y cultural.*

Diagnosticar socioeconómicamente y culturalmente una cuenca hidrográfica es conocer la realidad que está viviendo el hombre y su comunidad como factores esenciales dentro de la cuenca en el ámbito económico, social y cultural en el momento dado. Con la aplicación de este proceso podemos determinar la demanda de la población hacia los recursos naturales de la cuenca y de esta manera identificar los problemas, necesidades, predisposiciones y el principal compromiso que existe con la capacidad de carga que posee la misma cuenca. Como objetivo principal de este procedimiento es determinar los problemas sociales y culturales incluyendo en ellos los elementos esenciales que forman una cuenca hidrográfica como lo son: elementos culturales, legales, administrativos e institucionales (Faustino & Jiménez, 2000).

2.3.10. Manejo integral de las cuencas hidrográficas.

El manejo de forma integral de una cuenca hidrográfica es saber aprovechar los recursos naturales pero de una manera idónea conservando estos en función de las necesidades del hombre, de esta manera se crea una armonía entre el recurso natural y la eficacia de vida que poseen las personas, empleando un uso sostenible de cada uno de los recursos naturales garantizamos a futuras generaciones también contar con los mismos recursos que en la actualidad (Ramakrishna, 1997).

Realizar un manejo integral de una cuenca hidrográfica trae consigo grandes beneficios al medio ambiente, a la población que se sirve de sus recursos y en general a la zona donde se encuentra ubicada, el estudio se debe de realizar a lo largo de toda la cuenca hidrográfica ya que al ser un sistema integrado las decisiones que se pueden tomar en la fracción alta de la cuenca pueden afectar a la fracción baja (Zumbado & Mesén, 2018).

La cuenca hidrográfica convendría ser comprendida como una unidad primordial de estudio y análisis ambiental, ya que la misma nos permite conocer y evaluar su variedad de componentes y los procesos que en ella acontecen (Moreira *et al.*, 2020).

Una cuenca hidrográfica facilita en su totalidad observar de manera sencilla los efectos negativos que el hombre produce en ella. La contaminación de los recursos naturales y su desperfecto son una de las principales complicaciones que se observa en una cuenca y el objetivo del manejo integral de una cuenca es ordenar, proteger y planificar los recursos naturales sobre su futuro con la finalidad de salvaguardar fuentes de agua natural y disminuir o tratar de evitar la contaminación de la misma (Rizo *et al.*, 2011).

2.3.11. Manejo de cuencas en el Ecuador.

En la gran mayoría de naciones latinoamericanas y en la nuestra se ha dado o ha surgido el término de manejo de cuencas hidrográficas por la falta de suministro de agua especialmente en el texto de sustento de acueductos, generación de energía eléctrica y en una mínima proporción para el uso en riego de cultivos de exportación, y de esta manera hacer frente a los problemas que estos generan (Aguirre, 2007).

Por la topografía y ubicación de nuestro país existen dos vertientes en nuestra zona, la vertiente del océano Pacífico y la del río Amazonas, (Vázquez *et al.*, 2019), nuestro territorio delimitado por la cordillera de los Andes forma 31 regímenes hidrográficos divididos en las dos vertientes; 24 sistemas pertenecen a la vertiente del Pacífico y tan solo 7 pertenecen a la vertiente del Amazonas presentando una superficie total de 131726 Km² (Ramírez, 2015).

Como argumenta (Aguirre, 2007), la complejidad de ecosistemas existentes en el Ecuador y las diferentes condiciones ambientales complican el manejo de cuencas hidrográficas en nuestro país ya que es necesario realizar estudios diferentes en cada una de las cuencas existentes.

Con el objetivo de originar un progreso sustentable en el manejo de cuencas hidrográficas en nuestro país Ecuador se ha implantado mecanismos integrales y participativos para de esta manera resguardar y restaurar la funcionalidad de una cuenca, por el grave problema presente en nuestro país de explotación de los ecosistemas de alta montaña se ha implementado proyectos que tratan de detener el daño causado al medio ambiente y posteriormente incitar a reforestar para recuperar suelos y cuidar de las cuencas (Ramírez, 2015).

En el Ecuador se prioriza el manejo de cuencas hidrográficas especialmente en las partes altas o cuencas altas ya que en esta zona se encuentran los ecosistemas de páramos, los cuales son encargados de respaldar la calidad y cantidad de agua que posteriormente sirve de abasto para el resto de cuencas (Albarracín, 2019).

2.4 Calidad del agua

El agua al tener una estructura exacta de dos moléculas de hidrógeno y una de oxígeno tiene la facilidad de poder determinar si existen o no compuestos que alteren su estructura y por tal motivo es fácil de percibir si posee o no contaminantes externos, a pesar de esta facilidad de identificación de compuestos externos no se puede definir con exactitud que sustancias son contaminantes o no ya que al agua en su estado natural es muy difícil de encontrarla; y dependiendo del uso que se le vaya a dar puede tener diferentes compuestos,

en otros términos podemos decir que para poder establecer que un agua este contaminada o es de mala calidad debemos de saber exactamente el uso final que se le va a dar (B. Jiménez, 2001)

Se puede decir que el agua en su estado natural no es pura, dependiendo de la fuente que proviene este recurso puede adquirir diferentes compuestos que modifican su estructura, entre estos compuestos podemos encontrar sales, minerales, gases y partículas (Lozano, 2013).

Para alterar la calidad del agua existen varios contaminantes de diferente origen que pueden ser: contaminación urbana, industrial, agrícola entre otros, estos medios pueden alterar la calidad del recurso de diferente manera. (B. Jiménez, 2001) designa como contaminante externo, a la excedencia de energía (calor) o materia que induce daño a los animales, plantas y humanos, , o bien, que trastorne de manera negativa las acciones que generalmente se desenvuelven cerca o internamente de un cuerpo de agua, de esta manera no existe una partición puntual que determine aguas no contaminadas o contaminadas; este epíteto se imputa en función de las exigencias higiénicas, su uso y del grado de progreso de la tecnología y ciencia para determinar los efectos causados y medir sus contaminantes mediante diferentes procesos.

Una calidad buena o mala del agua se determina mediante el estudio de variables físicas, químicas y biológicas siguiendo estándares de calidad previamente establecidos con bases científicas solidas las cuales dictan los términos permisibles de concentración de una variedad de compuestos en el agua que son tolerables para la vida acuática y el consumo humano (Tambo, 2015).

2.4.1. Calidad de agua de consumo humano.

El agua de consumo humano debe de estar libre de elementos contaminadores para que sea idónea para poder ser consumida por el ser humano, para determinar una agua de buena calidad se realiza análisis de sus características físicas químicas y microbiológicas basándose en estándares de calidad previamente establecidos por normativas que nos indiquen los niveles de parámetros asimilables por el humano sin provocar daño ni enfermedades alguna al ser ingerida por las personas (Tenesaca & García, 2017).

Una de las orígenes primordiales de la contaminación del agua de consumo humano es la falta de enseñanza ambiental de las personas, y el desarrollo sin ningún tipo de vigilancia ambiental de la industria (Contreras *et al.*, 2008).

El principal problema en la calidad de agua es la presencia de agentes patógenos que causantes de enfermedades simples como lo pueden ser una gastroenteritis o enfermedades graves como una hepatitis o fiebre tifoidea que pueden provocar la muerte al no ser enfermedades no tratadas a tiempo (Tenesaca & García, 2017). La falta de saneamiento del agua ha provocado 1.635,200 víctimas cada año en todo el mundo en niños con edades menores a los 5 años que ingirieron agua de pésima calidad (Bellido *et al.*, 2010).

El marco de los derechos humanos formula que el agua destinada para uso doméstico consumo humano debe ser libre y segura de sustancias químicas, microorganismos y riesgos radiológicos que puedan convertirse en una intimidación para la salud de un individuo (UNESCO, 2019).

2.4.2. Índices de calidad de agua.

Los ICA o índices de calidad de agua son herramientas que de manera fácil rápida y objetiva entregan una idea de la calidad del recurso en un cuerpo de agua, sintetizan los resultados extensos de laboratorio de manera fácil y sencilla, siendo fáciles de interpretarlos ya que dejan una idea clara del estado del recurso (Tambo, 2015), estos son el resultado de una combinación de números o ponderaciones que pueden ser un número, rangos o una descripción verbal que se le asignan a distintos parámetros con los cuales se llega a definir la aptitud que tiene el cuerpo de agua respecto al uso que podría tener, asignándole un 0% a un agua de pésima calidad o totalmente contaminada y un 100% que representa un agua de excelente calidad (Mancheno & Ramos, 2015).

Es determinante en el procesamiento de datos de los índices de los ICA obtener valores para cada punto de muestreo realizado y representarlos gráficamente, esto se realiza con el propósito de reconocer la tendencia que existe en la variación del ICA con respecto a la estación en la cual se toma la muestra de agua (seca o lluviosa) y también poder observar la variabilidad en cada uno de sus parámetros en tiempo y espacio (Carrillo & Urgilés, 2016).

2.4.3. Índice ICA-NSF.

Para interpretar de manera más fácil los resultados ya sean químicos, físicos o biológicos del recurso hídrico hoy en día son utilizados con mayor frecuencia los índices ICA e ICO por parte de universidades, institutos, agencias medioambientales entre otros. Dependiendo del análisis al que se requiera llegar con el estudio se utilizan los índices ICA para determinar calidad del agua y para determinar contaminación se utiliza los índices ICO respectivamente (Samboni *et al.*, 2007).

En el año de 1970, Brown, Deininger, MacClelland y Tozer con el soporte brindado por la NSF o fundación Nacional de Saneamiento de los Estados Unidos de Norteamérica plantearon un índice que se cimento en la contextura del índice de Horton que lo denominaron posteriormente como ICA-NSF o Índice de Calidad de Agua de la NSF. La metodología planteada por los autores citados anteriormente se fundamentó básicamente en la realización de 3 estudios en los cuales acoplaron la opinión de un continguo de 142 técnicos en la gestión de la calidad de agua de diversas zonas de los Estados Unidos (Carrillo & Urgilés, 2016).

En el primer estudio realizado se consideró como aspectos fundamentales a 35 variables de contaminación que fueron cualificadas en una escala de 1 a 5 siendo la escala 1 como de significancia más alta y 5 como la de significancia más baja, estas variables se establecieron en 3 categorías distintas en las cuales se determinó si el parámetro convenía de ser incluido, era indeciso o no incluido. En el estudio segundo se logró determinar que tan solo 9 de las 35 variables presentaban mayor importancia dentro del estudio con respecto a las demás, finalmente en el tercer y último estudio se obtuvieron las Curvas de Función para cada variable posicionándolas en una categoría que va de 0 a 100 (Carrillo & Urgilés, 2016).

Al igual que los demás índices de calidad de agua, los denominados ICA son mecanismos que esquematizan la información suministrada por un extenso conjunto de parámetros en un término veras y de fácil manejo, que comúnmente genera un dato numérico que permite evaluar la calidad del agua de un sistema ajustándose a la realidad del estudio (T. García, 2012).

Los índices ICA-NSF son los más utilizados para la estimación de la calidad de agua superficial para consumo humano a nivel del mundo ya que este índice puede variar y adaptarse de acuerdo a las condiciones de cada régimen, estos pueden ser aplicados para determinar la variabilidad en la calidad de agua en tramos diferentes del río analizado a través del tiempo, en otro contexto el resultado de la aplicación de los ICA-NSF demuestran si cierto tramo del río está o no contaminado (Carrillo & Urgilés, 2016).

2.4.4. Parámetros del índice ICA-NSF.

Los parámetros o variables que son monitoreados por ICA-NSF en el ámbito físico-químico son los siguientes: oxígeno disuelto, temperatura, turbiedad, solidos disueltos totales, pH, fosfatos, nitratos y DBO5 en el aspecto microbiológico se analiza solo coliformes fecales como único parámetro (Carrillo & Urgilés, 2016).

Cada parámetro ya sean físico-químicos o biológico nos entrega cierta información acerca del estado de contaminación del recurso hídrico, son variables totalmente diferentes y cada una esencial en el análisis a realizar. En el caso de los parámetros físico-químicos nos da la información exacta de las propiedades físicas-químicas y naturaleza del agua sin entregarnos algo esencial que es la influencia que tienen estos aspectos dentro de la vida acuática, los parámetros biológicos nos entrega esta información que es esencial pero también tienen su desventaja ya que en este caso no nos da la información de los contaminantes responsables, es por tal motivo que muchos investigadores recomiendan utilizar las variables físico-químicos y biológicos en conjunto para obtener mejores resultados (Samboni *et al.*, 2007).

a. Parámetros físico-químicos.

i. Temperatura.

Es una medida del grado del calor que presenta un cuerpo de agua medido en °C, este parámetro varía a consecuencia de la altura, latitud, profundidad del cauce, hora del día entre otros factores (Carrillo & Urgilés, 2016).

El aumento de la temperatura del agua altera la solubilidad de las sustancias acrecentando la de los sólidos disueltos y por otra parte acortando la de los gases. Al no existir variación de temperatura por causas climáticas los principales problemas de este aumento se ven ligados a los vertidos de aguas utilizadas en procesos industriales de intercambio de calor. Este parámetro tiene que ser tomado directamente en campo para no alterar sus resultados finales (Aznar & Alonso, 2000).

ii. Turbiedad.

La turbiedad es un término que hace que los rayos luminosos se diseminen y se absorban y que no se transfieran a través de una muestra, esto se debe a que existe la presencia de material suspendido coloidal y organismos microscópicos (Severiche *et al.*, 2013).

iii. Sólidos disueltos totales.

Este término se refiere a las sustancias que subsisten después del proceso de filtración y evaporación a sequedad de una muestra bajo situaciones específicas, el porcentaje de estos sólidos los podemos obtener por la diferencia existente entre sólidos totales y sólidos suspendidos totales (Severiche *et al.*, 2013).

iv. Oxígeno disuelto.

Se le puede considerar al oxígeno disuelto como la medida o cantidad de oxígeno que se halla disuelto en el agua, puede estar indicado en ppm (partes por millón) o en mg/L (miligramos de oxígeno por litro) (Sánchez & Gándara, 2011).

El porcentaje de saturación nos expresa la cantidad de oxígeno disuelto existente en la muestra de agua realizando una comparativa con la cantidad máxima que podría existir a la misma temperatura, como ejemplo práctico dicho en otras palabras se determina que una muestra de agua está saturada en un 100% si contiene la cantidad máxima de oxígeno a dicha temperatura, por otro lado una muestra saturada tan solo con el 50% demuestra que la muestra de agua solamente tiene la mitad de la cantidad de oxígeno que parcialmente podría tener a esa temperatura (Carrillo & Urgilés, 2016).

En general se puede manifestar que un cuerpo hídrico que posee niveles altos de oxígeno disuelto están ligados a poseer una mayor calidad de agua, lo contrario a esto ocurre cuando la cantidad de oxígeno disuelto es poco denotando poca calidad de agua en su cuerpo hídrico dificultando la vida acuática (Saint & Mota, 2004).

v. *Fosfatos.*

Compuesto químico utilizado es la elaboración de fertilizantes y detergentes, considerado un limitante en el crecimiento de las algas y responsable del proceso de eutrofización (González, 2019).

vi. *Nitratos.*

Los nitratos se forman por la descomposición de sustancias orgánicas que contienen nitrógeno, en conjunto con los fosfatos es un nutriente importante en el proceso de eutrofización (González, 2019).

Existen dos causas principales de contaminación de las aguas naturales por medio de compuestos contenedores de nitrógeno denominadas como puntual y dispersa, la contaminación puntual está asociada directamente a las actividades industriales, ganaderas y urbanas, la contaminación dispersa generalmente se da por causa de las actividades agronómicas (Bolaños *et al.*, 2017).

vii. *DBO5.*

La DBO5 es la cantidad de oxígeno que es consumida por microorganismo para la degradación o eliminación de la materia orgánica biodegradable como consecuencia de la oxidación aerobia en un tiempo de 5 días a estándares de laboratorio preestablecidos a temperatura de 20°C, este parámetro se expresa en mgO₂/L (Cirujeda, 2019).

viii. *pH.*

Es un parámetro químico el cual se utiliza para determinar la alcalinidad o acidez del agua, este parámetro indica las concentraciones del ion hidronio presentes en ciertas sustancias. En aguas naturales superficiales un pH bajo no permite el desarrollo de la vida acuática (Vázquez *et al.*, 2019).

b. Parámetro microbiológico.

i. Coliformes fecales.

Los coliformes fecales son una familia que comprenden el género *Escherichia* y en mínimo grado a especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citobacter* (Marchand, 2021), generalmente este tipo de bacterias las podemos encontrar en las plantas, suelos, animales y también en el mismo humano, en un cuerpo hídrico o una muestra de agua que posea la presencia de coliformes fecales denota que el recurso puede estar contaminado mediante aguas negras o algún otro tipo de desecho que se encuentre en proceso de descomposición. Usualmente las bacterias coliformes se hallan en cantidades mayores en la capa superficial del agua o en los sedimentos ubicados el fondo, el control sanitario de este tipo de bacterias es de gran importancia e indispensable ya que se supone que la incorporación de patógenos provoca enfermedades a las personas que lo consumieron (Ramos *et al.*, 2008).

2.5 Normativas ambientales aplicables.

- TULSMA (Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente). NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA, LIBRO VI ANEXO 1, (Límites máximos permisibles para agua de consumo humano y uso doméstico)
- NORMA TÉCNICA ECUATORIA NTE 1108 Sexta revisión 2020-04. AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS
- NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2226:2013 AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. DISEÑO DE LOS PROGRAMAS DE MUESTREO
- NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2169:2013 AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y CONSERVACION DE MUESTRAS
- NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2176:2013 AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TECNICAS DE MUESTREO

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Zona de estudio

La zona de estudio se definió mediante recorridos de campo, tomando en consideración el área o superficie de la microcuenca del río Naranjo mediante la observación directa se determinó ubicar 3 puntos de monitoreo y toma de muestras ubicados cada uno por separados en las comunidades de Huashapamba, La paz de Portovelo y Cercaloma respectivamente.

Para la determinación de la ubicación de cada punto de análisis y toma de muestras se estimó su fácil accesibilidad, la influencia que genera la actividad antrópica en el cauce del río Naranjo, por último, se consideró que cada punto establecido posea las condiciones óptimas y características necesarias para que las muestras sean representativas.

A continuación, en la tabla 9 y figura 8 se indican las coordenadas y mapa de ubicación de cada punto de muestreo dentro del límite de la microcuenca del río Naranjo con su respectiva descripción.

Tabla 9: Coordenadas de ubicación de los puntos de toma de muestra y análisis

Punto	Descripción	Coordenadas UTM		Altura (ms.n.m.)
		WGS 84-17S		
		X	Y	
P1	Inicio de la actividad antrópica	687978	9645349	1635
P2	Unión del río Naranjo con la captación	687964	9641413	1607
P3	Captación del proyecto	689664	9640614	1543

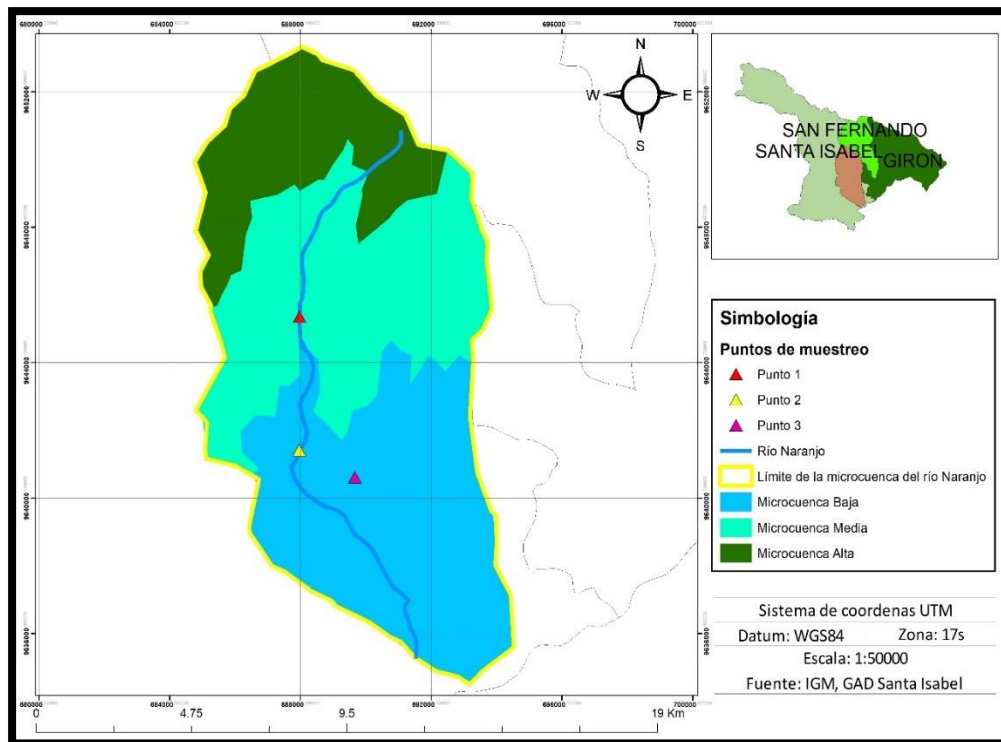


Figura 8: Mapa de ubicación de la zona de estudio

El primer punto, denominado (P1) considerado como el inicio de la actividad antrópica se ubica en la comunidad de Huashapamba en la fracción media de la microcuenca del río Naranjo (ver figura 8), la existencia de centros poblados en la fracción alta de la microcuenca y la presencia de zonas con cultivos y sitios degradados por actividades humanas (ver figura 9) nos aseguran la incidencia directa de la mano del hombre.



Figura 9: Zona afectada por la mano humana (punto de muestreo 1)

La ubicación del punto dos es en la comunidad de la Paz de Portovelo la cual se encuentra asentada en la parte baja de la microcuenca del río Naranjo (ver figura 9), este punto se halla a una distancia cercana a los 2.5 km del punto inicial o denominado como el inicio de la actividad antrópica, en este lugar el proyecto de agua entubada de la comunidad de Cercaloma capta el recurso hídrico proveniente del río Naranjo dirigiéndolo hasta su lugar de captación mediante canales y acequias como se lo puede observar en la figura 10.

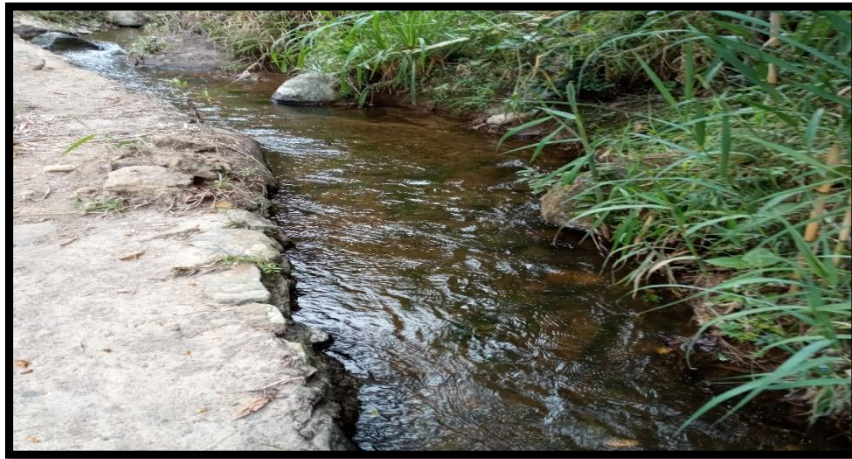


Figura 10: Acequia de conducción de agua (punto de muestreo 2)

El punto final de análisis y toma de muestras se encuentra en la comunidad de Cercaloma específicamente en los tanques de captación del proyecto de agua entubada que lleva el mismo nombre de la comunidad a la que pertenece.



Figura 11: Captación de agua (punto de muestreo 3)

3.2 Población y muestra

3.2.1. Población.

Microcuenca del río Naranjo.

3.2.2. Muestra.

Muestras representativas de agua tomadas de tres puntos diferentes dentro de la zona de estudio.

- Punto 1: Río Naranjo (inicio de la actividad antrópica)
- Punto 2: Unión con la toma del proyecto de agua entubada de la comunidad de Cercaloma
- Punto 3: Captación del proyecto de agua entubada de la comunidad de Cercaloma.

3.3 Materiales

Para poder desarrollar el presente estudio se utilizó diferentes materiales dependiendo de la fase del proyecto y la etapa a realizarse.

3.3.1. Caracterización de la microcuenca de río naranjo.

- Equipo de computación.
- Software ArcGIS 10.3.
- Material cartográfico.
- Estudios realizados.
- Tesis.
- Planes de ordenamiento territorial cantonales y parroquiales.

3.3.2. Determinación de la calidad de agua de la comunidad de Cercaloma.

a. Materiales de campo.

- GPS Montana 680.
- Multiparamétrico HACH HQ30d.
- Libreta de campo.
- Cooler.
- Hielo.
- Papel aluminio.
- Recipientes de plástico totalmente limpios.
- Recipientes de vidrio ámbar.

- Recipientes esterilizados de plástico.
- Termómetro digital.



Figura 12: Materiales de campo

b. Materiales de laboratorio.

- Espectrofotómetro HACH DR1900.
- Espirométrico.
- Incubador.
- Probeta.
- Botellas de incubación.
- Reactivos.
- Tubos de ensayo.
- Pipetas 10 ml.
- Pipeteador.
- Agua destilada.
- Gradilla.



Figura 13: Materiales de laboratorio

3.4 Caracterización y diagnóstico de la microcuenca del río Naranjo

El proceso investigativo desarrollado en el presente estudio es de tipo descriptivo, la metodología utilizada para la caracterización y diagnóstico de la microcuenca del río Naranjo se basa en la observación cuantitativa, cualitativa y la aplicación de encuestas de investigación como parte de los procesos participativos de desarrollo local (Guevara *et al.*, 2020).

Se establecieron 3 fases para el desarrollo investigativo denominadas; fase de gabinete inicial, fase de campo y fase de gabinete final. La descripción de cada una se presenta a continuación (ver tabla 10).

Tabla 10: Descripción de las fases llevadas a cabo en el diagnóstico

Fase	Descripción
Fase de gabinete inicial	A) Recopilación de información
	B) Se realizó la caracterización morfológica y biofísica de la microcuenca del río naranjo con la asistencia del software ArcGIS 10.3 implementado la cartografía entregada por el GAD del cantón Santa Isabel, cartografía ODEPLAN 2002 facilitada por el mismo GAD y la cartografía de libre acceso digital obtenida del Instituto Geográfico Militar que se encuentra aprovechable en el Sistema Nacional de información del Ecuador (SIN)
	C) La caracterización socioeconómica y cultural se la desarrollo mediante consulta de información como: tesis, documentos, planes de ordenamiento territorial, informes, datos estadísticos, estudios relacionados al tema de estudio etc.
Fase de campo	A) Recorridos de campo, mediante recorridos se reconoció la zona de estudio aplicando el procedimiento o método de observación se pudo determinar los problemas existentes y el escenario actual de la microcuenca del río Naranjo
	B) Aplicación de encuestas como proceso participativo de desarrollo local para obtener información sobre características, potencialidades, interacciones, problemas, causas y consecuencias que posee la zona de estudio e identificar sus posibles soluciones.
Fase de gabinete final	A) Análisis de información obtenida

Fuente: (Duarte, 2015)

En la tabla 11 podemos observar los componentes y características necesarias que se utilizaron para desarrollar la fase denominada de gabinete inicial.

Tabla 11: Componentes y características a desarrollarse en la fase uno

Componente	Características
Caracterización morfométrica	Parámetros de Forma
	Parámetros de relieve
	Parámetros de la red hidrográfica
Caracterización biofísica	Precipitación
	Temperatura
	Zonas climáticas
	Geología
	Tipos de suelo
	Pendiente del suelo
	Uso del suelo y cobertura vegetal
	Uso potencial del suelo
	Erosión del suelo
	Conflictos del uso del suelo
Caracterización socioeconómica y cultural	Demografía
	Salud
	Educación
	Vivienda
	Fuentes de empleo y sus principales actividades
	Tenencia de tierra
	Vías de comunicación y transporte
	Servicios básicos
	Organización comunitaria e institucional

Fuente: (Duarte, 2015)

3.4.1. Fase de gabinete Inicial

a. Recopilación de información

La recopilación de la información se la llevo a cabo en etapas diferentes. La etapa inicial consistió en obtener todo tipo de información de libre acceso referente al río Naranjo y su ubicación, con la cual se pudo determinar que el río Naranjo está situado en su gran mayoría en el cantón Santa Isabel con una mínima parte en el cantón San Fernando y Girón; cantones que pertenecen a la provincia del Azuay.

Como segunda etapa al conocer ya su ubicación se procedió a realizar visitas al GAD municipal del cantón Santa Isabel y al de la parroquia Abdón Calderón la Unión, parroquia

del cantón antes mencionado, solicitando información referente al estudio a realizarse y a cerca del cantón y sus parroquias. De igual manera se obtuvo información en línea como lo fueron planes de ordenamiento territorial de cada uno de los cantones y sus parroquias al igual que estudios, análisis, documentos, tesis, proyectos entre otros.

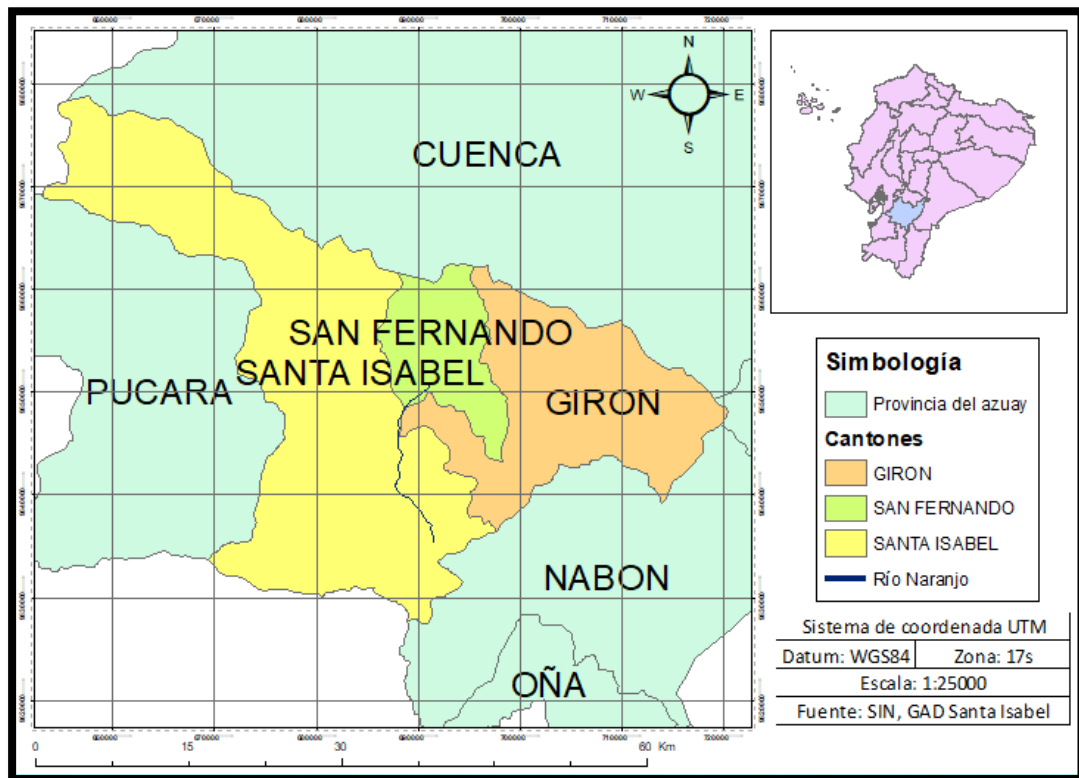


Figura 14: Mapa de ubicación del río Naranjo

Al tener la información recolectada se procedió con un análisis y clasificación de cada documento para asesorarnos del tipo de información existente y posteriormente poder utilizarla en el cumplimiento de cada uno de nuestros objetivos.

b. Delimitación de la microcuenca del río Naranjo.

La microcuenca del río Naranjo fue delimitada con la asistencia del software ArcGIS 10.3 mediante el uso de la cartografía entregada por el GAD del cantón Santa Isabel, y la cartografía de libre acceso digital del Instituto Geográfico Militar (IGM, 2021) que se encuentra disponible en el (SNI) , cabe recalcar que la cartografía de libre acceso (IGM, 2021) como la entregada por el GAD cantonal de Santa Isabel se encuentra a escala 1:50000 con el Datum WGS 1984 UTM 17S. En este procedimiento se obtuvo el archivo en formato shape el cual será utilizado en posteriores procesos.

c. Ubicación Geográfica.

De la misma manera la ubicación geográfica de la microcuenca del río naranjo se fijó mediante el uso del software ArcGIS 10.3 con el manejo de la cartografía entregada por el GAD cantonal de Santa Isabel y la información obtenida del Instituto Geográfico Militar (IGM, 2021) aprovechable en el Sistema de Información del Ecuador.

d. Caracterización morfométrica de la microcuenca del río Naranjo.

i. Parámetros de forma.

En el proceso anterior donde se delimito la microcuenca del río naranjo con la asistencia del software ArcGIS 10.3 se obtuvo un archivo en formato shapefile. Este archivo será utilizado nuevamente, en este proceso se añadieron columnas nuevas en su tabla de atributos para de esta manera obtener los valores de área, perímetro y longitud respectivamente con la aplicación de la herramienta "Calculate Geometry" (Bravo, 2019).

Para determinar el coeficiente de compacidad se utilizó el coeficiente de Gravelius el cual relaciona el perímetro real de la microcuenca con el perímetro de una circunferencia representando así la representación de la superficie de la cuenca según su delimitación y la influencia que mantiene sobre los escurrimientos existentes en la microcuenca, por otra parte se logró definir la forma de la microcuenca empleando el índice de Horton el cual relaciona el ancho promedio del área de la microcuenca con su longitud (Bravo, 2019).

Coeficiente de Gravelius:

Ecuación 1: Coeficiente de Gravelius

$$K_c = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (1)$$

Donde:

K_c= Coeficiente de compacidad

P= Perímetro de la microcuenca

A= Área de la microcuenca

Tabla 12: Rango de los valores de compacidad de acuerdo al índice de Gravelius

Valores de compacidad	
Rangos de Kc	Clases de compacidad
1	Redonda
1.25	Oval Redonda
1.25-1.50	De oval redonda a oval alargada
1.50-1.75	De oval oblonga a alargada a alargada

Fuente: (Bravo, 2019)

Este parámetro posee relación directa con el tiempo de concentración, el cual determina cuanto tiempo tarda una gota de agua en recorrer la distancia existente entre la porción más alta de la cuenca y su porción final o desembocadura, tiempo en el cual se lleva a cabo la mayor concentración de agua ya que llega el agua de todos los sitios de la cuenca. Cuando el valor del coeficiente de compacidad tiende a 1 la cuenca hidrográfica presenta riesgo de aumento de caudales (Gaspari *et al.*, 2012).

Índice de Horton:

Ecuación 2: Índice de Horton

$$K_f = \frac{A}{L^2} \quad (2)$$

Donde:

K_f= Factor de forma

A= Área de la microcuenca

L= Longitud de la cuenca

Tabla 13: Valores para identificar la forma de la microcuenca

Rangos aproximados del factor forma	
Factor de forma (Valores aproximados)	Forma de la microcuenca
<0.22	Muy alargada
0.22 a 0.30	Alargada
0.30 a 0.37	Ligeramente alargada
0.37 a 0.45	Ni alargada ni ensanchada
0.45 a 0.60	Ligeramente ensanchada
0.60 a 0.80	Ensanchada
0.80 a 1.20	Muy ensanchada
>1.2	Rodeando el desagüe

Fuente: (Córdova, 2016)

ii. *Parámetros de relieve.*

En este procedimiento como base se genera un modelo digital del terreno con la asistencia del software ArcGIS 10.3 para posteriormente crear un mapa de pendientes de la microcuenca mediante el uso de las herramientas Spatial Analyst, Surface Analyst y finalizando el proceso con la herramienta Slope.

De la misma manera con las herramientas antes mencionadas y añadiendo la herramienta estadística zonal se procede a obtener los valores de pendiente máxima, mínima y media de la microcuenca, la pendiente media de una cuenca determina los disímiles tipos de relieve que existen, considerado muy plano cuando tiene un relieve menor a 0.5%, plano de 0.5 a 1%, suave de 1 a 3%, presenta lomadas de 3 a 12%, relieve accidentado 12 a 20%, muy fuerte del 20 al 50%, escarpado de 50 a 75% y cuando el relieve supera el 75% es considerado muy escarpado (Gaspari *et al.*, 2013).

Para genera la curva hipsométrica de la microcuenca, la cual nos permite caracterizar el relieve de la misma, se exporta el archivo en formato xls de las cotas que se generó en el modelo digital de elevación al software Excel 2016 para generar ahí la curva hipsométrica que relaciona el área de la superficie con proporción al porcentaje de altura que nos permite detallar el tipo de relieve que posee la microcuenca. A partir de este parámetro podemos obtener la altura media que posee la microcuenca la cual nos permite mantener una idea de la climatología de la zona (Bravo, 2019).

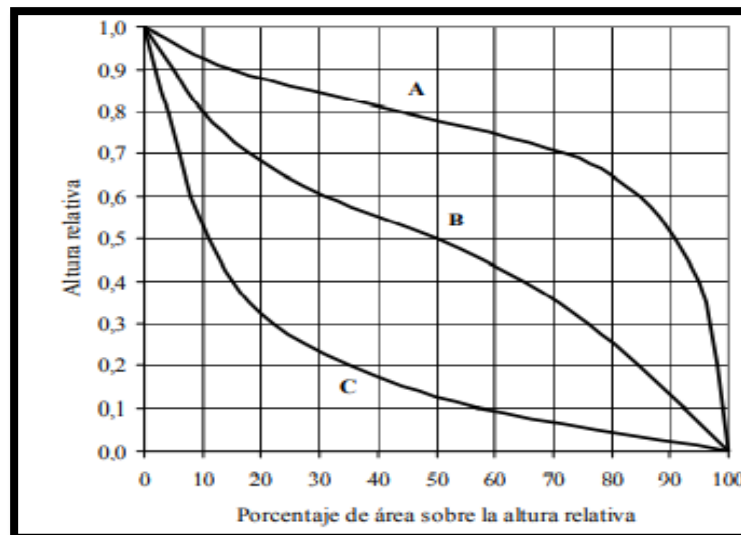


Figura 15: Modelos de curvas hipsométrica

Fuente: (Gaspari et al., 2013)

Al conseguir la curva hipsométrica de la microcuenca del río naranjo se la comparo con el modelo realizado por Strahler que nos indica lo siguiente.

- Curva A: Cuenca con gran potencial erosivo
- Curva B: Cuenca en estado de equilibrio
- Curva C: Cuenca sedimentaria

De la misma manera este modelo nos indica la fase en la que se encuentra el río, la curva A representa un río joven, curva B un río maduro y por último la curva C nos indica que el río se encuentra en su etapa de vejez (Gaspari et al., 2013).

iii. Parámetros de red de la red hídrica.

En este caso se procede a utilizar el instrumento hidrology del software ArcGIS 10.3 con la cual generamos la acumulación, dirección de flujo y orden de la red hídrica de la microcuenca para posteriormente mediante la herramienta interpolate lineal obtener el perfil longitudinal del río principal el cual figura las alturas desde el origen de la microcuenca hasta su final (Bravo, 2019).

Como siguiente paso se obtiene la jerarquización de la red hídrica o fluvial con la ayuda del ArcGIS mediante una caracterización colocando valores de primer orden, segundo o tercero dependiendo del número de ríos existentes dentro de la microcuenca (Bravo, 2019).

La metodología utilizada para la determinación de la jerarquización fluvial es la utilizada por Strahler, la cual radica en dividir la red hídrica en fragmentos de cauces de diverso orden en función de la disposición que presenta (Zhicay, 2020).

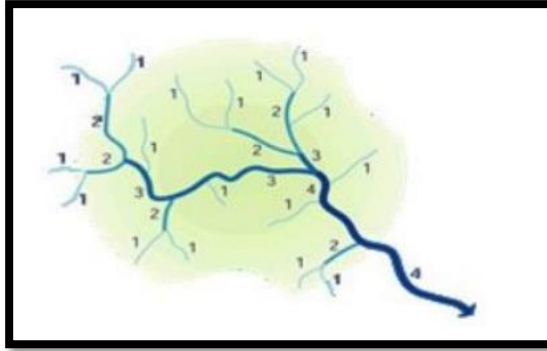


Figura 16: Ordenes de corriente (Strahler)

Fuente: (Zhicay, 2020)

La densidad de drenaje según Horton se la consigue aplicando la siguiente ecuación:

Ecuación 3: Densidad de drenaje según Horton

$$D_d = \frac{L}{A} \quad (3)$$

Donde:

L= Longitud de todas las corrientes de la microcuenca en Km

A= Superficie de la microcuenca en Km

La cual nos indica que a mayor densidad de la microcuenca existen mayores escurrimientos.

Tabla 14: Interpretación para los resultados de densidad de drenaje

Valores	Interpretación	Interpretación ambiental
<1.5	Bajo	Baja la escorrentía y aumenta la infiltración
1.5 - 2.5	Medio	Tendencia media de escorrentía
2.5 - 3.0	Alto	Alta tendencia a fluir a las inundaciones
>3	Muy Alta	Alta tendencia a la escorrentía, y a la erosión

Fuente: (Cerignoni & Rodrigues, 2015)

Para determinar el tiempo de concentración existente en la red fluvial de la microcuenca se utiliza la siguiente ecuación.

Ecuación 4: Tiempo de concentración

$$T_c = \frac{(4\sqrt{S} + 1.5L)}{(0.8\sqrt{H})} \quad (4)$$

Donde:

Tc= Tiempo de concentración en horas

S= Área de la cuenca (km²)

L= Longitud del cauce principal (Km)

H= Elevación media de la cuenca

Este parámetro nos permite identificar el tiempo en el que llega una gota de agua lluvia desde la parte más lejana de la cuenca a la sección de salida(Lux, 2021).

Tabla 15: Clases de tiempos de concentración

Rangos de Tc	Clases
40<	Rápido
40-80	Moderado
>80	Lento

Fuente: (Zhicay, 2020)

Se determino también la pendiente media del cauce que se le encuentra a partir de la inclinación que existe en la microcuenca sobre su cauce principal y su longitud (Gaspari *et al.*, 2013).

Ecuación 5:Pendiente media del cauce

$$Pm = \frac{Hmax - Hmin}{L} * 100 \quad (5)$$

Donde:

Hmax= Altura máxima

Hmin= Altura mínima

L= Longitud del cauce principal (m)

Tabla 16: Clases de pendiente del cauce

Rangos de Pendiente	Clases
< 10	Suave
10-30	Moderada
>30	Fuerte

Fuente: (Zhicay, 2020)

e. Caracterización biofísica de la microcuenca del río Naranjo.

i. Precipitación.

Para establecer la precipitación existente en la zona de estudio se procedió a hacer uso del software ArcGIS 10.3 conjuntamente con la cartografía respectiva de la zona y el archivo en formato shape del área delimitada de la microcuenca, mediante el archivo en formato shape de todas las estaciones meteorológicas a nivel nacional se logró determinar las estaciones que se encuentran situadas en los cantones pertenecientes a la microcuenca del río Naranjo, al tener ya establecidas las estaciones con las cuales se podía trabajar se consiguió los datos de precipitaciones de cada una de las estaciones identificadas, datos obtenidos de los anuarios meteorológicos del Ecuador (INAMHI, 2021). De esta manera se generó el mapa de isoyetas de la microcuenca del río Naranjo en el cual se especifican las precipitaciones en mm presentes en la zona.

Para verificar los resultados obtenidos se realizó un análisis de datos de precipitaciones presentes en los planes de ordenamiento territorial de las parroquias que conforman la microcuenca con el objetivo de validar la información.

ii. Temperatura.

Mediante la cartografía de isotermas del territorio ecuatoriano en formato shape obtenida del (SNI, 2021) las mismas que fueron generadas mediante el uso de datos de temperaturas entregados por las estaciones meteorológicas del INAMHI en el año 2008, se procedió a realizar el mapa de isotermas de la microcuenca del río Naranjo con el uso del software ArcGIS 10.3. La temperatura se la definió mediante el análisis de los planes de ordenamiento territorial o PDOT del cantón Santa Isabel y así mismo de su parroquia Abdón Calderón.

iii. Zonas climáticas.

Con la finalidad de obtener las zonas climáticas existentes en la microcuenca del río Naranjo se procedió a utilizar el software ArcGIS 10.3 conjuntamente con la cartografía de libre acceso obtenida del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2021) y con la cartografía facilitada por el GAD del cantón Santa Isabel, con el archivo en formato shape del área de estudio generado en procesos anteriores y los archivos en formato shape de tipos de clima se determinó mediante cortes de capas los tipos de climas existentes en el lugar de la microcuenca para de esta manera generar el mapa correspondiente.

iv. Geología.

Las formaciones geológicas que se encuentran presentes en la microcuenca del río naranjo se identificaron mediante el catálogo de metadatos creado por SIGTIERRAS en el año 2016, con el archivo en formato shape de geomorfología de los cantones de Santa Isabel, Girón y San Fernando se creó el mapa de geomorfología de la microcuenca en la cual se detallan las geoformas presentes en la superficie de estudio, este procedimiento se lo realizo en el área delimitada de la microcuenca con la asistencia del software ArcGIS 10.3

v. Tipos de suelo.

Para identificar la existencia de lo tipos de suelo en la microcuenca del río Naranjo se utilizó la cartografía entregada por el GAD del cantón Santa Isabel, con el formato shape de la microcuenca obtenida en procesos anteriores y con la asistencia del software ArcGIS 10.3 se procedió a realizar el corte de la capa de taxonomía para poder determinar los tipos de suelos existentes en la microcuenca. Se genero un mapa del tipo de suelos con el cual se realizó un análisis comparativo con el mapa GEOPEDOLÓGICO del cantón Santa Isabel, Girón y San Fernando desarrollados por el consorcio TRACASA-NIPSA (SIGTIERRAS, 2016), de la misma manera se hizo un análisis comparativo con la información que se encuentra en los planes de ordenamiento de las parroquias: Santa Isabel, Zhaglli, Abdón Calderón, La Asunción y San Fernando para de esta manera poder definir y constatar los tipos de suelos con los que cuenta en la zona.

vi. Pendiente del suelo.

Se realizo el mapa de pendientes de la microcuenca en base al MED obtenido en procesos anteriores, con la aplicación del software ArcGIS 10.3 y la herramienta slope se formó el mapa de pendientes en el cual se utilizó el criterio de clasificación realizado por la SEMPLADES el cual se describe en la tabla 17

Tabla 17: Rangos de porcentajes de pendientes

Pendiente %	Relieve
≥0 <2	Plana
≥2 <5	Muy suave
≥5 <12	Suave
≥12 <25	Media
≥25 <40	Media fuerte
≥40 <70	Fuerte

≥70 <100	Muy fuerte
≥100 <150	Escarpada
≥150 <200	Muy escarpada
≥200	Abrupta

Fuente: (Ramírez, 2015)

vii. Uso del suelo y cobertura vegetal.

Con el archivo de los metadatos de cobertura de los cantones de Santa Isabel, Girón y San Fernando generados por SIGTIERRAS en el año 2016 en formato shape y el archivo en el mismo formato del área delimitada de la microcuenca obtenido en procesos anteriores, se generó el mapa respectivo de cobertura vegetal y uso del suelo de la microcuenca del río Naranjo con la asistencia del software ArcGIS 10.3, mediante este proceso se logró determinar los cultivos con mayor presencia en la zona de estudio y el área total que abarca cada uno de estos dentro de la microcuenca.

viii. Uso potencial del suelo.

Se determinó el uso potencial del suelo de la microcuenca del río Naranjo con base al shape del catálogo de metadatos de geopedología generados por SIGTIERRAS, archivo correspondiente al año 2016, mediante el software ArcGIS 10.3 se formó el respectivo mapa de uso potencial del suelo de la microcuenca en el cual se detallan las clases de suelos existentes en el lugar de estudio.

Para efectuar la descripción de cada clase de suelo se tomó como pedestal el estudio perpetrado por la SEMPLADES en el año 2012 (Ramírez, 2015), en este estudio se detalla cada clase de suelo de la siguiente manera.

Tierras adecuadas para cultivos y otros

- Clase I: Tierras con muy ligeras limitaciones
- Clase II: Tierras con algunas limitaciones
- Clase III: Tierras con severas limitaciones
- Clase IV: Tierras con muy severas limitaciones
- Tierras de uso limitado o no adecuados para cultivos
- Clase V: Tierras para pastos o bosques
- Clase VI: Tierras con limitaciones ligeras para pastos y bosques
- Clase VII: Tierras con severas limitaciones para pastos y bosques
- Clase VIII: Tierras con muy severas limitaciones para cualquier uso

ix. Erosión del suelo.

La susceptibilidad de erosión del suelo perteneciente a la microcuenca del río Naranjo se la determinó mediante la creación de un mapa de susceptibilidad a la erosión con la asistencia del software ArcGIS 10.3 y la cartografía facilitada por el GAD del cantón Santa Isabel. Con los shapes de zonas susceptibles a erosión de los 3 cantones que conforman la microcuenca y el shape de la zona de estudio delimitada anteriormente se procedió a realizar cortes de capas para poder formar el mapa y de esta manera determinar o identificar las zonas que corren riesgos de erosión dentro de la superficie de la microcuenca.

x. Conflictos del uso del suelo.

Con la cartografía obtenida del (SNI, 2021) en formato shape de los conflictos de uso del suelo a nivel de la región sierra y con el software ArcGIS 10,3 se realizó el respectivo mapa perteneciente a la microcuenca del río Naranjo en el cual se puede observar los conflictos del uso del suelo que existen en su territorio.

f. Caracterización socioeconómica y cultural de la microcuenca del río Naranjo.

i. Demografía.

Para determinar la población existente en el área de la microcuenca del río Naranjo se procedió a utilizar el software ArcGIS 10.3 para poder establecer todos los centros poblados existentes o que se encuentra ubicados dentro del límite de la microcuenca. La cartografía utilizada fue la cartografía entregada en el GAD del cantón Santa Isabel y la que se obtuvo del Instituto Geográfico Militar (IGM, 2021) la cual genera datos de los centros poblados por cantones en un archivo de formato shape.

Mediante este proceso se determinó exactamente el número de centros poblados o comunidades pertenecientes a la microcuenca del río Naranjo, para establecer el dato de pobladores existentes se hizo uso de los PDOT de los cantones y sus respectivas parroquias así como uso de los datos del último censo del Ecuador realizado por (INEC, 2010).

ii. Salud.

Los servicios de salud se los determinó con el análisis de la información obtenida de los planes de ordenamiento territorial o PDOT de los cantones y sus respectivas parroquias, se determinaron todos los servicios de salud pública de cada uno de los cantones para poder verificar cuales pertenecen al área de la microcuenca del río Naranjo, con la asistencia del software ArcGIS 10.3 y la cartografía de servicios de salud del Ecuador del año 2014

obtenida del (SNI, 2021) en formato shape se generó un mapa de ubicación de los servicios de salud pública existentes dentro del área de estudio para de esta manera generar un análisis más concreto.

iii. Educación.

Mediante la información proporcionada por cada uno de los planes de ordenamiento territorial de las parroquias que se encuentran dentro de la microcuenca del Naranjo se fijó la presencia de la cantidad exacta de centros educativos que pertenecen a las comunidades o centros poblados de la microcuenca, al mismo tiempo para aportar a la información que generan los PDOT se analizó los registros administrativos del año lectivo 2019-2020 el cual nos entrega información actual del total de unidades educativas activas existentes en la zona, sus ubicaciones, número total de estudiantes registrados en el año lectivo entre otros datos de utilidad para el estudio. Se generó un mapa de ubicación de los centros educativos existentes en el área de la microcuenca con la ayuda del software ArcGIS 10.3 y la aplicación de la cartografía de centros educativos del Ecuador en el año 2014 que se adquirió del (SNI, 2021) dicha cartografía se encuentra en formato shape.

iv. Vivienda.

Se determinaron las principales características en el ámbito vivienda por medio de la información proporcionada por los planes de ordenamiento de cada una de las parroquias que forman parte de la microcuenca del río Naranjo. Se determinaron ciertas características esenciales con los datos alcanzados en el último censo ejecutado en el país en el año 2010 por el INECC.

v. Principales actividades económicas.

Para fijar las acciones económicas existentes en la microcuenca del río Naranjo se analizó la información generada por los planes de ordenamiento territorial de cada una de las parroquias que forman parte de la microcuenca.

vi. Tenencia de tierras.

Para determinar esta variable se realizó un análisis a los planes de ordenamiento territorial o PDOT de las parroquias Abdón Calderón y La Asunción, además se adjuntó al análisis información obtenida de una tesis que se realizó en base a la parroquia Abdón Calderón en el año 2011 por la Universidad Estatal de Cuenca

vii. Vías de comunicación y transporte.

Con el archivo en formato shape de la red vial generada por el GAD del cantón Santa Isabel en el 2018 y conjuntamente con el archivo de la red vial estatal obtenida en el mismo formato del (SNI, 2021), archivo generado por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas en el año 2015, se realizó el respectivo mapa de vías presentes dentro del perímetro de la microcuenca del río Naranjo, de la misma manera se realizó un análisis de la información vial que se encuentra en cada uno de los PDOT de sus parroquias.

viii. Servicios básicos.

Los servicios básicos con los que cuenta la urbe de la microcuenca del río Naranjo se identificaron mediante la información obtenida de los planes de ordenamiento territorial o PDOT de los cantones que forman parte del área de la microcuenca y sus parroquias, se utilizó también la información generada por el último censo que se lo realizó en el año 2010 (INEC, 2010).

Mediante el análisis de la información se logró determinar los sectores que poseen servicios de recolección de residuos sólidos, servicio de alcantarillado, agua de consumo humano y servicios de energía eléctrica.

ix. Organización comunitaria e institucional.

El tipo de organización comunitaria e institucional que existe en cada una de las comunidades o centros poblados pertenecientes a la microcuenca del río Naranjo se la obtuvo mediante visitas de campo y reuniones establecidas con sus pobladores y directivos, conjuntamente se utilizó la información obtenida de los planes de ordenamiento territorial de Abdón Calderón y La Asunción por ser estas parroquias las que abarcan mayor cantidad de centros poblados que pertenecen a la microcuenca del Naranjo.

3.4.2. Fase de campo

a. Recorrido de campo.

Se realizaron recorridos de campo dentro del espacio de la microcuenca del río Naranjo con el objetivo principal de identificar mediante la observación directa el estado actual en el que se encuentra el área de estudio, se planificaron recorridos a ciertas comunidades de fácil acceso que se encuentran como centros poblados de la microcuenca, en total fueron 12 comunidades a las que se les visitó, mediante conversaciones entabladas con pobladores presentes en el momento exacto de la visita se logró registrar algunos de los inconvenientes que se exteriorizan en la zona del análisis con lo cual se podrá realizar el análisis respectivo.

Dentro de los recorridos que se realizó, se logró identificar la ubicación exacta del proyecto de agua entubada ubicado en la comunidad de Cercaloma, al tener ya identificado la zona se procedió a establecer los puntos más adecuados para llevar a cabo la toma de muestra y análisis de campo como parte del proceso de determinación de la calidad de agua de consumo humano de la comunidad de Cercaloma con lo cual se dará cumplimiento a uno de los objetivos planteados en nuestro tema de estudio.

b. Aplicación de encuestas como parte del proceso participativo.

Se aplicaron un total de 60 encuestas a pobladores mayores de 18 años que su lugar de residencia sea en una comunidad o centro poblado perteneciente a la microcuenca del río Naranjo con el objetivo de alcanzar mayor credibilidad en los resultados finales, el tipo de encuesta aplicada fue analítica con respuestas combinadas entre cerradas y abiertas con lo cual se dio la oportunidad al encuestado de exponer su propio criterio a cerca de las pregunta realizadas, todas las encuestas realizadas fueron de manera presencial abarcando comunidades de cuenca baja, media y alta. En el anexo 20 se puede observar el modelo de encuesta aplicada.

3.4.3. Fase de gabinete final

a. Análisis de información.

Por medio de un proceso de organización documentaria y tabulación de encuestas aplicadas a pobladores de la microcuenca del río Naranjo con el software Excel 2016, se analizó toda la información y resultados referentes a la zona de estudio.

3.5 ICA-NSF del proyecto de agua de la comunidad de Cercaloma

3.5.1. Metodología

Para fijar el ICA-NSF o calidad del agua se utilizó en método aditivo el cual radica en realizar la suma de los productos que resultan de los subíndices de cada parámetro y los pesos estipulados anteriormente. El ICA-NSF desarrollado por la Fundación Nacional de sanidad de los Estados Unidos de Norteamérica utiliza una escala que se encuentra entre 0 y 100 que sintetiza a cada parámetro (Carrillo & Urgilés, 2016). Al evaluar la presencia de microorganismo y concentraciones tanto en parámetros físicos como químicos para el estudio se utilizó un enfoque cuantitativo analizando cada dato obtenido con la normativa aplicable (González, 2019).

Ecuación 6: Determinación del índice ICA-NSF

$$ICA_a = \sum_{i=1}^n li Wi \quad (6)$$

En donde:

- ICAa: Índice de calidad aditivo
- i: Cada uno de los parámetros de calidad elegidos
- li: Subíndice del parámetro i
- Wi: Pesos relativos asignados a cada parámetro

Tabla 18: Factores de ponderación ICA-NSF

Parámetro	Wi
pH	0.12
Oxígeno disuelto %	0.17
Variación Temperatura	0.10
Sólidos disueltos totales	0.08
Turbiedad	0.08
Fosfatos	0.10
Nitratos	0.10
DBO5	0.10
Coliformes fecales	0.15

Fuente: (Carrillo & Urgilés, 2016)

Cada uno de los parámetros determinados para obtener el valor de ICA-NSF conserva una curva estandarizada la cual relaciona la concentración del mismo. Mediante interpolación con el valor de cada parámetro (i) se puede alcanzar el valor del subíndice (li), resultado de esto se genera una curva en la cual en el eje de las abscisas se disponen los niveles de las variables y en el eje de las coordenadas los niveles de calidad de agua que va de 0 a 100 (Carrillo & Urgilés, 2016).

Generalidades explicativas de cada parámetro utilizado por el ICA-NSF.

1. Si el valor de DBO⁵ es mayor a 30 mg/l el subíndice (li) es igual a 2, si su valor es menor a los 30 mg/l se obtiene el subíndice (li) en la figura 16 mediante interpolación,

este valor encontrado se multiplica por su W_i para obtener el resultado final (Carrillo & Urgilés, 2016).

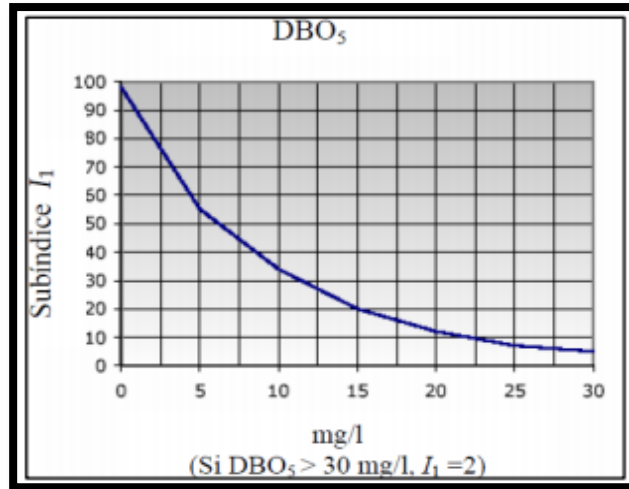


Figura 17: Valoración de la calidad de agua en función de la DBO_5
Fuente: (Carrillo & Urgilés, 2016)

- En el caso del oxígeno disuelto como primer procedimiento es encontrar su porcentaje de saturación el cual está ligado a la altitud y temperatura del lugar, esto se lo puede obtener en la siguiente figura.

VALORES DE OXÍGENO DISUELTO SATURADO EN FUNCIÓN DE LA ALTURA Y TEMPERATURA											
ALTURA (m)	TEMPERATURA ° C										
	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

Figura 18: Saturación del oxígeno en función de su altitud y temperatura
Fuente: (Carrillo & Urgilés, 2016)

Si el porcentaje (%) de saturación del oxígeno disuelto de la muestra es mayor al 140% el subíndice (I_1) es igual a 50, si su valor es menor al 140% se debe de indagar su valor

mediante interpolación en la figura 18, para obtener el resultado final se procede a multiplicar por su (W_i) (Carrillo & Urgilés, 2016).

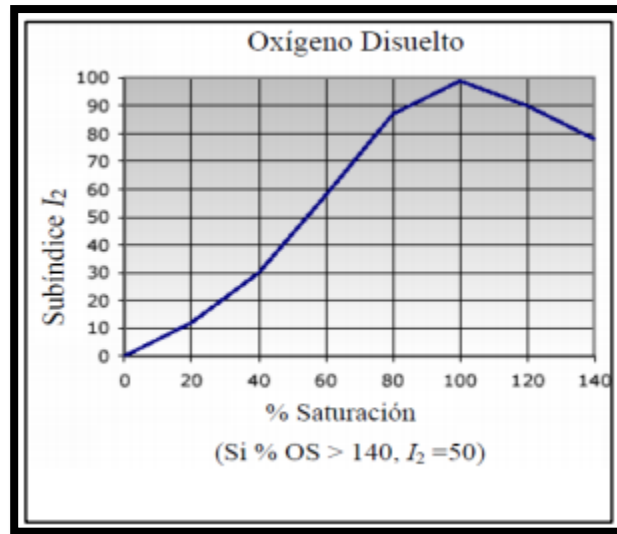


Figura 19: Estimación de la calidad de agua en función del % de saturación
Fuente: (Carrillo & Urgilés, 2016)

- Si el valor obtenido del pH es menor a 2 o mayor a 12 el valor utilizado para su subíndice (I_i) es igual a 0, caso contrario el valor del subíndice (I_i) se debe de encontrar mediante interpolación en la figura 19. Este resultado se debe de multiplicar por su peso (W_i) (Carrillo & Urgilés, 2016).

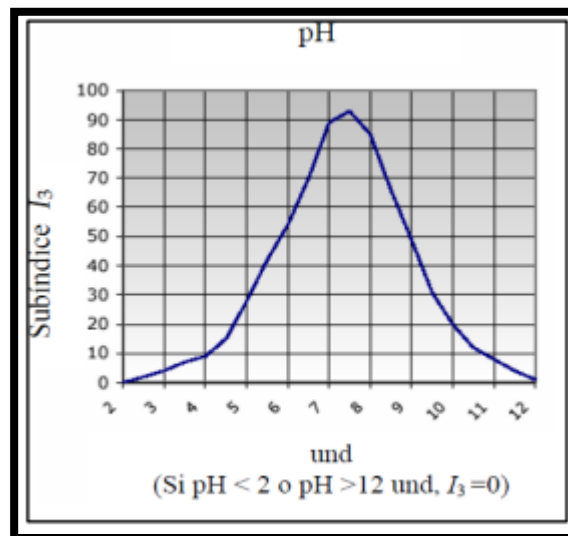


Figura 20: Estimación de la calidad del agua en función de su pH
Fuente: (Carrillo & Urgilés, 2016)

4. Si el valor de la turbiedad es mayor a 100 NTU el subíndice (Ii) corresponde a 5, de no ser así el valor se encontrara mediante interpolación en la figura 20 para posteriormente multiplicarlo por su peso (Wi) (Carrillo & Urgilés, 2016).

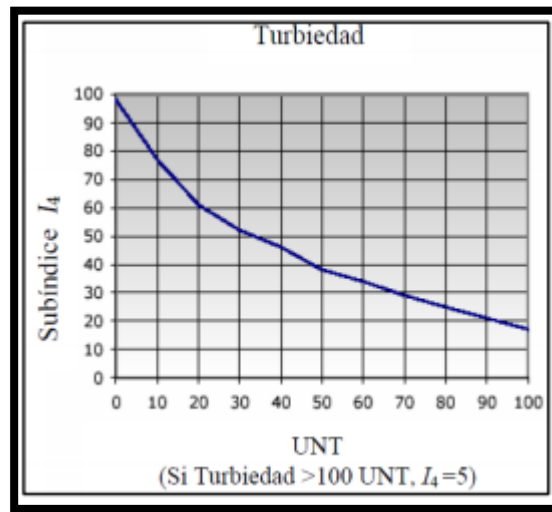


Figura 21: Estimación de la calidad de agua en función de la turbiedad

Fuente: (Carrillo & Urgilés, 2016)

5. Cuando el valor de los fosfatos es mayor a 10 mg/l el subíndice (Ii) tiene el valor de 2, pero si este valor es menor a los 10 mg/l se obtiene el valor en la figura 21 mediante interpolación y dicho valor encontrado se multiplica por su peso (Wi) (Carrillo & Urgilés, 2016).

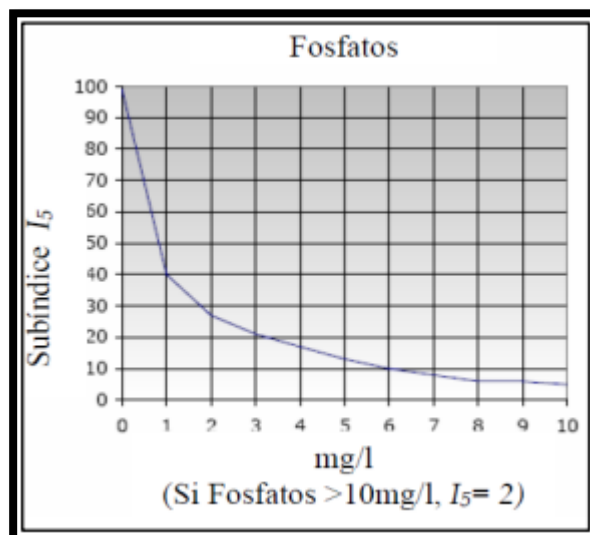


Figura 22: Estimación de la calidad de agua en función de los fosfatos

Fuente:(Carrillo & Urgilés, 2016)

6. Si el valor de los nitratos obtenido de los análisis es mayor a los 100 mg/l su subíndice (li) se le asigna el valor de 1, caso contrario dicho valor se lo obtiene del proceso de interpolación que se puede realizar en la figura 22, con este valor su resultado se obtiene de la multiplicación con su peso (W_i) (Carrillo & Urgilés, 2016).

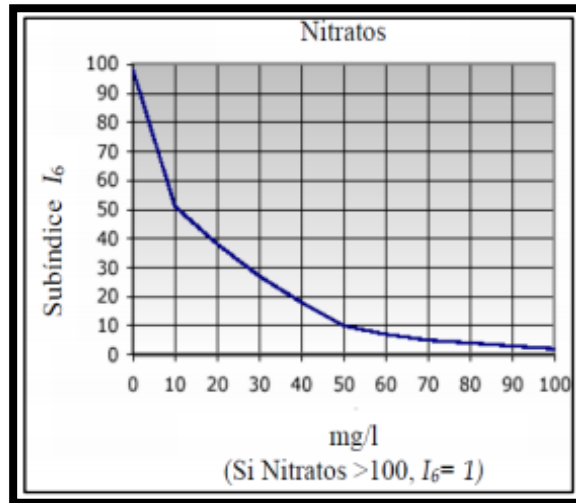


Figura 23: Estimación de la calidad de agua en función de los nitratos

Fuente: (Carrillo & Urgilés, 2016)

7. Para obtener el valor de temperatura primeramente se procede a obtener la diferencia de temperaturas entre la temperatura de la muestra y la registrada en el ambiente, si este valor obtenido es mayor a 15°C el (li) es igual a 5, pero si el valor es menor a 15°C el valor se lo debe de encontrar en la figura 23 mediante interpolación, el valor obtenido se multiplica por su peso (W_i) (Carrillo & Urgilés, 2016).

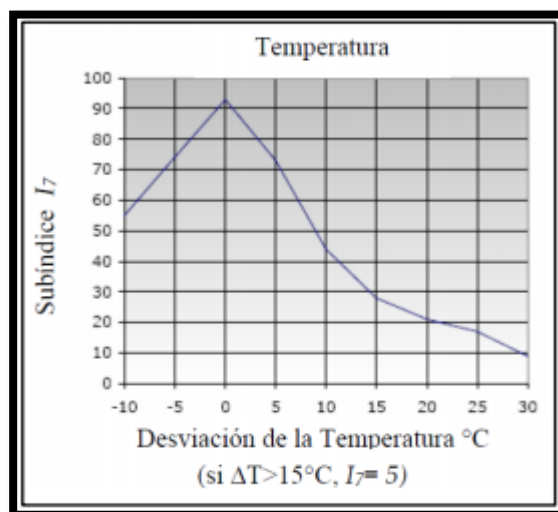


Figura 24: Estimación de la calidad de agua en función de la variación de la temperatura

Fuente: (Carrillo & Urgilés, 2016)

8. Si el valor de Coliformes Fecales supera a 10 NMP/100 ml el valor del subíndice es de 2, si es menor a los 10 NMP/100 ml se interpola su valor en la figura 24 y dicho valor se multiplica por su peso (W_i) (Carrillo & Urgilés, 2016).

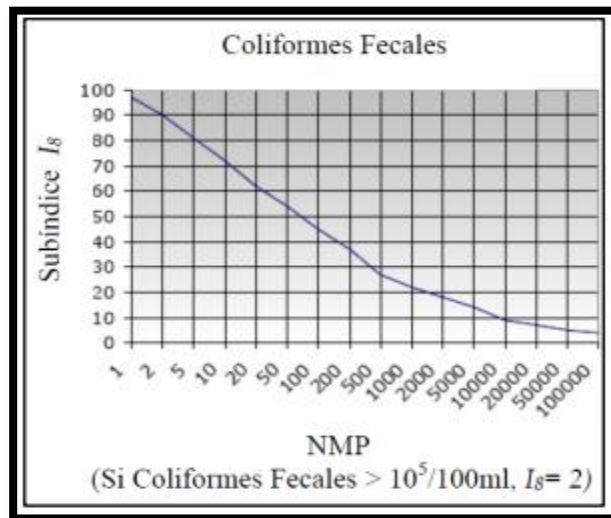


Figura 25: Estimación de la calidad de agua en función de los coliformes fecales
Fuente: (Carrillo & Urgilés, 2016)

9. En el caso de los Sólidos Disueltos Totales si el valor obtenido es mayor a 500 mg/l el (I_i) es igual a 20, pero si su valor es menor se interpola su valor en la figura 25 para posteriormente multiplicarlo por su peso (W_i) (Carrillo & Urgilés, 2016).

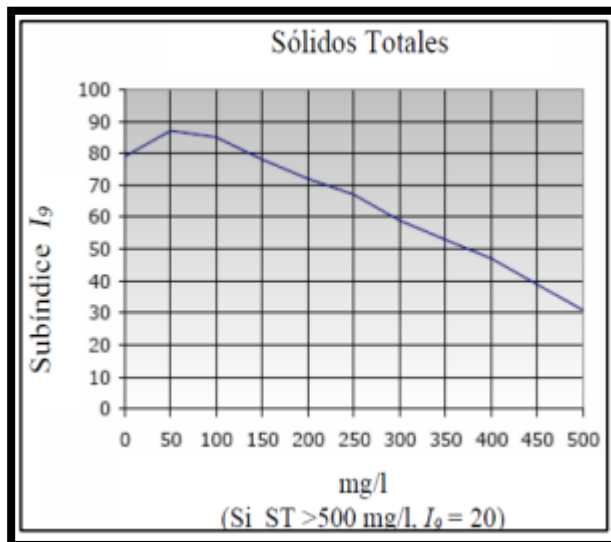


Figura 26: Estimación de la calidad de agua en función de los sólidos totales
Fuente: (Carrillo & Urgilés, 2016)

Con los resultados derivados de los parámetros preestablecidos en cada subíndice se da uso a la ecuación 6 con la cual se calcula el índice de calidad de agua ICA en cada puesto

muestreado. Para la clasificación de calidad del agua considerada para consumo humano de acuerdo a los rangos que fueron establecidos por el modelo NSF se lo realiza mediante la figura 26 que se muestra a continuación.

ICA	Criterio general	USO: Abastecimiento Público
100	Excelente calidad	No requiere purificación
91		
90	Buena calidad	Ligera purificación
71		
70	Mediana calidad	Consumo dudoso sin purificación
51		
50	Mala calidad	Tratamiento potabilizador
26		
25	Pésima calidad	Dudosa para consumo
0		

Figura 27: Clasificación de la calidad de agua según el modelo NSF

Fuente: (Carrillo & Urgilés, 2016)

Para determinar el resultado final el procedimiento realizado fue de forma manual con la ayuda del software Excel 2016.

3.5.2. Muestreos

Los muestreos para los estudios y toma de ejemplares se los llevó a cabo en los meses de noviembre del 2020 y enero del 2021 abarcando una época del año seca en la cual las precipitaciones son escasas y una época lluviosa que por lo general las precipitaciones aumentan considerablemente lo cual produce mayores caudales y mayor arrastre de contaminantes en el caso de existir, de esta manera se podrá evidenciar si existe cambio en los parámetros físico químicos y microbiológicos con respecto a la época del año.

Tabla 19: Cronograma de recolección y análisis de muestras

Punto	Descripción	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
P1	Inicio de la actividad antrópica	5 de	29 de	4 de enero del 2021
P2	Unión-punto de captación	noviembre del	noviembre del	
P3	Captación del proyecto	2020	2020	

Todos los muestreos realizados para este estudio se los realizo acorde a las normas técnicas ecuatorianas INEN que se presentan a continuación:

- NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2226:2013 AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. DISEÑO DE LOS PROGRAMAS DE MUESTREO
- NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2169:2013 AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y CONSERVACION DE MUESTRAS
- NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2176:2013 AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TECNICAS DE MUESTREO

3.5.3. Análisis de muestras

Los análisis en campo se los realizo con el uso del equipo Multiparamétrico HACH HQ30d directamente en el cauce del río, previamente a los análisis el equipo se debe de encender un lapso de 10 min para lograr adaptarlo a las condiciones climáticas, para determinar cada parámetro las sondas del equipo deben de ser lavadas en cada punto de muestreo con agua destilada para evitar alteraciones en los resultados, el resultado de cada parámetro se lo determino al introducir la sonda del equipo en el cauce del río durante un tiempo predeterminado por el equipo hasta lograr estabilizarlo y de esta manera generar el dato final. Cabe recalcar que cada parámetro medido in situ fue por triplicado para una mayor precisión.

Los parámetros medidos in situ o en el sitio fueron los siguientes:

- pH
- Conductividad
- Oxígeno Disuelto

Para los análisis de laboratorio como se mencionó anteriormente se basó en el procedimiento según lo dicta las normas técnicas ecuatorianas INEN, las muestras fueron tomadas en recipientes de plástico, vidrio ámbar y frascos esterilizados los cuales fueron enjugados previamente con el agua del lugar antes de la toma de muestra. Estas muestras fueron transportadas hasta el laboratorio manteniéndolas a temperaturas entre los 3 °C y 4 °C como lo indica su respectiva norma. Los parámetros medidos en laboratorio fueron:

- DBO5
- Fosfatos
- Nitratos
- Solidos disueltos totales
- Turbiedad
- Coliformes fecales

Las metodologías que se utilizan en los análisis de cada muestra dependen netamente del laboratorio al que se le haya entregado, en nuestro caso de estudio se procedió a realizar los análisis en los laboratorios de la Universidad Católica de Cuenca en su Centro de Innovación, Investigación y Transferencia Tecnológica CIITT y en los laboratorios de la planta de agua potable del cantón Santa Isabel EMAPASI.

Las metodologías y técnicas utilizadas respectivamente en el laboratorio del CIITT y EMAPASI se presentan a continuación.

Tabla 20: Metodologías y técnicas utilizadas por los laboratorios para el análisis

Metodología referencial CIITT Universidad Católica de Cuenca		
Parámetro	Metodología	Técnica
Demanda bioquímica de oxígeno 5	CIITT-PE-A010 Standard Methods, 5210 D	Respirometría
Coliformes Fecales	CIITT-PI-A015 Standard Methods, Ed.23.2017,9223 B	Fermentación en tubos
Fosfatos	CIITT-PE-A019 Standard Methods, 4500-P-E	Espectrofometría, UV-Vis
Solidos disueltos totales	APHA 2540 C Standard Methods, 2540-C	Gravimetría
pH		Electrometría in situ
Oxígeno Disuelto		Electrometría in situ
Temperatura		Electrometría in situ
Metodología referencial EMAPASI (Planta de tratamiento de agua potable del cantón Santa Isabel)		
Parámetro	Metodología	Técnica
Turbiedad	Standard Methods 2130	Nefelometría
Nitratos	Standard Methods 4500-NO3	Espectrofotometría, UV-Vis

3.6 Elaboración de medidas correctivas para la comunidad de Cercaloma.

Con los resultados obtenidos de los estudios de agua y la determinación de su calidad mediante la aplicación de índices ICA-NSF se efectuó la elaboración del documento el cual

contiene medidas correctivas a tomar para mejorar el servicio de agua para consumo humano brindado por el proyecto de agua entubada de la comunidad de Cercaloma.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Delimitación de la microcuenca del río Naranjo

La microcuenca del río Naranjo, forma una porción de la subcuenca del río Rircay y de la cuenca hidrográfica del río Jubones (ver figura 28), con una altura máxima de 3880 msnm posee una extensión territorial de 125. 31 km² con un perímetro total de 49.19 km. Al pertenecer a la subcuenca del río Rircay y a la cuenca del Jubones sus aguas pertenecen a la vertiente del océano Pacífico, formando así parte de los 24 sistemas hidrográficos que conforman esta vertiente. El Ecuador posee 31 sistemas hidrográficos divididos en dos vertientes, 24 pertenecen a la vertiente del Océano Pacífico y 7 a la vertiente del río Amazonas.

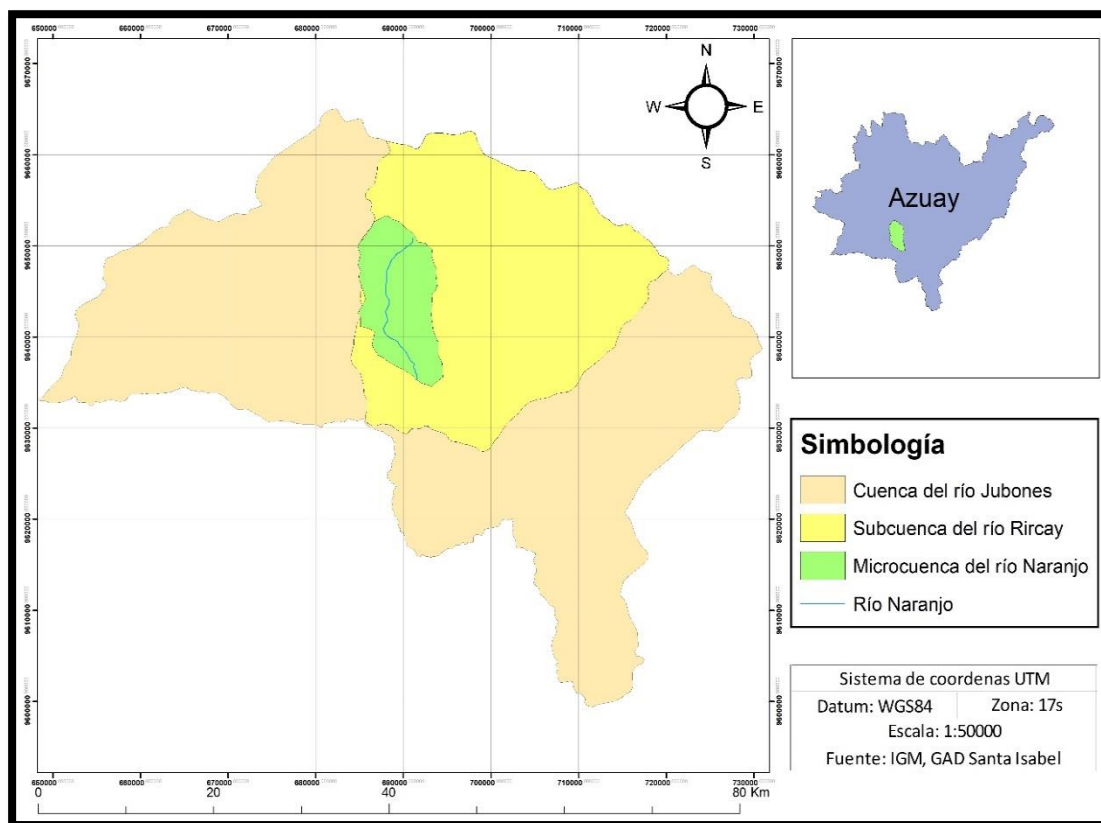


Figura 28: Mapa de delimitación de la microcuenca del río Naranjo

4.2 Ubicación geográfica

La microcuenca del río Naranjo se halla seccionada por partes ocupando territorio de los cantones: Santa Isabel, Girón y San Fernando (ver figura 29) que pertenecen a la provincia del Azuay, provincia en la cual su asentamiento es integro, su área total se encuentra

conformada por 5 parroquias de los cantones antes mencionados. Parroquia Santa Isabel, Abdón Calderón y Zhaglli del cantón Santa Isabel; parroquia la Asunción del cantón Girón y la parroquia San Fernando del cantón que lleva el mismo nombre (ver anexo 1). La mayor parte de territorio de la microcuenca del río naranjo se halla situado internamente en el cantón Santa Isabel, exactamente el 73.3% de la superficie de la microcuenca se sitúa en este cantón abarcando en su totalidad a una de sus parroquias (parroquia Abdón Calderón) a la cual se la denomina parroquia con mayor influencia sobre la microcuenca.

Tabla 21: Área de incidencia dentro de los cantones Santa Isabel, San Fernando y Girón

Cantón	Área	Porcentaje
Santa Isabel	91.69	73.3%
San Fernando	16.2	12.9%
Girón	17.26	13.8%

Limita la microcuenca del río Naranjo al norte con el cantón de Cuenca, al sur con el cantón de Oña, al lado este con el cantón Nabón y al oeste con el cantón de Pucará.

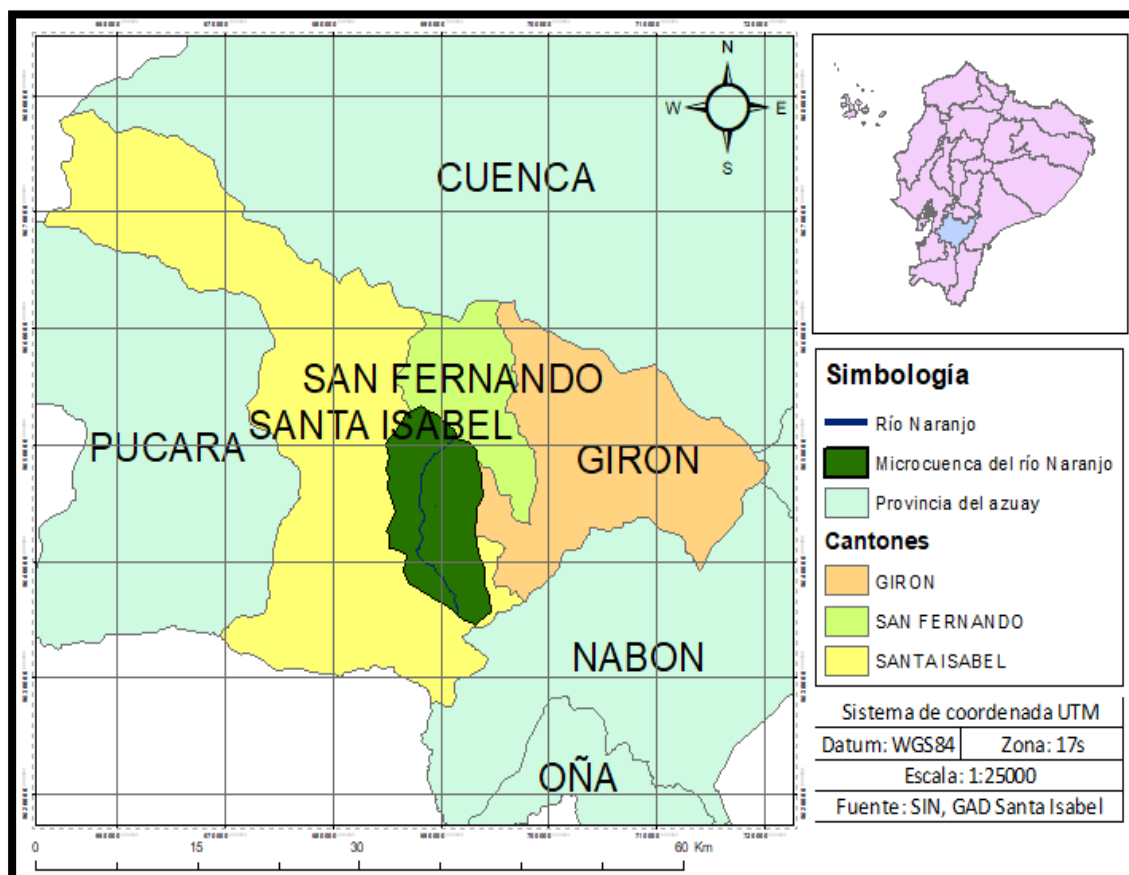


Figura 29: Mapa de la ubicación Geográfica de la microcuenca del río Naranjo

4.3 Caracterización morfométrica de la microcuenca del río Naranjo

4.3.1. Parámetros de forma.

La microcuenca del río Naranjo posee un área total de 125.31 km² con un perímetro que rodea su área de 49.19 km, para (Faustino & Jiménez, 2000) una microcuenca hidrográfica debe de estar en un rango de área total de entre 10 y 500 km² para poder ser considerada microcuenca, caso contrario si el área total supera los 500 km² la zona se denominaría subcuenca llegando hasta un área de los 2000 Km², a partir de esta área es conocida como cuenca hidrográfica. El factor forma nos entrega un resultado de 0.34 con lo cual podemos determinar que la microcuenca es de forma ligeramente alargada; el coeficiente de compacidad determina o compara a la microcuenca como una forma oval redonda que presenta alta tendencia a inundaciones.

Tabla 22: Resumen de los parámetros de forma de la microcuenca del río Naranjo

Parámetro	Valor	Unidad
Área	125.31	km ²
Perímetro	49.19	km
Longitud de la microcuenca	18.94	km
Coeficiente de compacidad (Gravelius)	1.23	
Factor de forma (Horton)	0.34	

De igual manera (Zhicay, 2020) considera que una cuenca o microcuenca hidrográfica al ser de forma ligeramente alargada o alargada es muy propensa a sufrir riesgos altos de inundación ante eventos de precipitaciones fuertes o continuas.

Se puede expresar con precisión que la microcuenca del río naranjo es altamente propensa a sufrir problemas de inundación según se lo determinan los modelos de Gravelius y Horton.

4.3.2. Parámetros de relieve.

La microcuenca del río Naranjo se halla situada entre los 1040 y 3380 ms.n.m. presenta una pendiente media de 30.98% lo cual nos indica que posee un relieve considerado como muy fuerte. (Zhicay, 2020) manifiesta en su estudio que una microcuenca al poseer una pendiente muy pronunciada produce que las aguas de escorrentía tengan un menor tiempo de concentración lo cual como resultado final favorece a la escorrentía superficial.

Tabla 23: Resumen de los parámetros de relieve de la microcuenca del río Naranjo

Parámetro	Valor	Unidad
Pendiente media de la cuenca	30.98	%
Altura media de la cuenca	2450.71	msnm

La figura 9 representa la curva hipsométrica de la microcuenca del Naranjo, mediante la cual se consigue determinar el tiempo erosivo y la etapa de evolución en la que se encuentra la microcuenca (Lux, 2021). Si podemos observar la misma figura 9, mediante comparación con el modelo propuesto Strahler (ver figura 15) se determina que la microcuenca se encuentra en equilibrio y en su fase de madurez, este modelo relaciona la altitud con el área que varía con el pasar del tiempo en la medida que la cuenca o microcuenca hidrográfica sufren los estragos de procesos erosivos (Romero *et al.*, 2015), por tal motivo podemos asegurar que la microcuenca del río Naranjo no presenta potencialidad alta en sufrir procesos erosivos en su territorio más bien presenta características de estabilización en dichos procesos.

En su estudio (Zhicay, 2020) menciona que un río al encontrarse en su etapa de madures amplía su sección transversal formando pequeñas áreas planas que normalmente presentan inundaciones y algunos meandros.

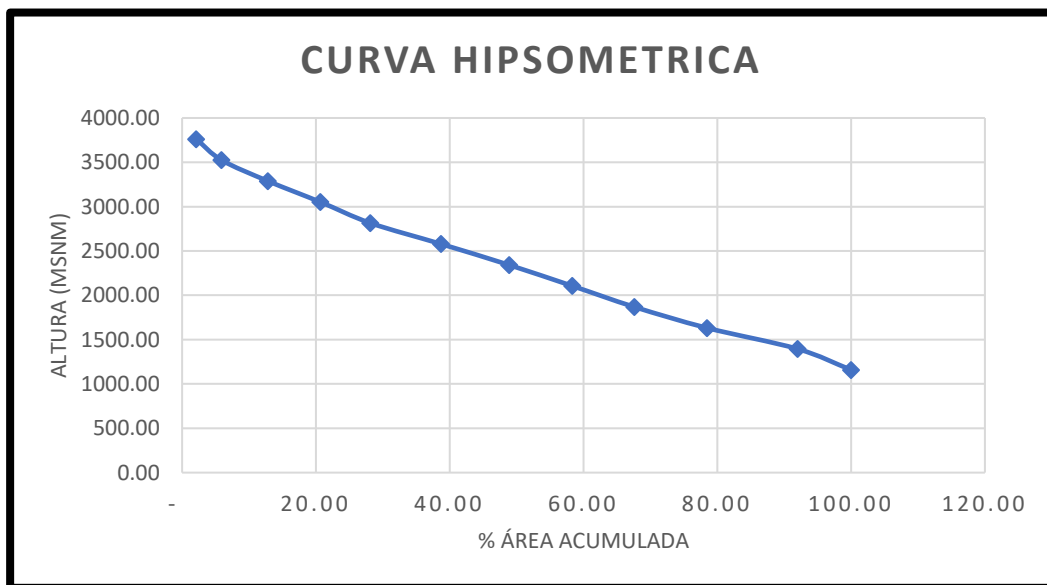


Figura 30: Curva Hipsométrica de la microcuenca del río Naranjo

4.3.3. Parámetros de red hidrográfica.

La microcuenca del río naranjo está formada por 110 corrientes de agua natural resultado de la topografía accidentada existente en la zona, entre ellos se encuentran ríos y quebradas con cursos de agua muy pequeños que son denominadas perennes o intermitentes dependiendo de la época de año.

Estas formaciones de pequeños cursos de agua dan origen al orden del cauce principal de la microcuenca el cual es denominado según el método de Strahler como cauce de orden 5 como se lo puede observar en la figura 30. (Rizo *et al.*, 2011) enseña que al concurrir mayor grado de corriente la distribución de formación de la microcuenca o cuenca hidrográfica será más definida.

La densidad de drenaje de la microcuenca presenta un valor de 1.54 km/km² con su respectivo tiempo de concentración que es de 1.84 horas y una pendiente media del cauce de 14.99%, siendo así una microcuenca con tendencia media de escorrentía como lo determina (Cerignoni & Rodrigues, 2015) en su clasificación (ver tabla 14).

De acuerdo a la clasificación utilizada por (Zhicay, 2020) (ver tabla 15) el tiempo de concentración que presenta la microcuenca del río naranjo es denominado como lento, lo que refleja incidencia directa con la forma de la microcuenca que es considerada propensa a inundaciones por su forma alargada (ver tabla 14).

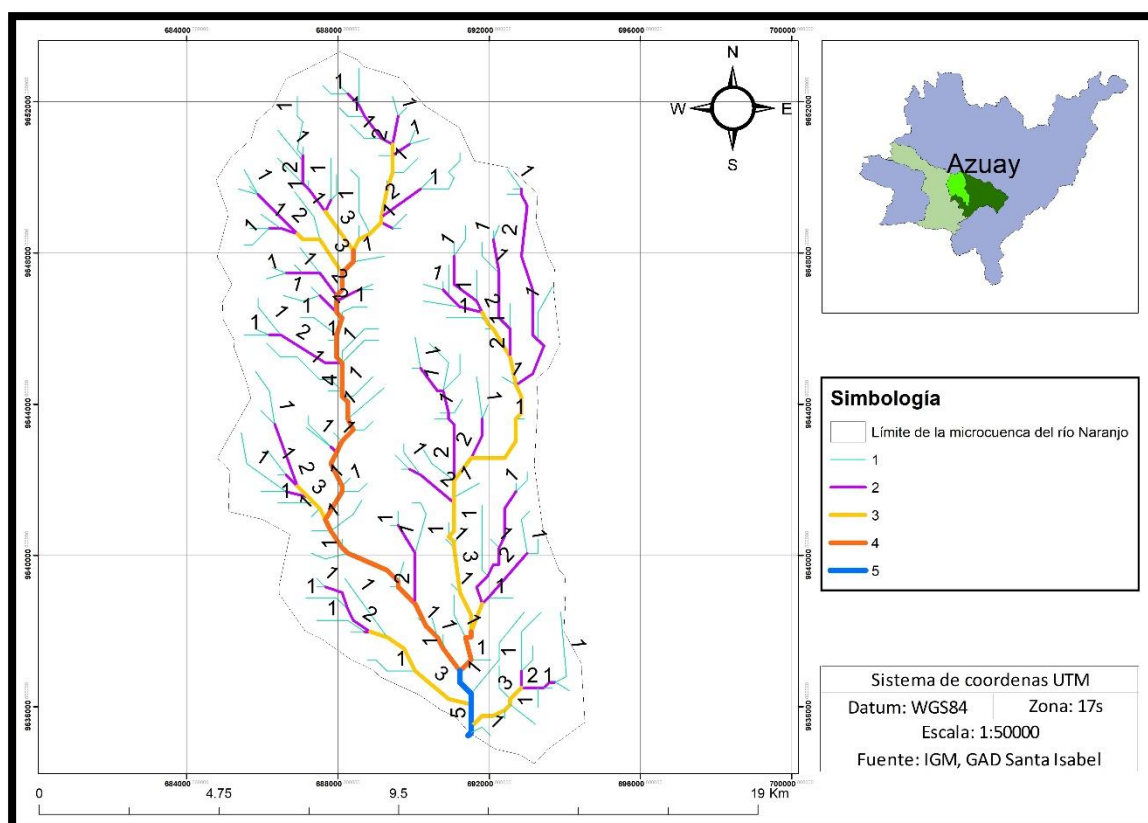


Figura 31: Mapa de orden de la red hidrográfica de la microcuenca del río Naranjo

Tabla 24: Resumen de parámetros de la red hidrográfica

Parámetro	Valor
Jerarquización Fluvial	5
Tiempo de concentración	1.8 h
Densidad de drenaje	1.54 km/km ²
Pendiente media del cauce	14.99%

La pendiente media del cauce es denominada de clase moderada según la clasificación utilizada por (Zhicay, 2020), una zona con pendiente muy pronunciada produce que aumente la velocidad del agua por su red hídrica provocando procesos erosivos y arrastre de materiales.

4.4 Caracterización biofísica de la microcuenca del río Naranjo

4.4.1. Precipitación.

La microcuenca del Naranjo presenta una precipitación media anual de 34.48mm encontrándose con un rango que presenta precipitaciones mínimas de 20.92mm y máximas de 36.61mm como se lo puede observar en la figura 32.

Los datos de precipitación fueron registrados por las estaciones ubicadas en los cantones de Girón y Santa Isabel, se tomaron en consideración estas estaciones por la cercanía al área de la microcuenca, dos estaciones se encuentran en Santa Isabel en la parroquia Abdón Calderón y una estación se localiza en la parroquia Girón perteneciente al cantón con el mismo nombre.

Por la ubicación del área de estudio que pertenece en su mayor porcentaje al cantón Santa Isabel parroquia Abdón Calderón y al estar ubicadas dos de las tres estaciones meteorológicas en esta parroquia se realizó un análisis con los datos informativos que nos presenta el plan de ordenamiento de dicha parroquia.

El grupo consultor del plan ordenamiento de la parroquia Abdón Calderón nos presenta una clasificación de rangos de precipitaciones con su respectiva descripción presentes en su área de acuerdo a las precipitaciones captadas por la estación meteorológica del INAMHI denominada Santa Isabel INAMHI perteneciente al código M0032.

Tabla 25: Rango y descripción de las precipitaciones

Rango(mm)	Descripción
<16.6	Insuficiente
16.6-41.6	Escasas
41.6-83.3	Suficientes
83.3-166.6	Abundantes
>166.6	Excesivas

Fuente: (GAD Abdón Calderón-La Unión, 2015)

De acuerdo a esta clasificación la microcuenca del río Naranjo presenta precipitaciones denominadas escasas, cabe recalcar que por su ubicación geográfica esta zona cuenta con una época seca y una estación lluviosa al año, el periodo de enero a mayo son considerados meses lluviosos y de junio a diciembre meses secos presentando pocas precipitaciones (GAD Santa Isabel, 2015).

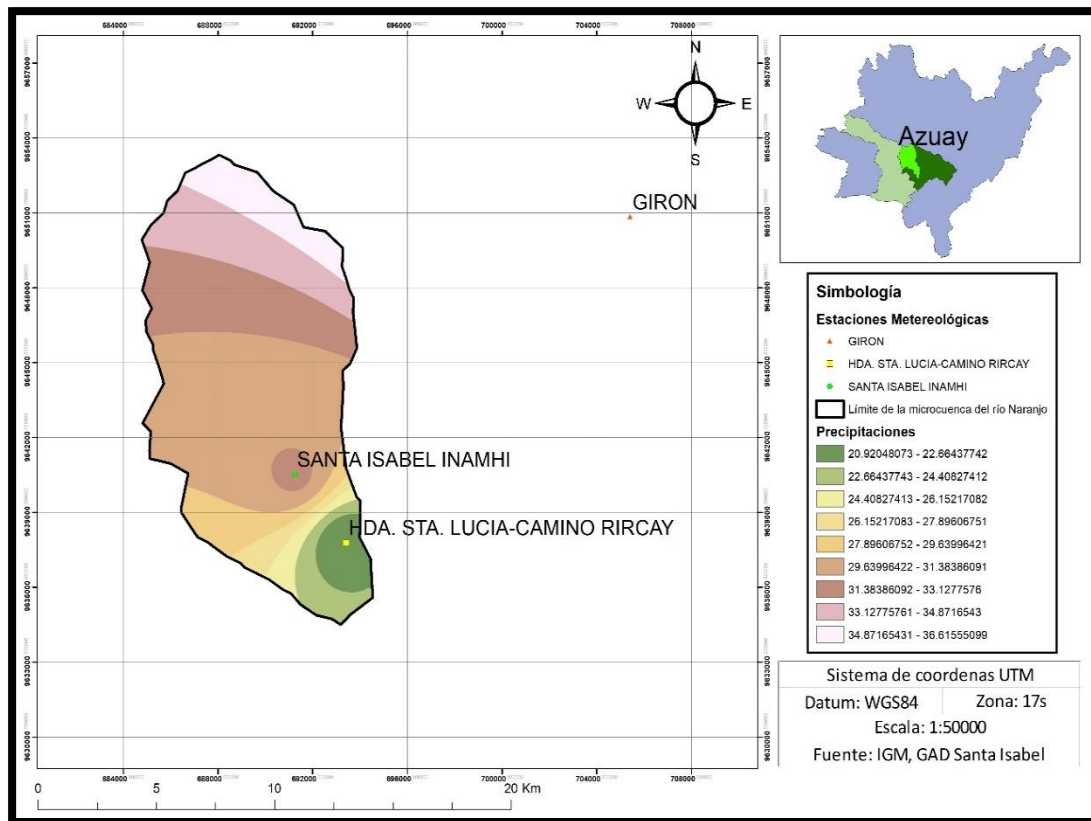


Figura 32: Mapa de Isoyetas de la microcuenca del río Naranjo

4.4.2. Temperatura.

El cantón de Santa Isabel conjuntamente con sus parroquias presenta temperaturas promedio anuales en su territorio que oscilan entre los 12 y 23°C dependiendo de la época del año, estos rangos de temperatura están presentes en época veraniega ya que en época invernal se puede notar un descenso brusco de temperatura (GAD Santa Isabel, 2015).

De acuerdo a (Juca, 2011), el cantón de Santa Isabel presenta temperaturas de 2°C a 16°C en su parroquia de Zhaglli, en los páramos o partes altas de la misma parroquia la temperatura desciende presentando promedios que van desde los 2°C hasta los 4°C, a medida que se desciende del lugar la temperatura aumenta, en sus parroquias Santa Isabel, Cañaribamba y Abdón Calderón su temperatura es completamente diferente situando rangos de temperatura que van desde los 12°C hasta los 23°C.

Según el mapa de isotermas perteneciente a la microcuenca del río Naranjo que lo podemos observar en la figura 12, la zona que presenta mayor temperatura se encuentra en la parte baja de la microcuenca con rangos situados entre los 18 y 20 °C, lo contrario sucede en la parte alta de la microcuenca que presenta temperaturas que oscila entre los 8 y los 10 °C, lo que concuerda con lo dicho por (Bravo, 2019), la temperatura varía de acuerdo a la altura”, la temperatura promedio de la microcuenca del río Naranjo se encuentra en los 14°C

resultado que coincide con el estudio realizado por (Juca, 2011) quien determina que la parroquia Abdón Calderón (parroquia con mayor incidencia en la microcuenca del río Naranjo) posee un clima subtropical que registra datos de 14°C a 22°C dependiendo de la ubicación registrada, ciertas comunidades presentan rangos promedios situados entre los 16°C a los 18 °C, en el caso del centro parroquial la temperatura oscila entre los 20°C a los 22°C sector con mayor temperatura registrado.

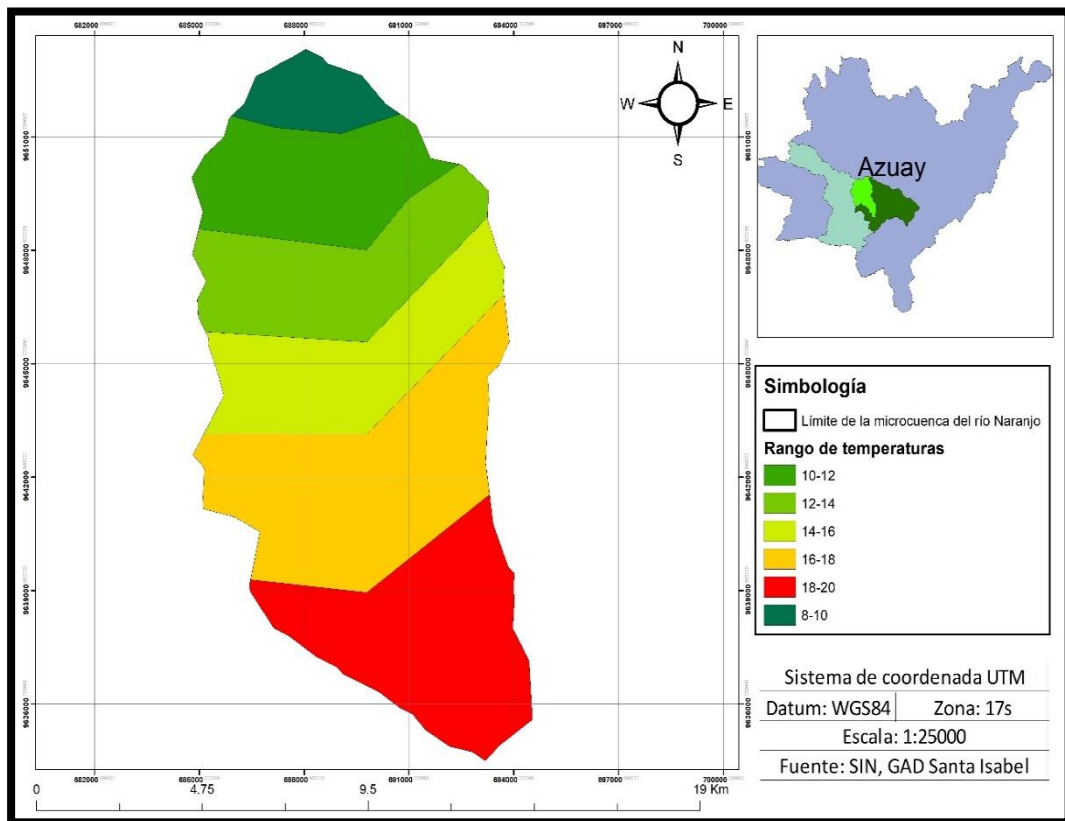


Figura 33: Mapa de isotermas de la microcuenca del río Naranjo

4.4.3. Zonas climáticas.

La provincia del Azuay se localiza situada en una región geográfica especial por tal motivo el clima dentro de la provincia varía en cada uno de sus cantones, esta variación se da por componentes como su altitud y ubicación o directamente el dominio del régimen del Pacífico o el Amazónico (Juca, 2011).

Existe variedad de climas en la provincia del Azuay los cuales son determinados por la existencia de zonas variadas que van desde un páramo, un desierto, un bosque seco y hasta un bosque húmedo entre otros. Esta variación de zonas presentes en la provincia da origen a la existencia de 7 tipos de climas con características diferentes entre ellos se encuentran: Ecuatorial Mesotérmico, Ecuatorial de Alta Montaña, Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo,

Tropical Megatérmico Semi-Húmedo, Tropical Megatérmico Seco, Tropical Megatérmico Húmedo, Nieval, Ecuatorial Mesotermico Seco (Juca, 2011).

Con el procedimiento realizado se pudo determinar la existencia de 3 tipos de climas dentro del área que delimita a la microcuenca del río Naranjo teniendo mayor presencia sobre la misma el clima de tipo Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo ocupando un 62 % del espacio total de la microcuenca como se puede poner atención en la figura 35. Esto se da debido a que el cantón de Santa Isabel exhibe un relieve de forma anormal con variaciones de su clima que va comenzando en el frío ubicado en las partes más altas denominadas páramos hasta un clima cálido que se da en las riberas del río Jubones (Juca, 2011).

Este tipo de clima concuerda con los climas presentes en el cantón de Santa Isabel que según datos del (GAD Santa Isabel, 2015) el clima de tipo Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo es el que predomina en su área ocupando un porcentaje del 48% del total de área del cantón, de la misma manera en el Azuay el tipo de clima que prepondera es el Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo abarcando alrededor del 50 % del total de su área (Juca, 2011).

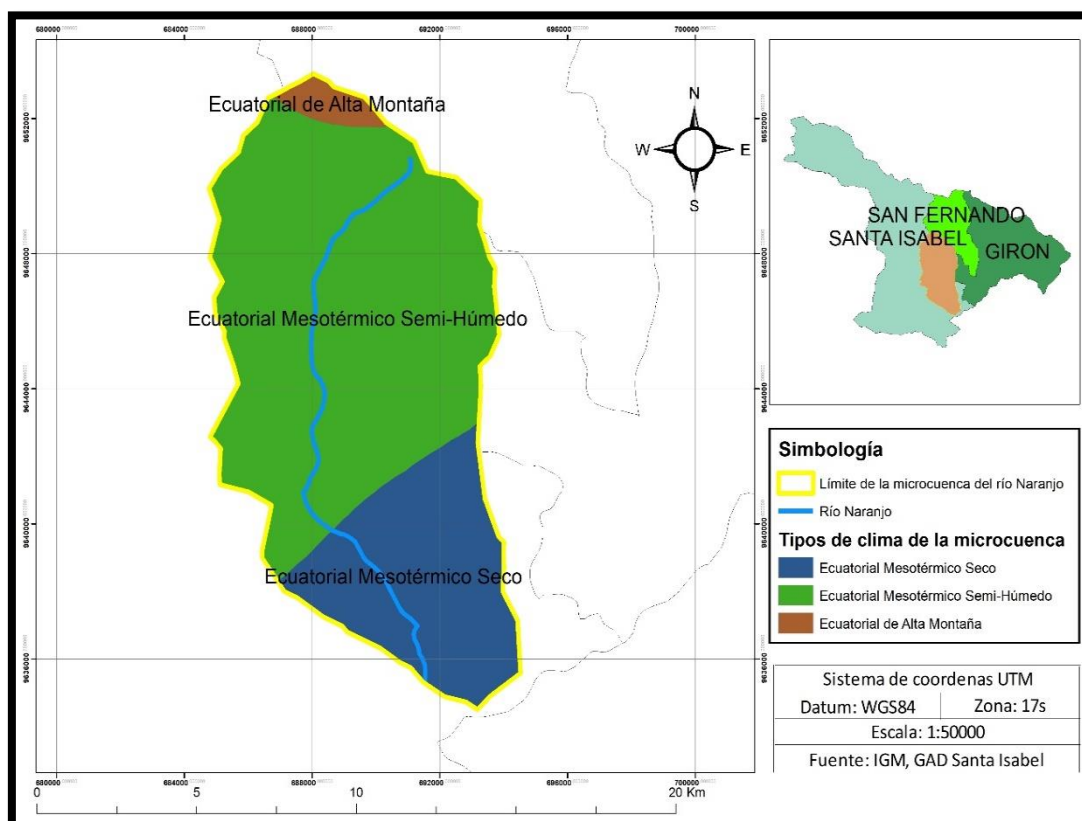


Figura 34: Mapa de zonas climáticas de la microcuenca del río Naranjo

4.4.4. Geología.

El Ecuador está expuesto a una variedad de fenómenos de carácter natural por su situación geográfica y geológica, estos fenómenos se convierten en peligro para realizar actividades de desarrollo, planificación y utilización adecuada del territorio (Vélez, 2012).

Las formaciones que más territorio abarcan en la provincia del Azuay son las que pertenecen a los periodos Terciario y Cuaternario (Vélez, 2012) similar a los resultados derivados en el presente estudio. (Juca, 2011) argumenta en su estudio que el Cantón de Santa Isabel posee formaciones pertenecientes generalmente a los ciclos Cuaternario, Cretácico, Oligoceno, Mioceno, Eoceno, Paleozoico Devónico y Plioceno, presentando formas irregulares, diferentes e inclinadas fruto del acopio por arrastre de materiales directos de coluviales y aluviales.

Según el análisis realizado, la microcuenca del río Naranjo presenta formaciones geológicas que surgieron en el periodo terciario y cuaternario, formaciones como la de Saraguro, Tarqui y Ayancay respectivamente son las que se encuentran presentes en el área total de la microcuenca sobresaliendo entre estas la formación Saraguro que abarca un porcentaje del 48% del área de la microcuenca.

Según los resultados obtenidos por (Juca, 2011) el cantón de Santa Isabel se encuentra dividido en tres diferentes zonas por estar puesto en los declives de la cordillera de los andes, la primera zona se forma principalmente por depósitos de inicio coluvial y aluvial que se sitúan en los márgenes del río Naranjo. Con los resultados de nuestro análisis podemos corroborar esta información (ver figura 35), depósitos de origen aluvial y coluvial son los que se encuentran presentes a orillas del río Naranjo ocupando porcentajes considerables que se los puede analizar en la tabla 26. La zona media y alta del Cantón Santa Isabel está conformada por depósitos que descienden a los ríos Ricay y Jubones respectivamente "Subcuenca Hidrográfica y Cuenca Hidrográfica de nuestro sistema", estas zonas presentan suelos profundos moderadamente de texturas tipo arcilloso y franco arcilloso con condiciones de excelente drenaje.

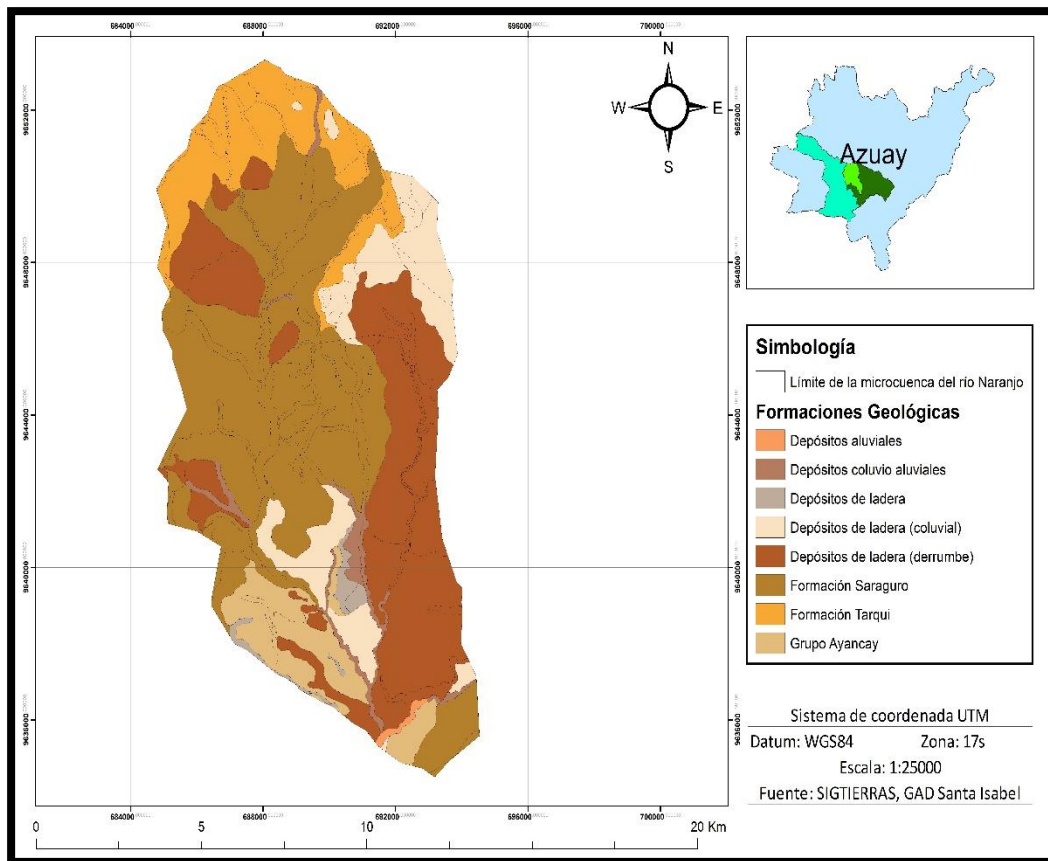


Figura 35: Formaciones geológicas presentes en la microcuenca del río Naranjo

A continuación, en la tabla 25 podemos observar los resultados generados con el procedimiento mencionado en el capítulo anterior. Los resultados presentados son el tipo de formación geológica con su respectiva área y porcentaje que ocupa dentro del territorio de la microcuenca.

Tabla 26: Formaciones geológicas % de áreas en la microcuenca del río Naranjo

Formación	Área (km ²)	Porcentaje
Depósitos aluviales	0.35	0.3%
Depósitos coluvio aluviales	3.14	2.5%
Depósitos de ladera	1.44	1.1%
Depósitos de ladera (coluvial)	13.41	10.7%
Depósitos de ladera (derrumbe)	34.50	27.6%
Formación Saraguro	48.91	39.1%
Formación Tarqui	15.03	12.0%
Grupo Ayancay	8.36	6.7%

4.4.5. Tipos de suelo.

En la figura 37 podemos prestar atención el tipo de suelos existentes en la microcuenca del río naranjo, con un porcentaje del 36% el tipo de suelo sobresaliente de la microcuenca es el de tipo Vertisol con un área que cubre los 45.56 km² del área total, seguido con un 33% se encuentra el suelo de tipo Inceptisol que abarca un área de 42.57 km². Dicha clasificación se da siguiendo la clasificación de la Soil Taxonomy utilizada por (SIGTIERRAS, 2016)

(Borja, 2014) argumenta en su estudio que el origen de la existencia de los suelos en nuestro país están dados por tres grupos generalmente, los aluviales que son hechos sobre los materiales sedimentados recientes, los que se desarrollan sobre cenizas de origen volcánico y los que son formados a partir de la roca madre.

El Procedimiento Americano de Taxonomía de Suelos (Soil Taxonomy) clasifica a los mismos en 12 órdenes diferentes de suelos que poseen características específicas que se diversifican por la ausencia o presencia de ciertos horizontes, en el Ecuador se puede observar la presencia tan solo de 8 órdenes en lo que respecta a su área total, Vertisoles, Entisoles, Oxisoles, Aridisoles, Mollisoles, Inceptisoles, Histosoles e Alfisoles. Los tipos de suelos existentes manteniendo predominancia los suelos Inceptisoles que ocupan un 70.75% del área total del país (Borja, 2014).

Los resultados presentados por (Faicán & Galán, 2011) se asemejan a los obtenidos en nuestro estudio, según su análisis Abdón Calderón (parroquia con mayor incidencia en la microcuenca del río Naranjo) posee 4 tipos de suelos; Alfisol, Entisol, Inceptisol y Vertisol siendo este último el que mayor incidencia tiene sobre el área de la parroquia tal y como se lo determino en el área de la microcuenca.

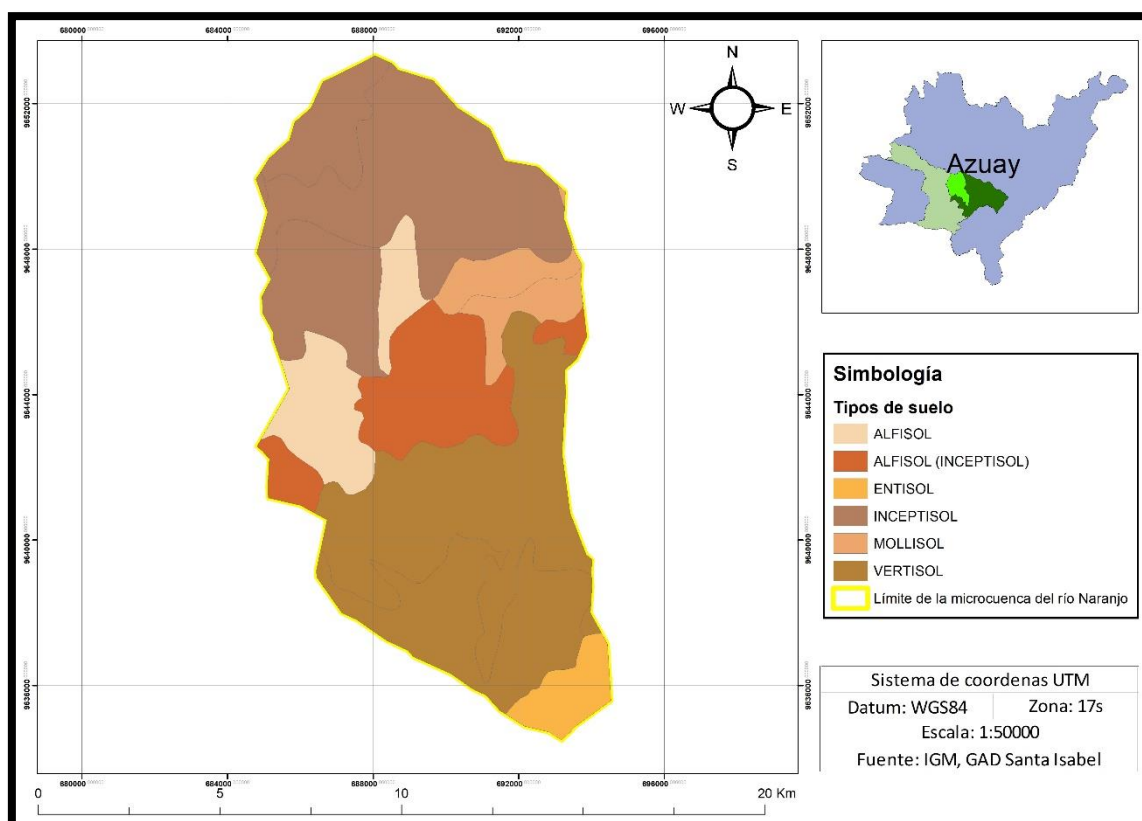


Figura 36: Mapa de tipos de suelo de la microcuenca del río Naranjo

Tabla 27: Áreas y porcentajes de los tipos de suelos (Microcuenca del río Naranjo)

Tipo de suelo	Área Km ²	Porcentaje %
Alfisol	10.99	9%
Mollisol	7.15	6%
Alfisol (Inceptisol)	15.75	13%
Vertisol	45.56	36%
Entisol	4.24	3%
Inceptisol	41.57	33%

4.4.6. Pendiente del suelo.

Los resultados presentados a continuación son realizados en base a la clasificación que utiliza La SEMPLADES la cual clasifica las diferentes pendientes en 10 rangos distintos dependiendo de su porcentaje de inclinación o relieve que va desde una pendiente plana a una pendiente abrupta que es igual o mayor al 200%

La microcuenca del río Naranjo presenta relieves variados dependiendo de su zona de análisis, entre las pendientes que más sobresalen en el territorio son las denominadas como

Muy suave” presentes en la parte Sur de la microcuenca denominada como cuenca baja (ver figura 37), esta denominación ocupa un territorio del 20% del área total de la microcuenca, seguidamente con un porcentaje del 20 % del área total se encuentra predominando las pendientes denominadas como “Suaves” abarcando territorios pertenecientes a cuenca alta y media. La zona noroeste de la microcuenca presenta pendientes muy pronunciadas que sobrepasan el 70% de inclinación denominadas como “Muy Fuerte” estas zonas se consideran nulas para actividades agrícolas, (Ramírez, 2015) recomienda implementar actividades forestales, de protección y conservación en zonas con pendientes que superen el 70% de inclinación.

En la tabla 28 podemos apreciar de mejor manera cada uno de los relieves presentes en la microcuenca del río naranjo con su respectivo rango, área, porcentaje y descripción.

Los relieves que presentan un porcentaje entre el 0% y el 40% son considerados aptos para actividades agropecuarias que no presentan problema alguno en las partes más bajas o consideradas planas, mientras el porcentaje de pendiente va aumentados las zonas siguen considerándose aptas para este tipo de actividades pero presentado ligeras limitaciones tal es el caso para los relieves ubicados entre el 5% y el 12%, zonas en las cuales ya es necesario aplicar el criterio técnico para desarrollar algún tipo de actividad agropecuaria, las zonas con relieves que van del 12% al 40% se consideran zonas con fuertes limitaciones para generar actividades agrícolas ya que en este tipo de relieves los suelos son propensos a sufrir erosión hídrica y eólica afectando a estas actividades (Ramírez, 2015).

Si analizamos los resultados obtenidos podemos determinar que en el 79% del territorio de la microcuenca del río Naranjo es apto para realizar actividades agrícolas, de este territorio tan solo en el 32 % se podría trabajar sin presentar problema alguno o que exista algún tipo de limitación, el resto de territorio es considerado como apto para este tipo de actividades, pero presentando limitaciones que son considerados como problemas.

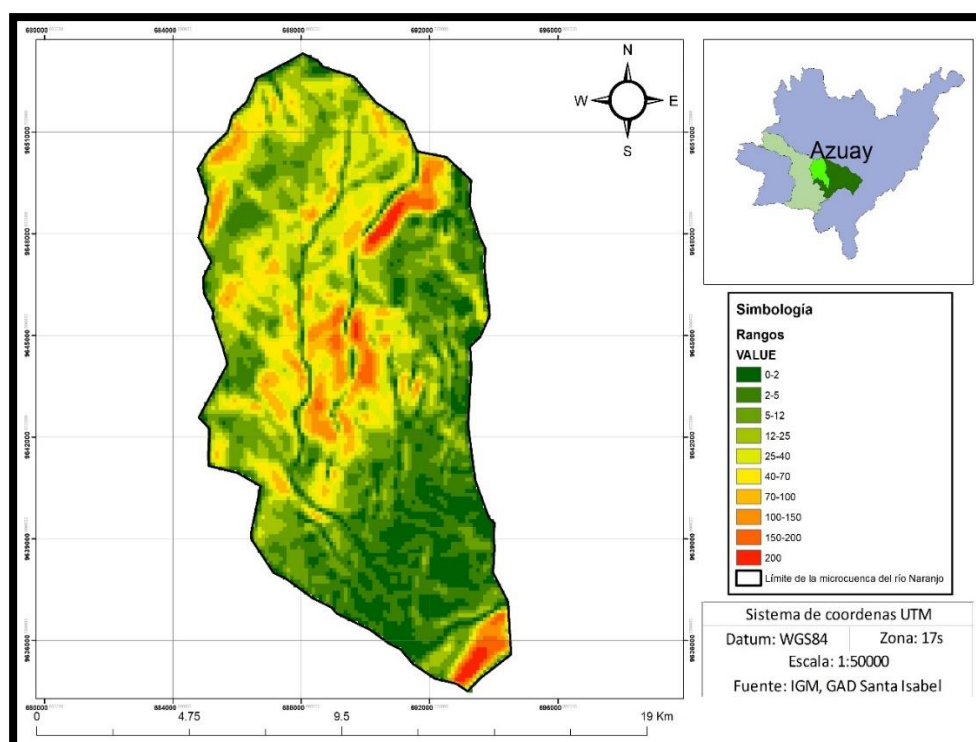


Figura 37: Mapa de pendientes de la microcuenca del río Naranjo

Tabla 28 Porcentaje de áreas de pendientes (Microcuenca del río Naranjo)

Rango %	Descripción	Área km ²	Porcentaje %
0-2	Plana	14.8743545	12%
2-5	Muy suave	24.8236725	20%
5-12	Suave	23.3598077	19%
12-25	Media	18.8193459	15%
25-40	Media fuerte	16.7972277	13%
40-70	Fuerte	12.8770475	10%
70-100	Muy fuerte	6.84790965	5%
100-150	Escarpada	3.94499143	3%
150-200	Muy escarpada	2.03452388	2%
≥200	Abrupta	0.89320561	1%

4.4.7. Uso del suelo y cobertura vegetal.

Mediante el proceso generado en el software ArcGIS 10.3 en la figura 39 podemos observar el tipo de cobertura vegetal presente la microcuenca del río naranjo, con el 33.27% del área total de estudio la vegetación arbustiva es la que predomina como cobertura vegetal del sector, también posee un porcentaje elevado la cobertura de tipo pastizal presentando

un porcentaje del 31.82% del área total, estos datos los podemos ratificar en la tabla 29 en la cual encontraremos todos los especímenes de cobertura vegetal que presenta la microcuenca en estudio.

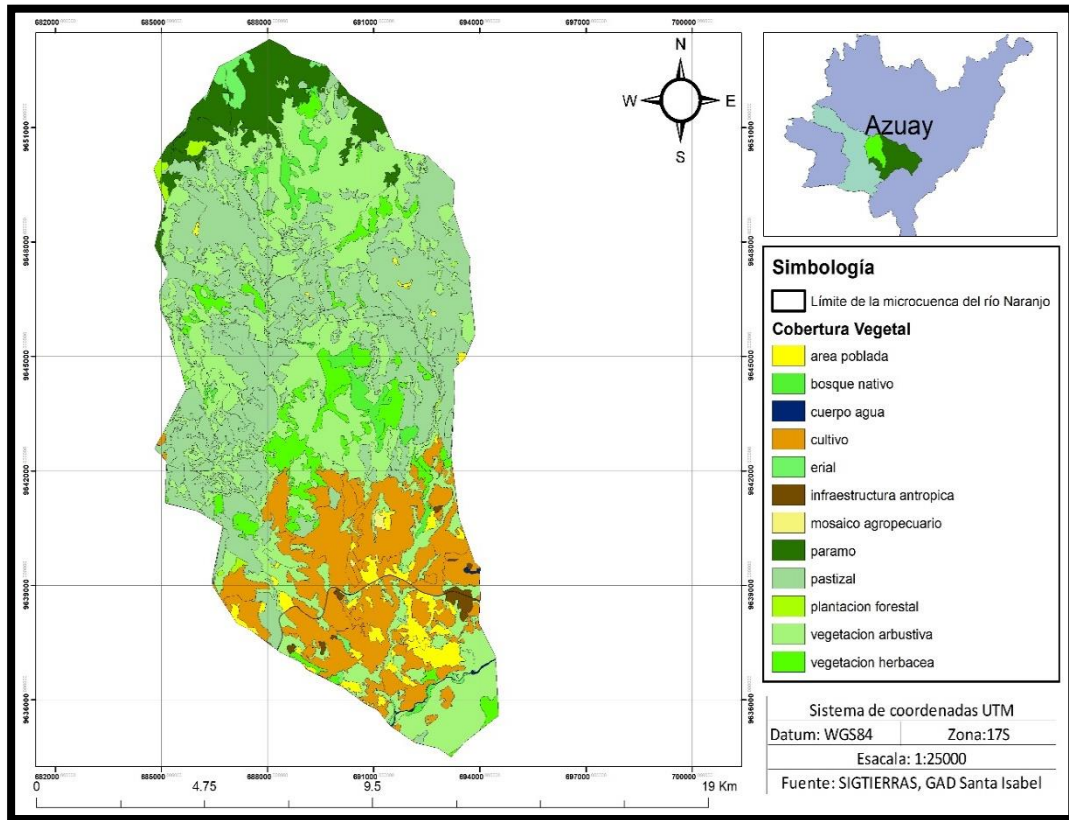


Figura 38: Mapa de uso actual del suelo de la microcuenca del río Naranjo

Tabla 29: Porcentaje de cobertura vegetal presente en la microcuenca del río Naranjo

Cobertura Vegetal	Área (Km ²)	Porcentaje
Cultivo	19.90	15.96%
Bosque nativo	2.79	2.24%
Vegetación herbácea	7.37	5.91%
Vegetación arbustiva	41.49	33.27%
Paramo	7.29	5.85%
Área poblada	3.65	2.93%
Plantación forestal	0.54	0.43%
Pastizal	39.68	31.82%
Erial	1.12	0.90%
Infraestructura antrópica	0.72	0.58%
Cuerpo agua	0.14	0.11%

Según los datos generados que podemos analizarlos en la tabla 29 el uso mayoritario que se le da a la tierra de la microcuenca del río naranjo es la siembra de pasto o pasto cultivado como se lo denomina en su respectivo mapa, ocupando el 31.69% del área de la microcuenca los pastos cultivados son los que mayor porcentaje de área acumulan dentro de su clasificación, según podemos observar en la figura 40 este tipo de uso de suelo se da en su gran mayoría en la fracción alta y media de la microcuenca, en estas zonas también podemos observar la presencia abrumadora de vegetación arbustiva húmeda cubriendo un área total del 24.47% de territorio.

Realizando un análisis con los datos que nos entregan los planes de ordenamiento territorial o PDOT de las parroquias a las que pertenece la microcuenca, se puede constatar que la presencia de cultivos en la zona es muy elevada encontrándose entre ellos principalmente cultivos de caña de azúcar, pastos para zonas ganaderas y cultivos de ciclo corto como lo son sembríos de frejol, habas, papas entre otros. (Faicán & Galán, 2011) concluyen en su estudio que la zona de la parroquia Abdón Calderón posee tierras muy fértiles que presentan variedad de cultivos entre ellos principalmente los de caña de azúcar, argumentando que es una actividad a la que se dedican muchos pobladores de la zona.

(Robles, 2016) argumenta que en el cantón Santa Isabel no existen datos específicos de la distribución del uso del suelo, los productores generalmente utilizan sus cultivos para el consumo familiar y venta en mercados minoristas.

El sector agrícola perteneciente al cantón Santa Isabel aporta con el 19% de la producción total a la provincia del Azuay (Robles, 2016).

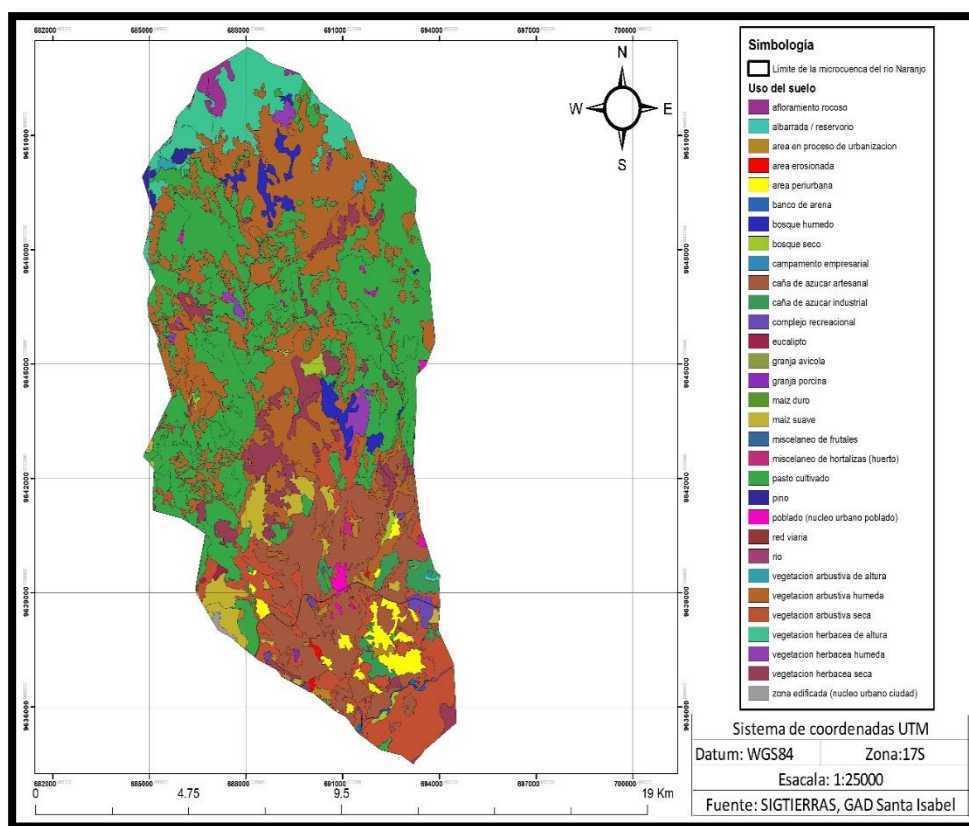


Figura 39: Mapa de tipos de uso de suelo de la microcuenca del río Naranjo

Tabla 30: Porcentajes del área según el uso del suelo de la microcuenca del río Naranjo

Tipo de uso	Área (Km ²)	Porcentaje
Afloramiento rocoso	0.84	0.67%
Albarrada / reservorio	0.05	0.04%
Área en proceso de urbanización	0.74	0.59%
Área erosionada	0.13	0.11%
Área periurbana	2.21	1.77%
Banco de arena	0.14	0.12%
Bosque húmedo	2.16	1.72%
Bosque seco	0.64	0.51%
Campamento empresarial	0.02	0.01%
Caña de azúcar artesanal	15.08	12.04%
Caña de azúcar industrial	1.87	1.49%
Complejo recreacional	0.52	0.42%
Eucalipto	0.11	0.09%
Granja avícola	0.03	0.02%
Granja porcina	0.04	0.03%
Maíz duro	0.06	0.05%

Maíz suave	3.27	2.61%
Misceláneo de frutales	0.02	0.01%
Misceláneo de hortalizas (huerto)	0.11	0.09%
Pasto cultivado	39.68	31.69%
Pino	0.43	0.35%
Poblado (núcleo urbano poblado)	0.55	0.44%
Red viaria	0.11	0.09%
Río	0.09	0.07%
Vegetación arbustiva de altura	0.30	0.24%
Vegetación arbustiva húmeda	30.64	24.47%
Vegetación arbustiva seca	10.85	8.66%
Vegetación herbácea de altura	6.99	5.59%
Vegetación herbácea húmeda	1.23	0.98%
Vegetación herbácea seca	6.14	4.90%
Zona edificada (núcleo urbano ciudad)	0.15	0.12%

4.4.8. Uso potencial del suelo.

La clasificación que se le da al suelo según su uso potencial nos demuestra o nos entrega la capacidad que tienen los mismos para que se pueda realizar actividades agro productivas en su zona o área, toda clasificación es distinta ya que siempre va a basarse en las peculiaridades económicas, sociales y políticas de la zona en la cual se esté llevando el estudio (Albarracín, 2019).

En la figura 20 podemos observar las distintas clases de suelos existentes en la superficie de la microcuenca del río Naranjo, pudiendo denotar la predominancia de la clase VII con un porcentaje total de 39.77% del total del área de la microcuenca, seguida de la clase VIII con un 31.86%, estos datos los podemos observar en la tabla 23. El (GAD Santa Isabel, 2015) argumenta que las tierras que pertenecen a la clase VII no son consideradas aptas para actividades agrícolas dentro del cantón de Santa Isabel ya que son suelos que presentan problemas de erosión y poseen pendiente que van desde el 25 al 50%, esto lo podemos corroborar con la figura 38 que presenta pendientes de los rangos antes mencionados en la banda de cuenca alta y media. Así mismo (Ramírez, 2015), explica que los suelos que poseen pendientes que presentan inclinaciones del 40% comúnmente presentan problemas de erosión hídrica y eólica convirtiéndoles en suelos no aptos para actividades agrícolas.

Tabla 31: Suelos presentes en la microcuenca del río Naranjo

Clase	Área (Km ²)	Porcentaje
III	0.31	0.25%
IV	7.61	6.08%
V	1.42	1.13%
VI	16.23	12.97%
VII	49.78	39.77%
VIII	39.88	31.86%
Tierras misceláneas	9.58	0.28%
No aplicable	0.35	7.66%

(Albarracín, 2019), consideradas tierras Misceláneas a los suelos con índices elevados de erosión que por sus características físicas y naturales son inservibles para desarrollar cultivos o sembríos en sus zonas, convirtiéndose de esta manera en suelos económicamente no productivos o no rentables, entre estas zonas se encuentran los taludes y afloramientos rocosos comúnmente. Las denominadas tierras Misceláneas pueden ser afloramientos rocosos, dunas, depósitos aluviales, playas, lagunas, ríos, lagos entre otros.(S. Fadda & De Ullivarri, 2017). Si observamos la figura 41 y la comparamos con la figura 31 podemos determinar que las tierras Misceláneas presentes en el territorio de la microcuenca del río naranjo pertenecen a la red hídrica de la misma que abarca cuenca alta media y baja.

La clase denominada como “No Aplicable” considera a los espacios que poseen centros poblados, cuerpos de agua y facetas de terrenos que están intervenidas para otras finalidades (Albarracín, 2019). Este resultado se ve reflejado en la porción media de la microcuenca del río Naranjo (ver figura 40)

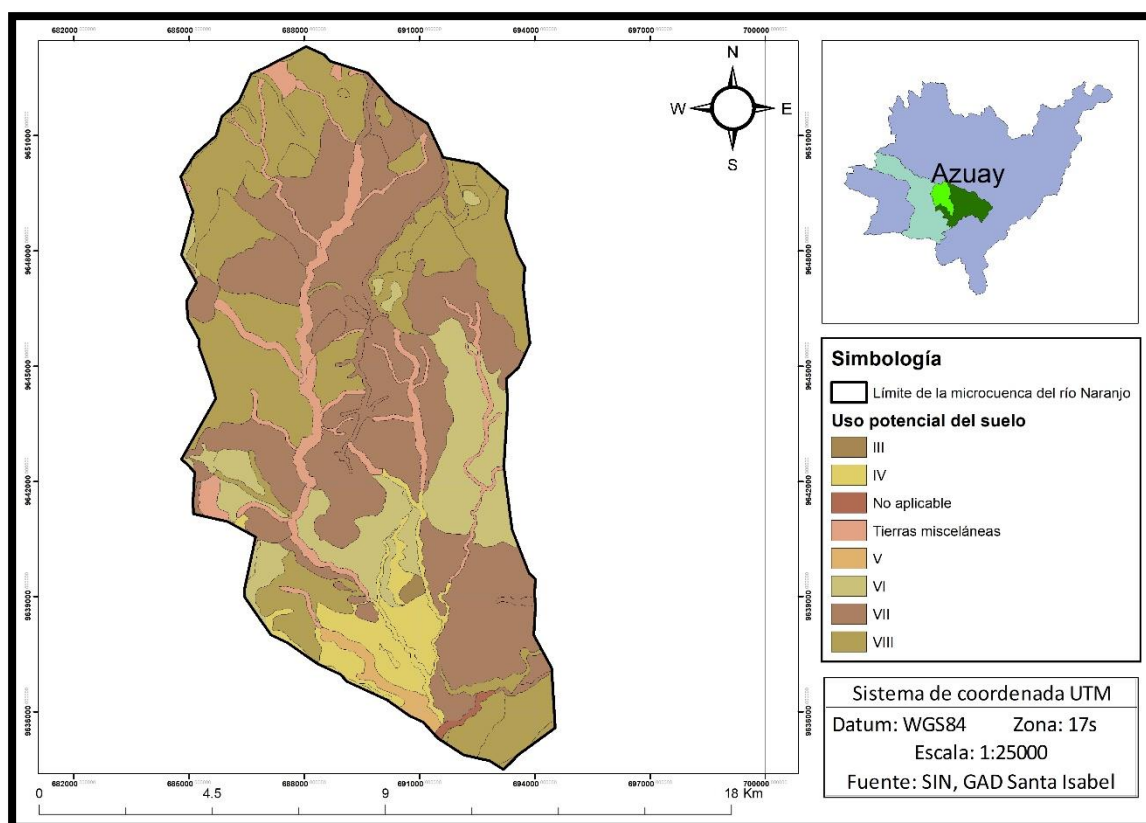


Figura 40: Mapa de uso potencial del suelo de la microcuenca del río Naranjo

4.4.9. Erosión del suelo.

El 78% del área total de la microcuenca del río Naranjo presenta niveles bajos de susceptibilidad a la erosión, tan solo el 13% del área total presenta un nivel alto de susceptibilidad a la erosión como se lo puede observar en la tabla 24. Esta información se puede corroborar con los resultados obtenidos en el análisis realizado el punto 4.4.6 denominado “Pendiente del suelo” en el cual se obtuvo porcentajes pequeños de superficie que presentan zonas con pendientes entre el 12% y el 40%, zonas a las cuales (Ramírez, 2015) determina como propensas a sufrir procesos erosivos.

En los cantones de Santa Isabel, Girón y San Fernando la presencia de áreas susceptibles a la erosión o erosionadas es notable, el cantón con mayor susceptibilidad a la erosión es el cantón de Santa Isabel que presenta un 24.35% de su área total, la presencia de pendientes pronunciadas en el cantón, su frontera agrícola en proceso de expansión, la pérdida de cobertura vegetal y la explotación ilegal de materiales pétreos son los principales problemas que generan suelos susceptibles a una erosión alta (GAD Santa Isabel, 2015).

Los procesos erosivos del suelo en la parroquia Abdón Calderón se evidencian por el proceso aligerado de urbanización y retaceo de las fracciones fructuosas con fines urbanísticos (Palta, 2014).

En la figura 21 podemos observar la ubicación de las zonas de la microcuenca del río naranjo que poseen alta susceptibilidad a la erosión, en estas zonas el principal problema es la presencia de minería ilegal de materiales pétreos y el cambio de uso del suelo ya que mediante recorridos en la zona se puede constatar la presencia de varias construcciones a lo largo de la parte baja de la microcuenca lo cual genera pérdida de cobertura vegetal y de tal manera genera erosión en el suelo.

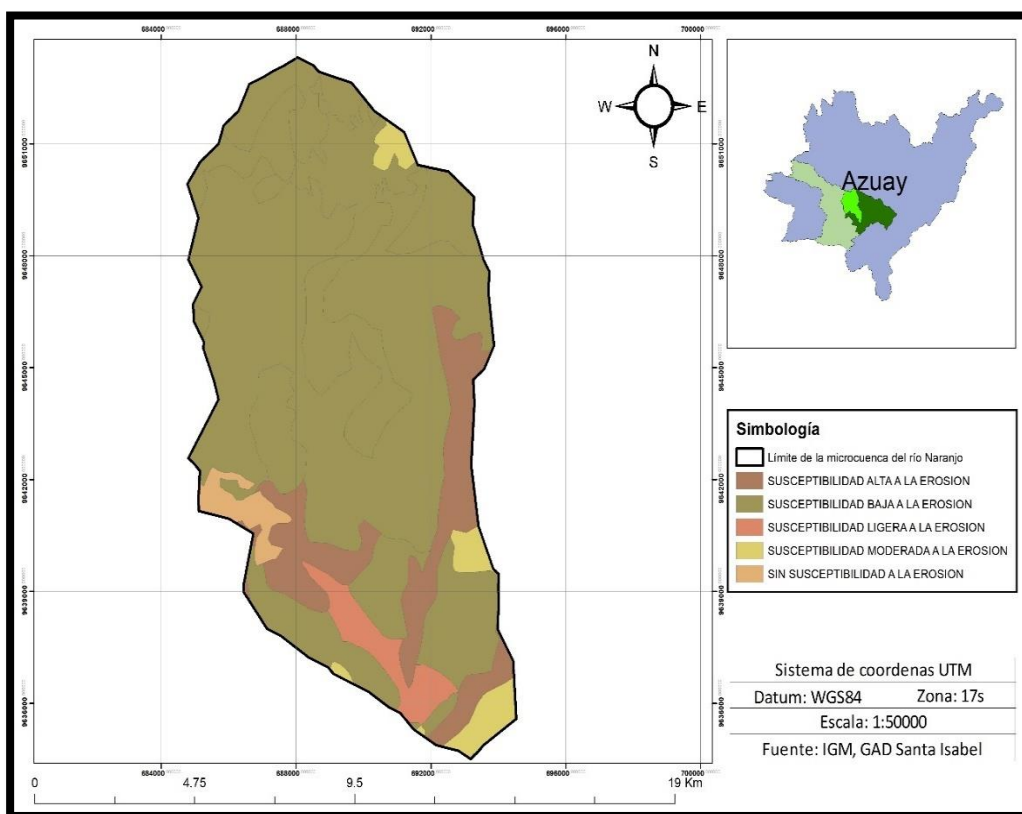


Figura 41: Mapa de susceptibilidad de erosión del suelo (Microcuenca del río Naranjo)

Tabla 32: Susceptibilidad a procesos de erosión (Microcuenca del río Naranjo)

Descripción	Área Km2	Porcentaje
Alta	15.377.165	13%
Baja	94.839.082	78%
Ligera	4.397.808	4%
Moderada	4.224.450	3%
Sin	2.712.855	2%

Según el estudio realizado por (Ramírez, 2015) una zona con susceptibilidad baja a la erosión es aquella que por la combinación en sus características morfométricas,

morfológicas, propiedades físico-químicas de su suelo y el nivel de cobertura vegetal presenta un índice muy bajo de susceptibilidad a ser erosionado.

4.4.10. Conflictos del uso del suelo.

Con el procedimiento realizado podemos observar en la figura 42 que la superficie de la microcuenca del río naranjo se encuentra en porcentaje mayor considerado como un suelo subutilizado abarcando el 43.93% del total del área de la microcuenca, tan solo el 29.13% del territorio se considera como bien utilizado lo que nos indica que solo en esta zona se está dando un adecuado uso del suelo acorde a las características esenciales del uso potencial del suelo existente en la zona.

El porcentaje de suelo de la microcuenca que está siendo explotado de mal manera o considerado como sobre utilizado abarca el 26.77% del área, este suelo en general está sobreexplotado ya que se está aprovechando de los recursos naturales de una manera excesiva lo que provoca que este suelo no soporte la carga existente.

Debemos de tener en cuenta que el porcentaje de suelo subutilizado es mayor al suelo sobre utilizado teniendo de esta manera suelo aun con capacidad alta ya que se está utilizando en cantidades menores a las que puede soportar dicho suelo.

La problemática mayor dentro del cantón Santa Isabel se da por la presencia de concesiones mineras que genera constantes conflictos entre sus pobladores, en el 18% del territorio del cantón se observa la presencia de concesiones mineras ocupando extensiones de terrenos que se encuentran dentro de zonas de páramo y bosques primarios (Robles, 2016).

(Palta, 2014) concluye en su trabajo de investigación que los principales conflictos del uso del suelo en la parroquia Abdón Calderón son los desgastes de áreas agrícolas, reservas ecológicas y sitios o lugares de recreación, ocupación de márgenes de ríos y quebradas que a lo largo del tiempo han causado procesos de degradación y pérdida de la fertilidad en sus suelos.

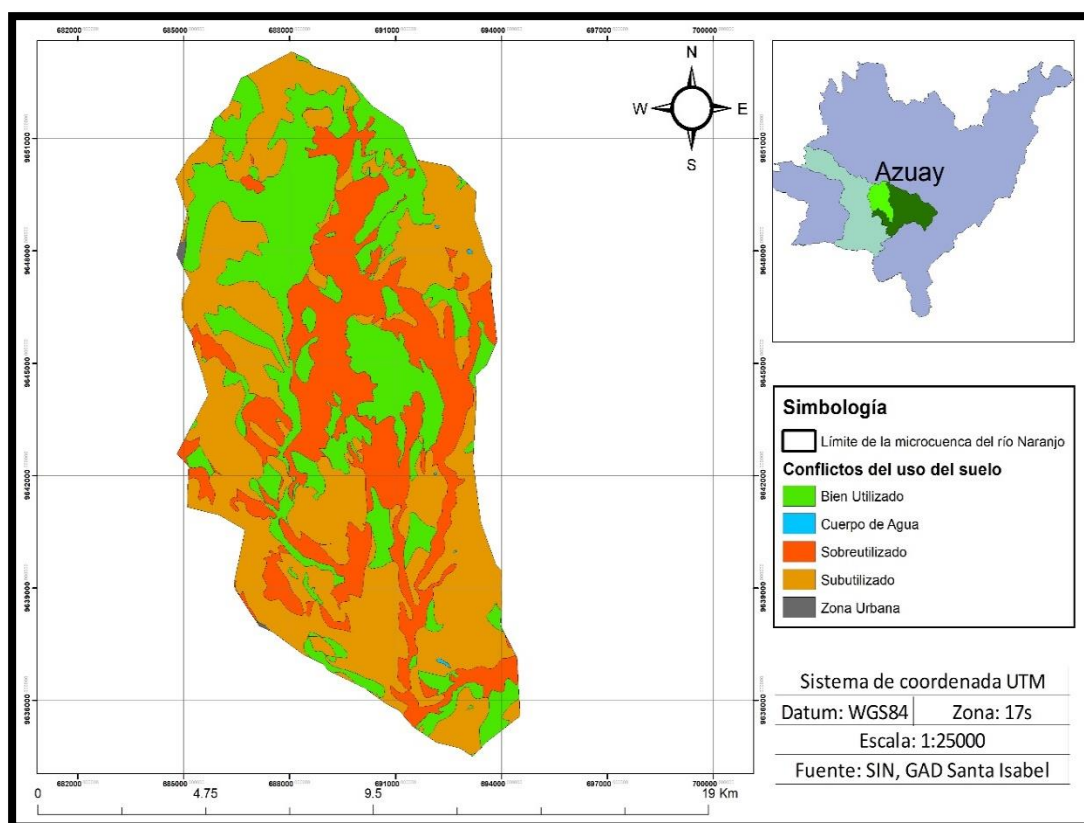


Figura 42: Mapa de conflictos del uso del suelo en la microcuenca del río Naranjo

Tabla 33: Área y porcentaje de las zonas con conflictos de uso del suelo

Conflicto	Área (Km ²)	Porcentaje
Bien Utilizado	36.48	29.13%
Cuerpo de Agua	0.07	0.05%
Sobre utilizado	33.53	26.77%
Subutilizado	55.02	43.93%
Zona Urbana	0.14	0.11%

4.5 Caracterización socioeconómica y cultural de la microcuenca del río Naranjo

4.5.1. Demografía.

La microcuenca del Naranjo dentro de su perímetro está conformada por 25 centros poblados clasificados en comunidades y caseríos sin registro alguno, pertenecientes a las parroquias de Santa Isabel, Abdón Calderón, Cañaribamba y a la parroquia La Asunción como se puede apreciar en la tabla 35, la urbe total al año 2015 fue de 4458 habitantes, el 72 % de las comunidades y caseríos de la microcuenca pertenecen al cantón Santa Isabel y el 28% forman parte del cantón Girón.

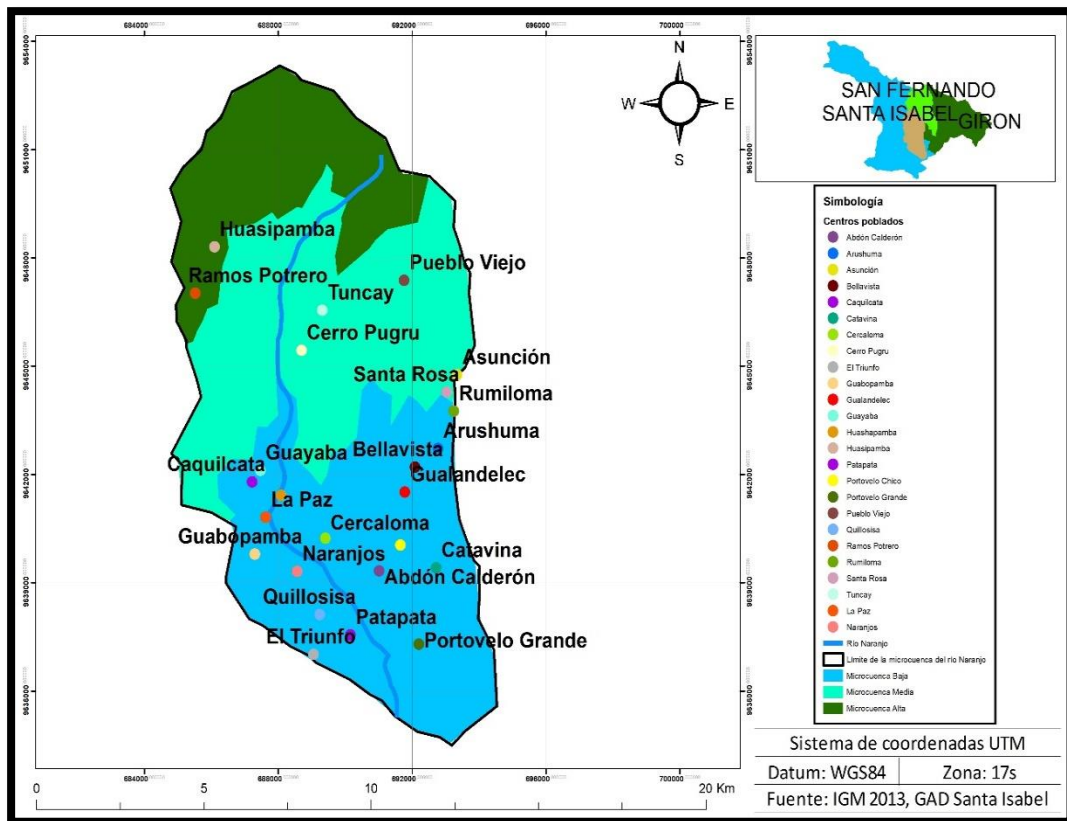


Figura 43: Mapa de ubicación de los centros poblados (Microcuenca del río Naranjo)

Se denominaron caseríos sin registro a los sitios que no están registrados como comunidades en la última actualización de los PDOT o planes de ordenamiento territorial de las parroquias pertenecientes a la microcuenca del río Naranjo, la última actualización de datos de la zona se llevaron a cabo en el año 2014 o 2015 mediante el uso de información del censo realizado en el año 2010 en el cual estas zonas eran desconocidas como comunidades, al parecer estos caseríos no fueron denominados como comunidades ya que se encontraban formando parte de alguna otra comunidad de la cual posteriormente se desmembraron llegando así a constar como un centro poblado según los datos obtenidos por el Instituto Geográfico Militar en el año 2013.

Por este motivo no se encuentran registros del número de habitantes de estos caseríos por lo que se procedió a dejarlos como constancia de su existencia, pero sin registro alguno ya que forman parte esencial de la población de la microcuenca del río Naranjo en la actualidad.

Tabla 34: Centros poblados de la microcuenca del río Naranjo

Cantón	Parroquia	Comunidades	Caseríos sin registro
Santa Isabel	Abdón Calderón	Portovelo Grande	Bellavista
		Abdón Calderón Centro	
		Cataviña	
		Portovelo Chico	
		Cercaloma	
		La paz	
		Naranjos	
		Huashapamba	
		Gualandelec	
	Santa Isabel	Pata Pata	Guabopamba
		Quillosisa	
	Cañaribamba	Guayaba	Caquilcata
		Huasipamba	Ramos Potrero
Carmen de Pijilí		El Triunfo	
Girón	Asunción	Arushuma	Pueblo Viejo
		Rumiloma	
		Santa Rosa	
		Asunción Centro	
		Cerro Pugru	
		Tuncay	

Tabla 35: Población total de la microcuenca del río Naranjo año 2015

Cantón	Parroquia	Comunidades	Población 2015
Santa Isabel	Abdón Calderón	Portovelo Grande	215
		Abdón Calderón Centro	881
		Cataviña	214
		Portovelo Chico	204
		La paz	240
		Naranjos	196
		Cercaloma	304
		Huashapamba	230
		Gualandelec	330
	Santa Isabel	PataPata	No registra datos
		Quillosisa	No registra datos
	Cañaribamba	Guayaba	200
		Huasipamba	200
Girón	Asunción	Arushuma	196
		Rumiloma	428
		Santa Rosa	172
		Asunción Centro	193
		Cerro Pugru	153
		Tuncay	102
Total, de población año 2015			4458

Fuente: (INEC, 2010)

4.5.2. Salud.

En la tabla 28 podemos observar los servicios de salud pública existentes en los cantones de Santa Isabel, Girón y San Fernando, con un total de 10 servicios de salud pública se encuentran situados el 50% en la superficie del cantón Santa Isabel, un 30% en el cantón Girón y un 20 % de estos servicios en el cantón de San Fernando.

Los servicios de salud pública se encuentran divididos en Hospitales Básicos, Centros de Salud tipo A, Subcentros de Salud y Subcentros del Seguro Social Campesino. De estos servicios de salud pública considerados como los más importantes los hospitales básicos podemos encontrarlos situados en el cantón Girón y Santa Isabel específicamente en sus centros cantonales, el cantón de san Fernando no registra hospitales en su territorio sin embargo posee 2 subcentros de salud, 1 ubicado en su centro cantonal y el otro en su parroquia Chumblin, de igual manera podemos observar en la figura 24 la ubicación de

Centros de Salud y Subcentros de Salud dentro del cantón Santa Isabel, Subcentros del Seguro Social Campesino en el cantón Girón, cada uno de estos servicios de salud se encuentra situados en sus diferentes parroquias.

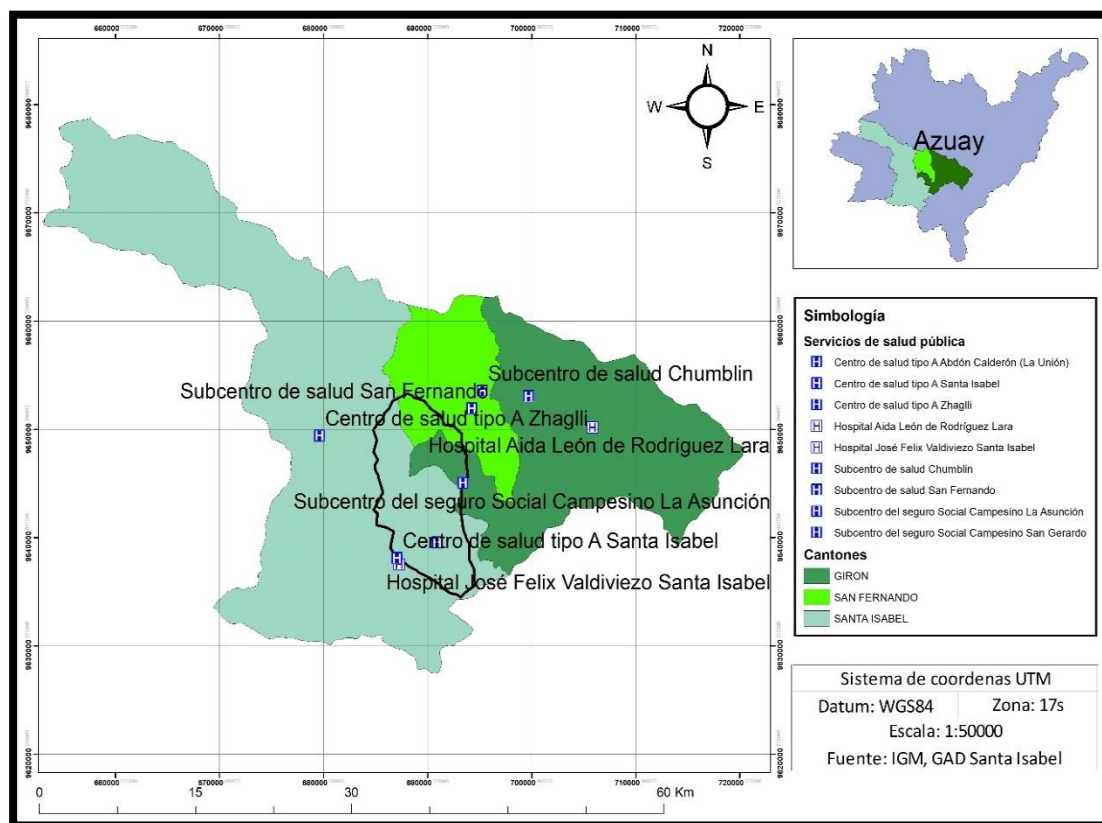


Figura 44: Mapa de los servicios de salud pública de: Girón, San Fernando y Santa Isabel

Dentro del área de estudio podemos encontrar la presencia de dos servicios de salud situados en la parroquia Abdón Calderón y La Asunción respectivamente, la parroquia Abdón Calderón posee un centro de salud del Tipo A que brinda atención a todo tipo de personas sin excepción alguna, la parroquia La Asunción al poseer un Subcentro de Salud del Seguro Social Campesino solo presta servicio de atención a la población que posee registro en el IESS.

Según el (Suplemento del Registro Oficial No. 428, 2015) un Centro de Salud del tipo A esta apto para la atención de una localidad de hasta 10000 personas prestando servicios de desarrollo de la salud, recuperación de la salud, prevención de las enfermedades, cuidados paliativos por ciclos de vida y rehabilitación . Los servicios médicos que brinda un centro de salud de tipo A son: atención y cuidado en medicina y enfermería familiar/general, obstetricia y odontología general, contando en su establecimiento con botiquín y farmacia institucional.

El centro de salud de la parroquia Abdón Calderón abarca 10 de los centros poblados pertenecientes a la microcuenca del río naranjo, dando atención medica al 63.12% de su

población total, el porcentaje de población restante recibe atención médica en los centros y subcentros de salud de diferentes parroquias que se encuentran fuera del espacio de estudio.

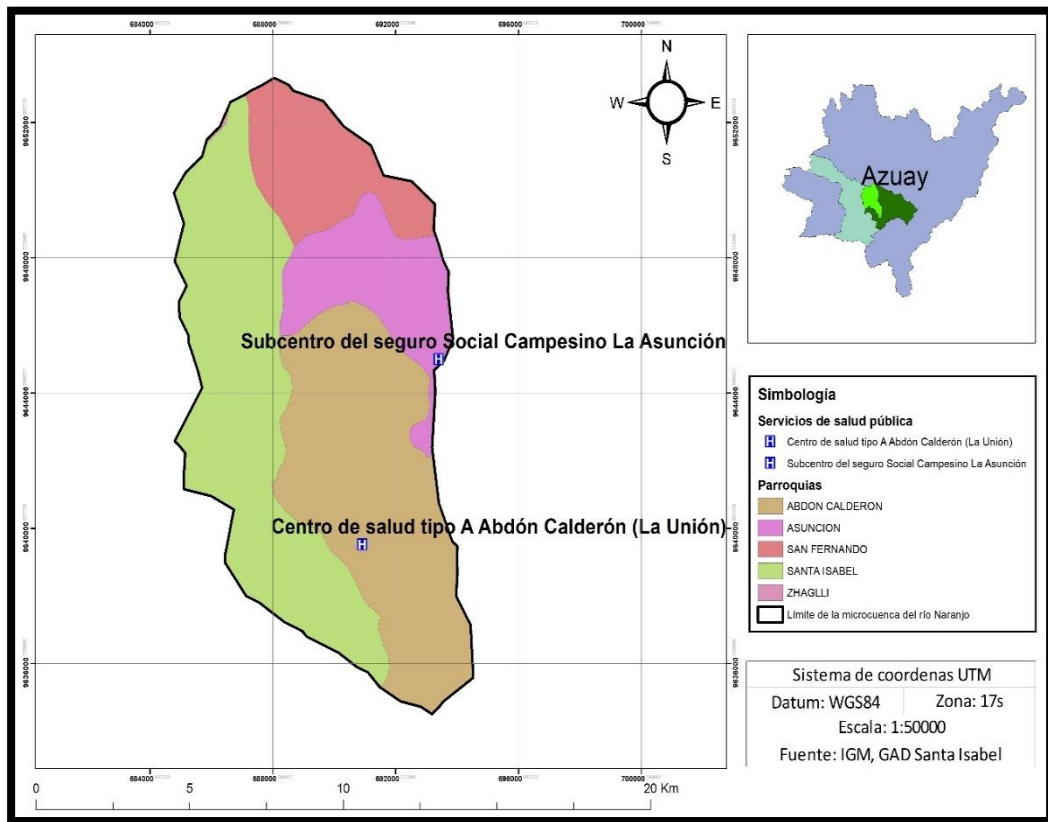


Figura 45: Mapa de los servicios de salud pública de la microcuenca del río Naranjo

Tabla 36: Servicios de salud de los cantones: Santa Isabel, Girón y San Fernando

Servicios de salud					
	Parroquia	Hospital	Centro de salud	Subcentro de salud	Unidad móvil general
	Santa Isabel	Hospital José Félix Valdiviezo	Centro de salud tipo A Santa Isabel		Unidad móvil general UEI
	Santa Isabel	Abdón Calderón	Centro de salud tipo A Abdón Calderón (La Unión)		
		Zhaglli	Centro de salud tipo A		
		Carmen de Pijilí	Centro de salud tipo A		
Cantón	Girón	Hospital Aida León de Rodríguez Lara			
	Girón	La Asunción		Subcentro del seguro Social Campesino	
		San Gerardo		Subcentro del seguro Social Campesino	
	San Fernando	San Fernando		Subcentro de salud	
	Fernando	Chumblín		Subcentro de salud	

Fuente: (GAD La Asunción, 2015), (GAD Santa Isabel, 2015), (GAD San Fernando, 2015)

El informe final del análisis situacional integral de salud del año 2020 (ASIS) realizado por (Guzmán *et al.*, 2020) en la parroquia Abdón Calderón determina que las primeras

orígenes de muertes presentes en la parroquia son de tipo cardiovasculares, problemas gastrointestinales infecciosos, infecciones respiratorias altas, , diarrea y parasitismo.

Los problemas gastrointestinales, diarrea y parasitismo se pueden asociar directamente al consumo de agua de mala calidad, para (Morales & Villagómez, 2013) las enfermedades diarreicas generalmente son producidas por el consumo o ingesta de agua contaminada o de calidad mala.

4.5.3. Educación.

A nivel parroquial la microcuenca del río Naranjo posee 50 centros educativos como lo podemos observar en el anexo 1, presentando un total de 6572 estudiantes en su último año lectivo que corresponde al año 2019-2020.

A nivel de la superficie de la microcuenca se encuentran 10 centros educativos como se le puede apreciar en la figura 26.

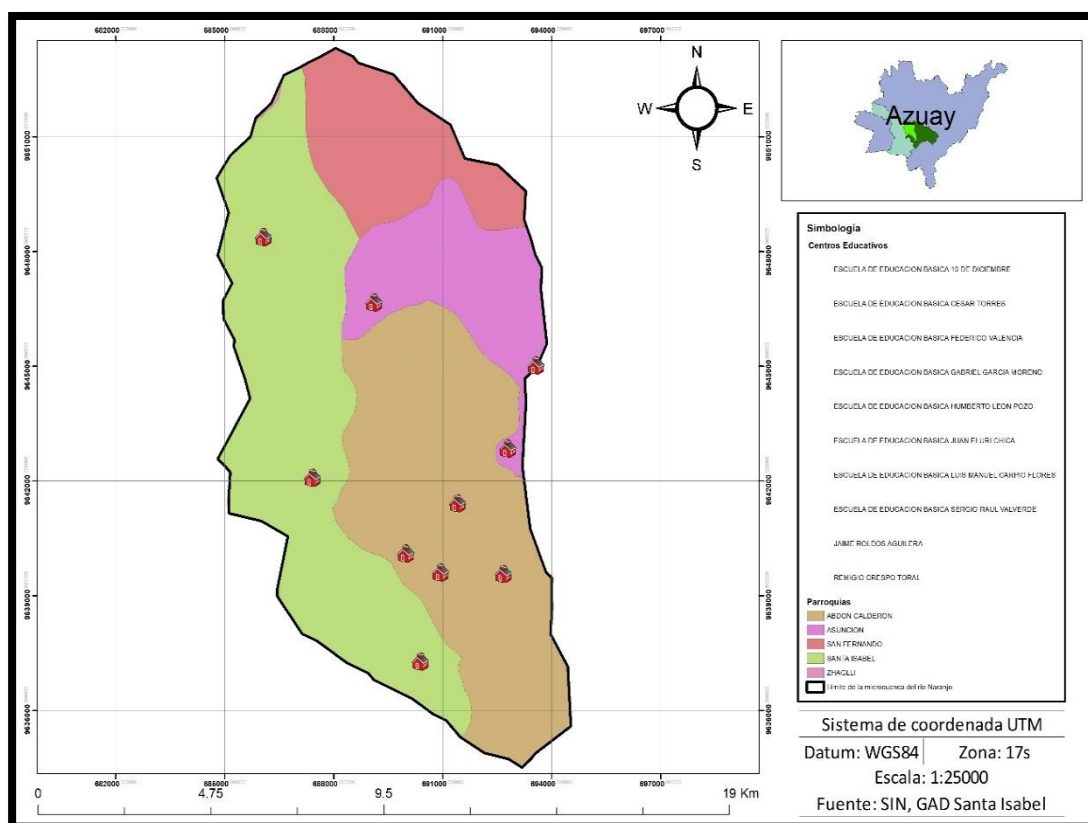


Figura 46: Mapa de ubicación de los centros educativos (Microcuenca del río Naranjo)

Ubicados en 10 de los 23 centros poblados existentes, el sostenimiento de cada uno de estos centros educativos es de carácter fiscal, es decir dependen netamente del estado, en al año lectivo 2019-2020 registro 1555 estudiantes según el último registro administrativo. El

mayor número de estudiantes se encuentran en las instituciones ubicadas en los centros parroquiales de cada uno de los cantones a excepción del cantón San Fernando ya que no posee ningún centro poblado dentro del perímetro de la microcuenca por lo tanto los centros educativos de este cantón quedaron fuera del análisis.

Tabla 37: Centros educativos pertenecientes a la microcuenca del río Naranjo

CANTÓN	PARROQUIA	UNIDAD EDUCATIVA	DIRECCION	NIVEL DE EDUCACION	SOSTENIMIENTO	NUMERO DE ESTUDIANTES
Girón	Asunción	Unidad educativa Remigio Crespo Toral	Centro parroquial	Inicial, Educación Básica y Bachillerato	Fiscal	404
Girón	Asunción	Escuela de educación básica Humberto León Pozo	Tuncay	Educación Básica	Fiscal	25
Girón	Asunción	Escuela de educación básica Luis Manuel Carpio Flores	Caserio Arozhuma	Educación Básica	Fiscal	20
Santa Isabel	Abdón Calderón	Unidad educativa Jaime Roldós Aguilera	La Unión	Inicial, Educación Básica y Bachillerato	Fiscal	965
Santa Isabel	Abdón Calderón	Escuela de educación básica Cesar Torres	Gualdeleg	Educación Básica	Fiscal	17
Santa Isabel	Abdón Calderón	Escuela de educación básica Gabriel García Moreno	Cercaloma	Educación Básica	Fiscal	37
Santa Isabel	Abdón Calderón	Escuela de educación básica Juan Eljuri chica	Cataviña	Educación Básica	Fiscal	3

Santa Isabel	Santa Isabel	Escuela de educación básica 10 de diciembre	Huasipamba (caserio)	Educación Básica	Fiscal	18
Santa Isabel	Santa Isabel	Escuela de educación básica Sergio Raúl Valverde	Comunidad de guayara barrio central de guayara	Educación Básica	Fiscal	48
Santa Isabel	Santa Isabel	Escuela de educación básica Federica Valencia	Caserio pata pata	Educación Básica	Fiscal	18

La tasa de analfabetismo en las parroquias pertenecientes a la microcuenca del río Naranjo es relativamente alta a comparación con la tasa nacional que al año 2010, años del último censo realizado a nivel país, representaba un 8.8% de la población total del país, la parroquia con el índice de mayor analfabetismo es la de San Fernando que posee una tasa del 28.2% superando a la nacional con un 20%, seguida de la parroquia Zhaglli con una tasa del 12.2%, con el 10.83 se encuentra la parroquia de la Asunción y la que menor índice posee es la parroquia Abdón Calderón que registra una tasa menor a la nacional registrando un 7.47% (INEC, 2010).

El cantón con mayor influencia sobre la microcuenca del río Naranjo presenta mayor porcentaje de analfabetismo en las mujeres con un total del 5,4% a comparación del 3,8% que presentan los hombres (GAD Santa Isabel, 2015).

4.5.4. Vivienda.

En la tabla 30 podemos observar algunas de las generalidades en el ámbito vivienda en cada una de las parroquias pertenecientes a la microcuenca del río Naranjo, de manera general podemos hablar a nivel parroquial, realizando un análisis a su documentación existente como lo son sus PDOT o planes de ordenamiento territorial se pudo dar la conclusión que el ámbito de vivienda en general es de excelente calidad ya que presenta porcentajes muy altos en cada una de sus especificaciones, se puede concluir que la mayoría de viviendas existentes en cada parroquia son consideradas como casas o villas construidas con materiales resientes como lo son hormigón, bloque o ladrillo y en su mayoría son propias y totalmente pagadas.

Tabla 38: Generalidades de vivienda a nivel parroquial.

Generalidades				
Parroquia	Casa/Villa	Propia y totalmente pagada	Ocupada con personas presentes	Hormigón, cemento, ladrillo o bloque
Abdón Calderón	89.11%	53.17%	52.78%	Sin datos
La Asunción	89.33	64.5	53.34	57.57
Cañaribamba	30%	67%	Sin datos	40%
Carmen de Pijilí	65%	62	62%	64%

Fuente: (INEC, 2010)

4.5.5. Principales actividades económicas.

La base de la economía de los pobladores de la microcuenca del río naranjo se fundamenta primordialmente en la ganadería y agricultura y según se analizó en los PDOT o planes de ordenamiento territorial de los cantones que forman parte del territorio de la microcuenca, la caña de azúcar conjuntamente con laboreos de período corto como el tomate riñón, cebolla, maíz, frejol y pimiento son los principales productos obtenidos por los agricultores de la zona.

En los cantones de San Fernando y Girón la primordial acción económica se basa en la ganadería a diferencia del cantón Santa Isabel que el 50% de su población económicamente activa mantiene a la agricultura como su base principal de economía (GAD Santa Isabel, 2015), según datos registrados en el censo de población y vivienda registrados en el 2001 el 62.66% de la población económicamente activa de San Fernando se dedicaba a esta actividad, datos que con el tiempo han variado y al año 2010 la población que se dedicaba a esa actividad ha descendido notablemente que según datos del censo que se realizó en el año 2010 tan solo el 54.04% de su población sigue manteniendo a la ganadería como su principal actividad económica (GAD San Fernando, 2015). Por otro lado en el cantón de Girón el 48% de su población económicamente activa está distribuida en las actividades de ganadería y agricultura (GAD Girón, 2014)

Del total de la población económicamente productiva o activa de la parroquia Abdón Calderón a la cuál pertenecen la mayoría de centros poblados de la microcuenca del río Naranjo el 27% de sus pobladores cultivan caña de azúcar, el 24% maíz que lo utilizan sobre todo como alimento de sus animales, entre el 21 y 22% se dedica netamente al cultivo de tomate riñón y naranjas mientras que la producción de frejol se da en un 4% de la población y el limón tan solo el 1% (GAD Abdón Calderón-La Unión, 2015).

En la tabla 31 podemos observar las principales actividades que se registran en los 3 cantones que conforman la microcuenca del río Naranjo, datos basados en cada uno de sus planes de ordenamiento territorial.

Tabla 39: Principales actividades económicas de Santa Isabel, Girón y San Fernando

Cantón	Importancia	Actividades económicas	Porcentaje de población
Santa Isabel	1	Agricultura/ Ganadería	50%
	2	Comercio al por mayor y menor	10%
	3	Construcción	9%
Girón	1	Agricultura/Ganadería	48%

	2	Construcción	10.80%
	3	Comercio al por mayor y menor	9.40%
	1	Agricultura/ Ganadería	54.32%
San Fernando	2	Construcción/ Comercio al por mayor y menor	29.91%
	3	Industria manufacturera	15.77%

4.5.6. Tenencia de tierras.

Según la información emitida por los PDOT o planes de ordenamiento territorial tan solo en el cantón Girón el 91.57% de los terrenos son considerados como propios y poseen título de propiedad, en la parroquia Abdón Calderón el 82% de terrenos existentes son considerados de la misma manera. (Faicán & Galán, 2011) cita en su trabajo de investigación que hasta el año 2003 la tenencia de tierras en la parroquia Abdón Calderón mantenía la denominación de fincas o haciendas conformadas por grandes extensiones de terreno llegando a cubrir áreas de hasta 800 Has pertenecientes a un solo dueño, a partir del año 2004 se formó el asunto de lotización de terrenos.

De la población total presente en la parroquia Abdón Calderón en el período 2003 tan solo el 6% de la misma no posee terrenos propios, el 72% posee terrenos con áreas menores a las 2 Ha, el 15% cuenta con terrenos entre las 2 y 5 Ha, el 4% posee terrenos que van desde las 5 a 10 Ha, y un 3% del total de la población posee grandes extensiones de terreno que van más allá de las 10Ha (Faicán & Galán, 2011).

4.5.7. Vías de comunicación y transporte.

Según la figura 27 la microcuenca del río Naranjo posee una red vial con 4 texturas o materiales diferentes, el material de que mayor presencia denota en el área de la microcuenca es el lastre ocupando un recorrido total de vías de 116.17 Km, a este material le prosigue las vías con material de tierra con una distancia total de 11.38 Km. Esto se pudo comprobar con el análisis realizado a los PDOT de Abdón Calderón y La Asunción en los cuales denota este tipo de vías para el acceso a cada una de sus comunidades, realizando recorridos de campo se pudo constatar dicha información adjuntando a la misma que su estado vial se encuentra en pésimo estado.

La presencia de una capa asfáltica con una distancia total de 7.68 km se la puede observar en la vía principal Cuenca-Girón-Pasaje, siendo este el único tramo que posee este material. El Pavimento flexible se lo encuentra en la red vial de los centros parroquiales como lo es el caso del centro parroquial Abdón Calderón y La Asunción respectivamente.

Estos datos los podemos observar en la tabla 40.

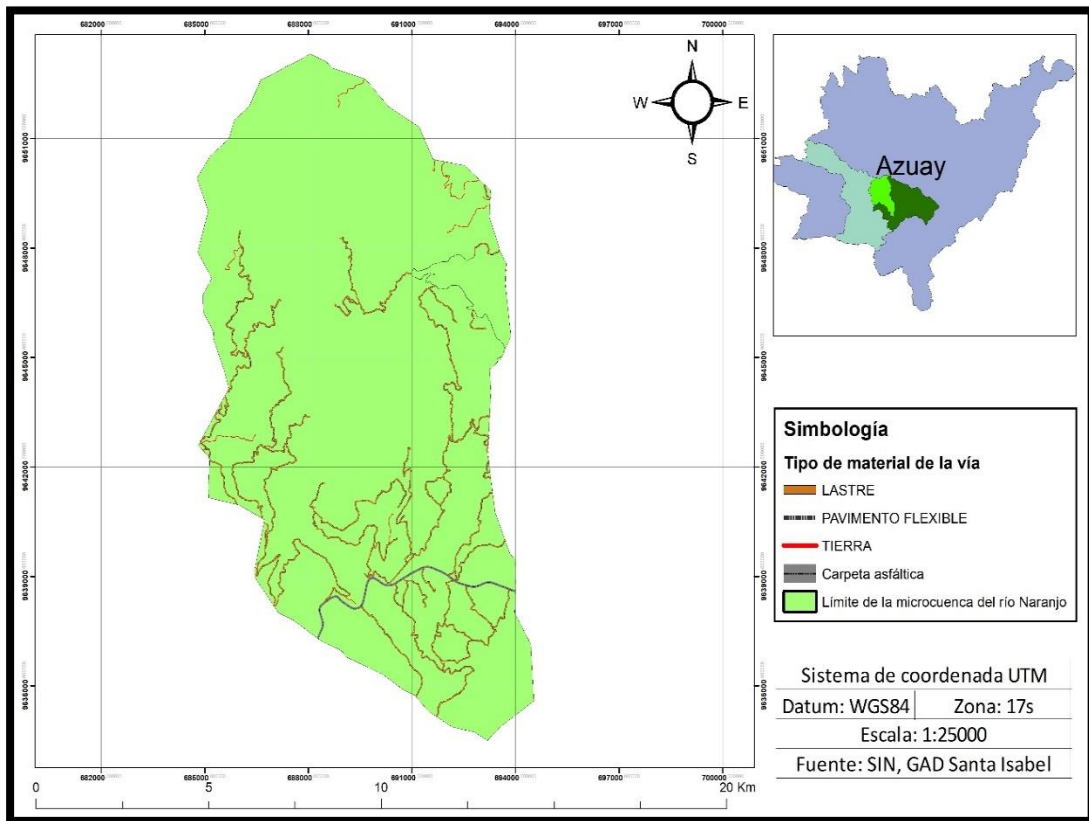


Figura 47: Mapa de la red vial de la microcuenca del río Naranjo

Según la clasificación que le da el Mapa de Carreteras y Vías del Ecuador citado en (Bravo, 2019) la microcuenca del río naranjo posee vías de:

- Primer Orden: Conexión vial con las capitales de provincias
- Segundo Orden: Conexión vial a centros cantonales dentro de una provincia
- Cuarto Orden: Conexión vial a las comunidades de las parroquias

Tabla 40: Alcance de la red vial

Material	Distancia (Km)
Lastre	116.17
Tierra	11.38
Pavimento flexible	7.60
Carpeta asfáltica	7.68

4.5.8. Servicios básicos.

Los servicios básicos que existen para la población de la microcuenca del río Naranjo son escasos o en ciertos casos nulos, en la mayoría de casos los sectores beneficiarios de estos servicios son las comunidades colindantes a las cabeceras parroquiales.

En la tabla 33 podemos observar la cobertura de los servicios primordiales o básicos existentes en la población de parroquias de Abdón Calderón, La Asunción y Carmen de Pijili. Según estos datos podemos determinar que existe un gran déficit en los servicios de alcantarillado, recolección de basura, y agua potable.

Tabla 41: Cobertura de servicios básicos a nivel parroquial

Parroquia	Servicio Básico	Cobertura de población
Abdón Calderón	Agua Potable	51.69%
	Energía Eléctrica	96.89%
	Alcantarillado	14.16%
	Recolección desechos solidos	42.88%
La Asunción	Agua Potable	92.64
	Energía Eléctrica	97.88%
	Alcantarillado	33.82%
	Recolección desechos solidos	69.05
Carmen de Pijili	Agua Potable	44%
	Energía Eléctrica	89%
	Alcantarillado	-
	Recolección desechos solidos	64%

En Abdón Calderón parroquia del cantón Santa Isabel existen 23 sistemas de agua, 11 de estos sistemas tratan el agua antes de su consumo, los sistemas restantes no poseen tratamiento alguno y son considerados sistemas de agua entubada. La cabecera parroquial posee sistema de aguas negras o alcantarillado mientras tanto el resto de comunidades desechan sus aguas ya sean a pozos séptico, ciego, letrina o descargan directo a ríos, de las 19 comunidades pertenecientes a esta parroquia tan solo 4 comunidades poseen sistema de recolección de basura (GAD Abdón Calderón-La Unión, 2015).

En el caso de los pobladores de la parroquia la Asunción la cobertura de agua potable cubre casi en su totalidad, el problema presente de igual manera se presenta en la recolección de residuos sólidos y alcantarillado (GAD La Asunción, 2015).

Por otro lado, la población de la parroquia Carmen de Pijili posee grandes problemas de recolección de aguas residuales ya que al igual que la parroquia de Abdón Calderón y La Asunción solo su centro parroquial posee este servicio, el 44% de su población tiene cobertura de agua potable existiendo familias que consumen el agua proveniente directo de la lluvia (GAD El Carmen de Pijilí, 2014).

4.5.9. Organización comunitaria e institucionalidad.

Las comunidades o centros poblados que conforman la microcuenca del río Naranjo se manejan mediante un ente regulador que lo maneja su centro parroquial el cual es considerado la principal organización social. Cada comunidad internamente posee su directivo el cual está representado por un presidente, vicepresidente, tesorero, secretaria y vocales, esto en cuanto a comunidad y población de la misma, externamente cada comunidad se encuentra dentro de organizaciones sociales como:

- Juntas Administradoras de agua de riego
- Comités de promejoras
- Juntas Administradoras de agua entubada

Dependiendo de la demografía de cada comunidad en ciertos casos estas organizaciones sociales abarcan a más de una comunidad.

Los centros poblados al formar parte de una parroquia también cuentan con organizaciones que se forman netamente en cada cabecera parroquial, en el caso de las comunidades pertenecientes a la parroquia de Abdón Calderón cuentan con organizaciones sociales como:

- Clubes deportivos
- Liga deportiva
- Consejo Pastoral
- Compañías de camionetas
- Consejo Cantonal de la niñez y Adolescencia
- Mujeres unidas por el Progreso, Amor y Paz

Por otro lado, la parroquia de La asunción posee organizaciones sociales tales como:

- Síndico Centro parroquial
- Pre Asociación de productores pequeños de café Arozchuma
- Pre Asociación de productores agropecuarios

Entre las instituciones públicas a las que pertenecen los centros poblados se puede citar como los más importantes a:

Cabe recalcar que no todos los centros poblados de la microcuenca son partícipes de las empresas privadas existentes en sus cantones.

4.6 ICA-NSF del proyecto de agua de la comunidad de Cercaloma

4.6.1. Resumen de resultados in situ y laboratorio.

En la tabla 42, 43 y 44 podemos observar el resumen de los resultados logrados en cada lugar de muestreo, tanto para los parámetros medidos en el mismo sitio como los determinados en un laboratorio. Los parámetros de temperatura pH y oxígeno disuelto fueron tomados por triplicado, es decir, cada parámetro mencionado anteriormente se lo tomo por 3 ocasiones en cada punto de muestreo, sin embargo, los resultados que se observan son el promedio de los valores obtenidos. Para evitar alteraciones en los resultados finales se estimó la presencia de datos atípicos en cada parámetro medido “in situ” mediante un análisis estadístico descriptivo con la aplicación de cajas “Box Plot” obteniendo como resultado la inexistencia o no presencia de los mismos.

Cabe recalcar que el promedio de los valores de pH se lo obtuvo mediante un procedimiento logarítmico. Los datos de variación de temperatura son el resultado de la variación existente entre la temperatura de la muestra de agua y la temperatura existente en el ambiente en el momento de la toma de muestra.

Datos de referencia:

- Punto 1 (Inicio-actividad antrópica)
- Punto 2 (Unión-punto de captación)
- Punto 3 (Captación del proyecto)
- N/D (No detectable)

Tabla 42: Resultado de análisis muestra 1

Fecha		5/11/2020								
Parámetros	pH	Oxígeno disuelto	Variación Temperatura	Solidos disueltos totales	Turbiedad	Fosfatos	Nitratos	DBO5	Coliformes fecales	
Unidades	UpH	% Saturación	°C	mg/L	NTU	mg/L	mg/l NO3	mg/L	NMP/100mL	
Punto 1	5.96	99.9	4.26	65	1.34	0.43	3.7	30	12	
Punto 2	5.55	99.9	4.4	69	1.72	0.2	3.6	25	16	
Punto 3	6.18	80.8	1	325	2.04	0.49	6.1	24	36	

Tabla 43: Resultado de análisis muestra 2

Fecha		29/11/2020								
Parámetros	pH	Oxígeno disuelto	Variación Temperatura	Solidos disueltos totales	Turbiedad	Fosfatos	Nitratos	DBO5	Coliformes fecales	
Unidades	UpH	% Saturación	°C	mg/L	NTU	mg/L	mg/l NO3	mg/L	NMP/100mL	
Punto 1	6.33	101.4	6.96	343	1.63	1	4.3	N/D	13	
Punto 2	6.05	102	7	72	1.57	0.6	3.9	N/D	21	
Punto 3	5.71	95.7	5.8	72	13.4	0.29	13.6	1.4	49	

Tabla 44: Resultados de análisis muestra 3

Fecha		4/1/2021								
Parámetros	pH	Oxígeno disuelto	Variación Temperatura	Solidos disueltos totales	Turbiedad	Fosfatos	Nitratos	DBO5	Coliformes fecales	
Unidades	UpH	% Saturación	°C	mg/L	NTU	mg/L	mg/l NO3	mg/L	NMP/100mL	
Punto 1	7.99	102.6	5.16	355	6.73	0.02	16.8	3.5	23	
Punto 2	7.84	102.8	5.63	120	6.07	0.23	20.7	3.3	31	
Punto 3	6.82	71.1	1.76	125	2.95	0.22	18.9	2.5	43	

4.6.2. Balance de los resultados con las normativas ambientales

Para realizar el análisis comparativo o balance con las normativas ambientales “TULSMA, LIBRO VI ANEXO 1” y la “NTE INEN 1108” se tomó en cuenta cada uno de los parámetros examinados ya sea in situ como los analizados en un laboratorio, en este procedimiento se determinó si existe excedencia en los resultados de cada parámetro analizado respecto a los límites máximos permitidos para “Aguas de consumo humano y uso doméstico” y “Requisitos físicos y químicos del agua para consumo humano”. En las tablas 45 a la 50 podemos observar los resultados logrados en comparación con cada una de las normas y sus límites máximos permisibles.

Referencias: Los datos marcados de color rojo denotan que los resultados obtenidos en el análisis no se encuentran o no cumplen con los rangos establecidos por cada normativa.

Tabla 45: Comparación resultados (muestra 1) con el “TULSMA”

Fecha		5/11/2020			
Parámetro	Unidades	Punto 1	Punto 2	Punto 3	TULSMA (Anexo 1)
pH	U pH	5.96	5.55	6.18	6-9
Oxígeno disuelto	% Saturación	99.9	99.9	80.8	No menor al 80 %
Variación Temperatura	°C	4.26	4.4	1	0°- 3°
Solidos disueltos totales	mg/L	65	69	325	1000
Turbiedad	NTU	1.34	1.72	2.04	100
Fosfatos	mg/L	0.43	0.2	0.49	-
Nitratos	mg/l NO3	3.7	3.6	6.1	10
DBO5	mg/L	30	25	24	2
Coliformes fecales	NMP/100mL	12	16	36	600

Tabla 46: Comparación resultados (muestra 1) con la “NTE INEN 1108”

Fecha		5/11/2020			
Parámetro	Unidades	Punto 1	Punto 2	Punto 3	NTE INEN 1108
pH	U pH	5.96	5.55	6.18	6.5-8.0
Oxígeno disuelto	% Saturación	99.9	99.9	80.8	-
Variación Temperatura	°C	4.26	4.4	1	-
Solidos disueltos totales	mg/L	65	69	325	-
Turbiedad	NTU	1.34	1.72	2.04	5
Fosfatos	mg/L	0.43	0.2	0.49	-
Nitratos	mg/l NO3	3.7	3.6	6.1	50

DBO5	mg/L	30	25	24	-
Coliformes fecales	NMP/100mL	12	16	36	<1.1

Tabla 47: Comparación resultados (muestra 2) con el "TULSMA"

Fecha		29/11/2020			
Parámetro	Unidades	Punto 1	Punto 2	Punto 3	TULSMA (Anexo 1)
pH	U pH	6.33	6.05	5.71	6-9
Oxígeno disuelto	% Saturación	101.4	102	95.7	No menor al 80 %
Variación Temperatura	°C	6.96	7	5.8	0°- 3°
Solidos disueltos totales	mg/L	343	72	72	1000
Turbiedad	NTU	1.63	1.57	13.4	100
Fosfatos	mg/L	1	0.6	0.29	-
Nitratos	mg/l NO3	4.3	3.9	13.6	10
DBO5	mg/L	N/D	N/D	1.4	2
Coliformes fecales	NMP/100mL	13	21	49	600

Tabla 48: Comparación resultados (muestra 2) con la "NTE INEN 1108"

Fecha		29/11/2020			
Parámetro	Unidades	Punto 1	Punto 2	Punto 3	NTE INEN 1108
pH	U pH	6.33	6.05	5.71	6.5-8.0
Oxígeno disuelto	% Saturación	101.4	102	95.7	-
Variación Temperatura	°C	6.96	7	5.8	-
Solidos disueltos totales	mg/L	343	72	72	-
Turbiedad	NTU	1.63	1.57	13.4	5
Fosfatos	mg/L	1	0.6	0.29	-
Nitratos	mg/l NO3	4.3	3.9	13.6	50
DBO5	mg/L	N/D	N/D	1.4	-
Coliformes fecales	NMP/100mL	13	21	49	<1.1

Tabla 49: Comparación resultados (muestra 3) con el "TULSMA"

Fecha		4/1/2021			
Parámetro	Unidades	Punto 1	Punto 2	Punto 3	TULSMA (Anexo 1)
pH	U pH	7.99	7.84	6.82	6-9
Oxígeno disuelto	% Saturación	102.6	102.8	71.1	No menor al 80 %
Variación Temperatura	°C	5.16	5.63	1.76	0°- 3°
Solidos disueltos totales	mg/L	355	120	125	1000
Turbiedad	NTU	6.73	6.07	2.95	100
Fosfatos	mg/L	0.02	0.23	0.22	-
Nitratos	mg/l NO3	16.8	20.7	18.9	10
DBO5	mg/L	3.5	3.3	2.5	2
Coliformes fecales	NMP/100mL	23	31	43	600

Tabla 50: Comparación resultados (muestra 3) con la "NTE INEN 1108"

Fecha		4/1/2021			
Parámetro	Unidades	Punto 1	Punto 2	Punto 3	NTE INEN 1108
pH	U pH	7.99	7.84	6.82	6.5-8.0
Oxígeno disuelto	% Saturación	102.6	102.8	71.1	-
Variación Temperatura	°C	5.16	5.63	1.76	-
Solidos disueltos totales	mg/L	355	120	125	-
Turbiedad	NTU	6.73	6.07	2.95	5
Fosfatos	mg/L	0.02	0.23	0.22	-
Nitratos	mg/l NO3	16.8	20.7	18.9	50
DBO5	mg/L	3.5	3.3	2.5	-
Coliformes fecales	NMP/100mL	23	31	43	<1.1

a. Análisis del pH

Los valores obtenidos de pH en el sitio 1 y 2 registrados en los primeros días de noviembre del año 2020 se encuentran en un rango considerable como ligeramente ácidos ubicándose por debajo de los límites establecidos por las normativas ambientales, el punto 3 presenta un valor de 6.18 lo que le convierte en un dato admisible para aguas destinadas a uso doméstico y consumo humano según lo determina el TULSMA. El aumento de pH para las fechas 29 de noviembre del 2020 y 4 de enero del año en curso es muy notable, este efecto puede ser causado por la variación de temperatura que presenta la zona de estudio, dato

que concuerda con lo argumentado por (González, 2019) que determina que el valor del pH es dependiente de la temperatura, o está relacionado directamente con la descarga de aguas residuales a fuentes hídricas que generalmente son descargadas en épocas de precipitaciones altas en las cuales los pobladores aprovechan el aumento de caudal, tan solo en el punto 3 del segundo muestreo podemos observar un pH que siguen manteniéndose como ligeramente ácido, los valores registrados en este muestreo no cumplen con los rangos preestablecidos por la NTE INEN 1108.

b. Análisis Oxígeno Disuelto (% de saturación)

Los niveles de oxígeno disuelto expresados en su % de saturación en su mayoría cumplen con el rango establecido acorde a la normativa ambiental para “Aguas de consumo humano y uso doméstico” a excepción del dato analizado en el punto 3 de toma de muestra en el período de enero del presente año. El equipo registro un valor de 71.1% de porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, este punto denominado como captación del proyecto de agua para consumo humano se halla por debajo de los niveles preestablecidos por la normativa antes mencionada, el dato registrado no concuerda con lo mencionado por (Campaña & Gualoto, 2015) que argumenta que en zonas con mayor temperatura los valores de oxígeno disuelto decrecen, en nuestro estudio el mes de enero registra temperaturas menores a la temperatura del mes de noviembre en el cual se registraron valores mucho más altos. Para (Ballesteros) un porcentaje de saturación que supere el 101% es considerado como “Supersaturación”, en nuestro caso los niveles de saturación para los muestreos realizados a finales de noviembre del 2020 y a inicios de enero del 2021 los podemos denominar de la misma manera. Un indicador clave para poder determinar buena calidad del recurso agua en un cuerpo de agua es que el nivel de saturación de oxígeno presente un nivel mayor al 80% (Acevedo & Ballesteros, 2019). Este valor se puede relacionar directamente a la presencia de excrementos de ganado y aves cerca del punto de captación lo cual aumenta los niveles de materia orgánica y a su vez la aparición de microorganismos los cuales aumentan la demanda de oxígeno (Quilumbaqui, 2017), la no presencia de turbulencia en la zona de captación puede ser otro causante de la disminución del oxígeno disuelto, dato que coincide con (González, 2019) que objeta que las aguas superficiales con corrientes fuertes presentan niveles altos de saturación de oxígeno o en ciertos casos pueden llegar a ser sobresaturadas.

c. Variación de temperatura

La variación de temperatura registrada en los puntos de análisis es notable, los únicos datos que se localizan entre las condiciones establecidos por la normativa “TULSMA” son los registrados en los primeros días de noviembre del 2020 y enero del 2021, resultados

obtenidos en el análisis realizado en el punto denominado como punto de captación que presenta una variación entre la temperatura de la muestra y la del ambiente de 1.76°C y 1°C respectivamente. (Samaniego, 2019) refuta en su estudio que a mayor altura la temperatura disminuye, concepto que podemos corroborar con nuestro estudio el cual registro las temperaturas mayores en las zonas más altas de muestreo (ver anexos 9, 10 y 11), los casos puntuales se registraron en el punto denominado como captación del proyecto, suceso que se puede sostener por la presencia abrumadora de vegetación en dicho punto lo que impide el ingreso de luz directa a la zona de análisis causando una disminución notable en los valores de temperatura ambiente y de la muestra, la diferencia de temperaturas registrada por los equipos es mínima entre el ambiente y la muestra (ver anexos 10 y 11) motivo por el cual los valores cumplen con la normativa presentada. Valores de temperaturas bajos favorecen a que la suma de sólidos disueltos disminuyan conjuntamente con la rapidez de fermentación de la materia orgánica, dato que favorece al no aumento de los valores de DBO₅ (González, 2019).

d. Análisis de sólidos disueltos totales

Los productos obtenidos de sólidos disueltos totales en cada punto de muestreo realizado en las diferentes fechas cumplen con los términos permitidos para “Aguas de consumo humano y uso doméstico” a pesar de que ciertos datos puntuales registrados en cada uno de los muestreos son elevados (primer muestreo punto 3 registra datos de 325 mg/L, segundo muestreo registra datos de 343 mg/L en el punto 1 y en el tercer muestreo en el punto 1 reiterando dicho aumento con el muestreo numero 2 presenta valores de 355 mg/L). Las causas de aumento de sólidos pueden ser variadas para cada caso puntual, en el primer muestreo se pudo observar la presencia de personas a orillas del punto de captación realizando actividades de limpieza en canales que conectan con dicho punto generando residuos de barro. En general se puede observar un aumento considerable de los niveles de sólidos disueltos totales en el mes de enero a comparación del mes de noviembre debido al aumento de caudales por la presencia de mayores precipitaciones en la zona que llevan consigo deslizamientos en zonas inestables causando mayor arrastre de sedimentos.

e. Análisis de turbiedad

Según el análisis realizado, el parámetro turbiedad cumple con los límites establecidos en su primer muestreo el cual fue realizado en el mes de noviembre del 2020 es sus primeros días donde las precipitaciones son escasas en la zona, sus resultados están dentro de lo establecido por la normativa que dicta el TULSMA como para la NTE INEN 1108, en el segundo muestreo y tercero respectivamente podemos observar datos que superan los límites establecidos por la NTE INEN 1108 pero a su vez cumplen los requisitos para él

TULSMA, para el caso del segundo muestreo el dato que supera los límites se registra en el punto de muestreo 3 llegando a superar el rango permitido por 8.4 NTU, en el muestreo numero 3 los datos que presentan problemas son los analizados en el punto 1 con (6.73 NTU) y punto 2 con (6.07 NTU) respectivamente, resultados que se pueden justificar por el aumento de caudal en el río Naranjo al ser tomada la muestra en época lluviosa en la cual (Peñañiel, 2014) menciona que existe mayor arrastre de partículas.

f. Análisis de fosfatos

Referente a los resultados derivados de fosfatos a nivel de los 3 muestreos ejecutados en el estudio se obtuvieron niveles relativamente bajos en cada punto de muestreo. La contaminación por fosfato se puede generar por fuentes antropogénicas principalmente entre ellas las actividades de descarga de efluentes o aguas domiciliarias con materiales de procedencia fecal en fuentes hídricas, actividades agrícolas y eliminación de detergentes que hayan sido realizado en base a fosfatos de igual manera directo en fuentes hídricas (Quilumbaqui, 2017). En el muestreo numero dos si podemos observar sus resultados (ver tabla 47), en el lugar de toma de muestra uno, se puede apreciar un ligero aumento de nivel en su resultado final a comparación de los demás resultados el cual podría ser a consecuencia del uso de fertilizantes en actividades agrícolas presentes en la zona o el uso de detergentes por los pobladores de las comunidades aledañas

g. Análisis de nitratos

Con respecto a las concentraciones de nitratos que exceden los límites permitidos tanto para la normativa TULSMA como para la NTE INEN 1108 se encuentran registrados en los muestreos 2 y 3 respectivamente. 13.6 mg/l NO₃ se registró en el punto 3 de toma de muestra para el muestreo numero 2 (ver tabla 49) superando los límites permitidos para “Aguas de consumo humano y uso doméstico TULSMA”, en el tema de los resultados logrados en el muestreo 3 se registraron valores considerables con respecto a la normativa TULSMA, el punto 1 registro valores de 16.8 mg/l NO₃, punto 2 20.7 mg/l NO₃ y punto 3 18.9 mg/l NO₃, este aumento de concentración se podría generar para el caso del muestreo numero dos por la presencia de excrementos de ganado y aves cerca del punto de toma de muestra y para el muestreo numero 3 por el aumento de precipitaciones que generan lixiviados que contienen residuos de abonos de actividades agrícolas. La Organización Mundial de la Salud encierra a los nitratos como compuestos dañinos para la salud de las personas al encontrarse en concentraciones que superen los 50 mg/L (Avecillas, 2012).

h. Análisis de DBO5

El rango máximo permisible de la DBO5 para aguas de consumo humano según el TULSMA no debe de superar los valores de 2 mg/l, debido a una problemática presentada en el laboratorio en el momento del análisis los resultados obtenidos para el primer muestreo superan en gran cantidad a los límites máximos permisibles dictados por la normativa (ver tabla 45). Para (Peñañiel, 2014) la DBO determina la carga de contaminante presente en una muestra de agua que comúnmente son generados por los desechos domésticos e industriales de origen orgánico los cuales posteriormente son desechados en cuerpos hídricos. El muestreo número dos de nuestro estudio presenta valores relativamente bajos en el punto uno y dos por tal motivo se los caracteriza como no detectable (N/D), para el caso del análisis del punto tres el valor obtenido es 1,4 mg/L valor que cumple con la normativa aplicada. Los niveles elevados o que no cumplen con los límites de la DBO5 se presentan en el muestreo final de nuestro estudio en cada uno de los puntos de muestreo convirtiéndose en un recurso no apto para el consumo humano sin previo tratamiento, esto se puede generar por la descarga directa de aguas servidas en el río Naranjo por pobladores de las comunidades aledañas, como se mencionaba en el punto 4.6.3 la población generalmente aprovecha el aumento de caudales para eliminar este tipo de contaminantes directamente en el cuerpo hídrico más cercano. (Avecillas, 2012) menciona que un río no contaminado no debe de resaltar o sobrepasar los 3 mg/L mientras tanto que uno muy contaminado podría presentar resultados próximos a los 10 mg/L, determinando de esta manera que los resultados del muestreo número uno presenta un río contaminado de manera excesiva en la fecha realizada el muestreo y mientras tanto para las próximas fechas se mantiene en los rangos de un río no contaminado.

i. Análisis de coliformes fecales

La presencia de coliformes fecales en nuestro estudio es muy considerable, se encuentran sobrepasando los rangos máximos permitidos por la NTE INEN 1108 en cada muestreo realizado y en cada punto de análisis. Si observamos las tablas 46. 48 y 50 podemos notar que los valores más agudos o altos se ostentan en el punto de muestreo número 3, el segundo muestreo presenta el valor más alto de concentración de coliformes fecales 49 NMP/100mL y de la misma manera lo registra en el punto número 3. (Baque *et al.*, 2016) argumenta que la presencia de coliformes fecales aumenta la actividad respiratoria y por lo tanto disminuye el valor de oxígeno disuelto tal y como sucede en nuestro estudio, si verificamos los valores de oxígeno disuelto decrecen a comparación de los puntos 1 y 2 donde los valores de coliformes son relativamente bajos a comparación del punto 3. Estos

valores obtenidos en todos los muestreos pueden ser el resultado de la presencia de ganado cerca de las zonas hídricas en las cuales por medio de infiltración residuos fecales llegan al recurso de manera indirecta, otra de las causas puede ser de la misma manera el hidratar al ganado directo en los cuerpos hídricos los cuales constantemente aportan material fecal a la zona. (Peñafiel, 2014) alega en su estudio que el elevado nivel de coliformes fecales en cuerpos hídricos limita considerablemente sus usos, en nuestro caso el uso de consumo humano quedaría descartado si no se le da tratamiento previo.

4.6.3. Índice de calidad del agua ICA-NSF de la comunidad de Cercaloma

Las tablas presentadas a continuación son el resultado del procedimiento mencionado en el apartado 3.1.4 Metodología con el cual se obtuvo los valores del índice ICA-NSF para cada sitio de muestreo de acuerdo a cada fecha en la cual se realizó el análisis.

Referencias: El dato de color amarillo denota una calidad media del recurso

Fecha de muestreo (5/11/2020)

Tabla 51: Resultados ICA-NSF Punto 1 (5/11/2020)

Punto 1					
Parámetro	Unidades	Valor obtenido	Qi	Wi	Qi*Wi
pH	U pH	5.96	52	0.12	6.24
Oxígeno disuelto	% Saturación	99.9	99.94	0.17	16.9898
Variación Temperatura	°C	4.26	76	0.1	7.551
Solidos disueltos totales	mg/L	65	87.1	0.08	6.968
Turbiedad	NTU	1.34	97	0.08	7.764
Fosfatos	mg/L	0.43	93.55	0.1	9.355
Nitratos	mg/l NO3	3.7	82.61	0.1	8.261
DBO5	mg/L	30	2	0.1	0.2
Coliformes fecales	NMP/100mL	12	71.2	0.15	10.68
Valor de ICA/NSF=					74.0088

Tabla 52: Resultados ICA-NSF Punto 2 (5/11/2020)

Punto 2					
Parámetro	Unidades	Valor obtenido	Qi	Wi	Qi*Wi
pH	U pH	5.55	41.75	0.12	5.01
Oxígeno disuelto	% Saturación	99.9	99.94	0.17	16.9898
Variación Temperatura	°C	4.4	75.04	0.1	7.504

Solidos disueltos totales	mg/L	69	86.86	0.08	6.9488
Turbiedad	NTU	1.72	96	0.08	7.6968
Fosfatos	mg/L	0.2	88	0.1	8.8
Nitratos	mg/l NO3	3.6	83.08	0.1	8.308
DBO5	mg/L	25	7.5	0.1	0.75
Coliformes fecales	NMP/100mL	16	67.6	0.15	10.14
Valor de ICA/NSF=					72.1474

Tabla 53: Resultados ICA-NSF Punto 3 (5/11/2020)

Punto 3					
Parámetro	Unidades	Valor obtenido	Qi	Wi	Qi*Wi
pH	U pH	6.18	59.48	0.12	7.1376
Oxígeno disuelto	% Saturación	80.8	88.48	0.17	15.0416
Variación Temperatura	°C	1	86.6	0.1	8.66
Solidos disueltos totales	mg/L	325	56	0.08	4.48
Turbiedad	NTU	2.04	96	0.08	7.6408
Fosfatos	mg/L	0.49	70.6	0.1	7.06
Nitratos	mg/l NO3	6.1	71.33	0.1	7.133
DBO5	mg/L	24	9.2	0.1	0.92
Coliformes fecales	NMP/100mL	36	56.6	0.15	8.49
Valor de ICA/NSF=					66.563

Fecha de muestreo (29/11/2020)

Tabla 54: Resultados ICA-NSF Punto 1 (29/11/2020)

Punto 1					
Parámetro	Unidades	Valor obtenido	Qi	Wi Corregido	Qi*Wi
pH	U pH	6.33	64.88	0.1325	8.5966
Oxígeno disuelto	% Saturación	101.4	99.3	0.1825	18.1223
Variación Temperatura	°C	6.96	62	0.1125	6.97725
Solidos disueltos totales	mg/L	343	53.12	0.0925	4.9136
Turbiedad	NTU	1.63	96	0.0925	8.91793
Fosfatos	mg/L	1	64	0.1125	7.2
Nitratos	mg/l NO3	4.3	79.79	0.1125	8.97638
DBO5	mg/L	No Detectable	0	0.0125	0
Coliformes fecales	NMP/100mL	13	70.3	0.1625	11.4238
Valor de ICA/NSF=					75.1278

Tabla 55: Resultados ICA-NSF Punto 2 (5/11/2020)

Punto 2					
Parámetro	Unidades	Valor obtenido	Qi	Wi Corregido	Qi*Wi
pH	U pH	6.05	54.8	0.1325	7.261
Oxígeno disuelto	% Saturación	102	99	0.1825	18.0675
Variación Temperatura	°C	7	61.8	0.1125	6.9525
Solidos disueltos totales	mg/L	72	86.68	0.0925	8.0179
Turbiedad	NTU	1.57	97	0.0925	8.92995
Fosfatos	mg/L	0.6	64	0.1125	7.2
Nitratos	mg/l NO3	3.9	81.67	0.1125	9.18788
DBO5	mg/L	No detectable	0	0.0125	0
Coliformes fecales	NMP/100mL	21	63.5	0.1625	10.3188
Valor de ICA/NSF=					75.9355

Tabla 56: Resultados ICA-NSF Punto 3 (5/11/2020)

Punto 3					
Parámetro	Unidades	Valor obtenido	Qi	Wi	Qi*Wi
pH	U pH	5.71	45.75	0.12	5.49
Oxígeno disuelto	% Saturación	95.7	97.42	0.17	16.5614
Variación Temperatura	°C	5.8	68.52	0.1	6.852
Solidos disueltos totales	mg/L	72	86.68	0.08	6.9344
Turbiedad	NTU	13.4	72.22	0.08	5.7776
Fosfatos	mg/L	0.29	82.6	0.1	8.26
Nitratos	mg/l NO3	13.6	47.6	0.1	4.76
DBO5	mg/L	1.4	88.24	0.1	8.824
Coliformes fecales	NMP/100mL	49	53.2	0.15	7.98
Valor de ICA/NSF=					71.4394

Fecha de muestreo (29/11/2020)

Tabla 57: Resultados ICA-NSF Punto 1 (4/1/2021)

Punto 1					
Parámetro	Unidades	Valor obtenido	Qi	Wi	Qi*Wi
pH	U pH	7.99	85.04	0.12	10.2048
Oxígeno disuelto	% Saturación	102.6	98.7	0.17	16.779
Variación Temperatura	°C	5.16	72	0.1	7.21

Solidos disueltos totales	mg/L	355	52.5	0.08	4.2
Turbiedad	NTU	6.73	85	0.08	6.8152
Fosfatos	mg/L	0.02	98.8	0.1	9.88
Nitratos	mg/l NO3	16.8	42.8	0.1	4.28
DBO5	mg/L	3.5	68.6	0.1	6.86
Coliformes fecales	NMP/100mL	23	62.5	0.15	9.375
Valor de ICA/NSF=					75.604

Tabla 58: Resultados ICA-NSF Punto 2 (4/1/2021)

Punto 2					
Parámetro	Unidades	Valor obtenido	Qi	Wi	Qi*Wi
pH	U pH	7.84	86.64	0.12	10.3968
Oxígeno disuelto	% Saturación	102.8	98.6	0.17	16.762
Variación Temperatura	°C	5.63	69	0.1	6.947
Solidos disueltos totales	mg/L	120	82.6	0.08	6.608
Turbiedad	NTU	6.07	87	0.08	6.9312
Fosfatos	mg/L	0.23	86.2	0.1	8.62
Nitratos	mg/l NO3	20.7	37.3	0.1	3.73
DBO5	mg/L	3.3	69.88	0.1	6.988
Coliformes fecales	NMP/100mL	31	58.6	0.15	8.79
Valor de ICA/NSF=					75.773

Tabla 59: Resultados ICA-NSF Punto 3 (4/1/2021)

Punto 3					
Parámetro	Unidades	Valor obtenido	Qi	Wi	Qi*Wi
pH	U pH	6.82	82.58	0.12	9.9096
Oxígeno disuelto	% Saturación	71.1	74.65	0.17	12.6905
Variación Temperatura	°C	1.76	84	0.1	8.401
Solidos disueltos totales	mg/L	125	82	0.08	6.56
Turbiedad	NTU	2.95	93.51	0.08	7.4808
Fosfatos	mg/L	0.22	86.8	0.1	8.68
Nitratos	mg/l NO3	18.9	39.65	0.1	3.965
DBO5	mg/L	2.5	79.5	0.1	7.95
Coliformes fecales	NMP/100mL	43	54.4	0.15	8.16
Valor de ICA/NSF=					73.7969

En cada punto de muestreo durante el periodo de recolección establecido, los resultados obtenidos son similares a excepción del resultado obtenido en el primer muestreo (5/11/2020) en el punto 3 el cual presenta un valor de 66.56 (ver tabla 53) el cual es considerado por el modelo ICA-NSF como de “Mediana Calidad” considerando este tipo de agua como de consumo dudoso para el ser humano si no se le da previo tratamiento (Carrillo & Urgilés, 2016). Este resultado se puede deber a la presencia excesiva de coliformes fecales en la muestra tomada en el punto 3 a comparación de las tomadas en el punto 1 y 2 (ver tabla 45), este valor elevado conjuntamente con el valor de DBO5 disminuyen la calidad del agua en este punto.

El índice ICA-NSF obtenido en promedio para cada sitio de muestreo se muestra a continuación.

Referencia: los datos de color verde denotan una calidad buena del recurso, el dato de color amarillo denota una calidad media del mismo.

Tabla 60: Valores promedio del ICA-NSF

Fecha de toma de muestra	Puntos		
	Punto1	Punto2	Punto3
5/11/2020	74	72.14	66.56
29/11/2020	75.12	75.93	71.43
4/1/2021	75.6	75.77	73.79
Promedio ICA-NSF (Puntos)	74.91	74.61	70.59
Rango ICA-NSF	Buena calidad	Buena calidad	Mediana calidad

Los resultados promedios presentados anteriormente determinan el agua destinada para el consumo humano de la comunidad de Cercaloma como de “Buena calidad” en los puntos 1 y 2 según los rangos establecidos por el modelo ICA-NSF (ver tabla 60). Para el caso del resultado promedio del punto 3 denominado como el punto de captación del proyecto de agua entubada de la comunidad de Cercaloma su calidad es considerada como de calidad media, este resultado desciende de forma drástica a comparación del punto 1 y 2 como se puede prestar atención en la figura 48, este desplome del modelo ICA-NSF en el punto 3 se puede deber directamente a la presencia excesiva de coliformes fecales en cada muestreo realizado en este punto.

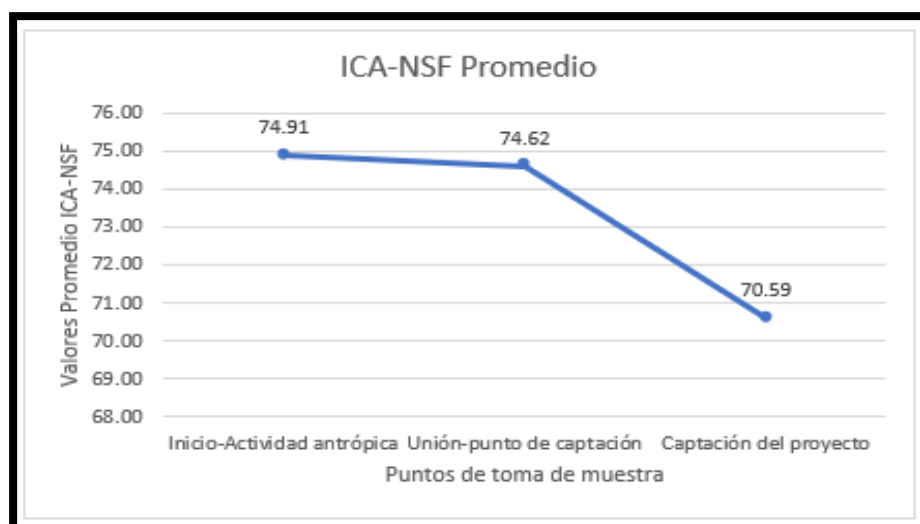


Figura 48: Resultados promedio por punto ICA-NSF

Este resultado es preocupante ya que en dicho punto se capta el recurso hídrico para posteriormente distribuirlo a cada uno de los socios del proyecto sin previo tratamiento como lo recomienda el modelo ICA-NSF para este tipo de aguas.

4.6.4. Variabilidad temporal y espacial del índice ICA-NSF

Los resultados obtenidos del índice ICA-NSF presentan variabilidad tanto temporal como espacial durante el periodo en el cual se realizaron cada uno de los muestreos ya que cabe recalcar que se cubrió una temporada seca y otra muy distinta en la cual las precipitaciones de la zona aumentan considerablemente.

La variación espacial que registra cada punto de muestreo según avanza el recorrido se lo puede evidenciar en la tabla 60 en la cual se puede percibir que la calidad de agua va reduciendo considerablemente desde el punto 1 al punto 3, de la misma manera en la misma tabla podemos observar la variación temporal que existe en los resultados obtenidos en cada fecha de muestreo.

a. Variabilidad Temporal

A continuación, en la figura 49 podemos observar la variabilidad temporal existente en cada punto de muestreo según su fecha de análisis (noviembre 2020, enero 2021). En cada punto de muestreo se nota un aumento considerable de la calidad del agua al pasar el tiempo de su análisis, en el mes de enero donde las precipitaciones aumentaron considerablemente se registraron valores más altos a comparación de los resultados que se obtuvieron en el primer muestreo realizado en el mes de noviembre en el cual las precipitaciones son insuficientes y el caudal del río Naranjo se mantiene sumamente bajo, a pesar del aumento

considerable en los resultados finales, para el modelo del ICA-NSF esto no representa mayor importancia ya que sus criterios de calidad abarcan rangos sumamente distanciados (ver figura 27). El punto numero 3 considerado como el lugar de captación del proyecto de agua entubada de la comunidad de Cercaloma es el que más variabilidad presenta a lo largo de tiempo de análisis registrando valores de 66.56 en el mes de Noviembre (Primer Muestreo) y 73.79 en el mes de Enero (Ultimo Muestreo) valores sumamente representativos para el modelo ICA-NSF, en este caso puntual la calidad del recurso pasa de estar considerada como de mediana calidad a una buena calidad necesitando solamente una ligera purificación para ser de óptimas condiciones para el consumo humano (Carrillo & Urgilés, 2016)

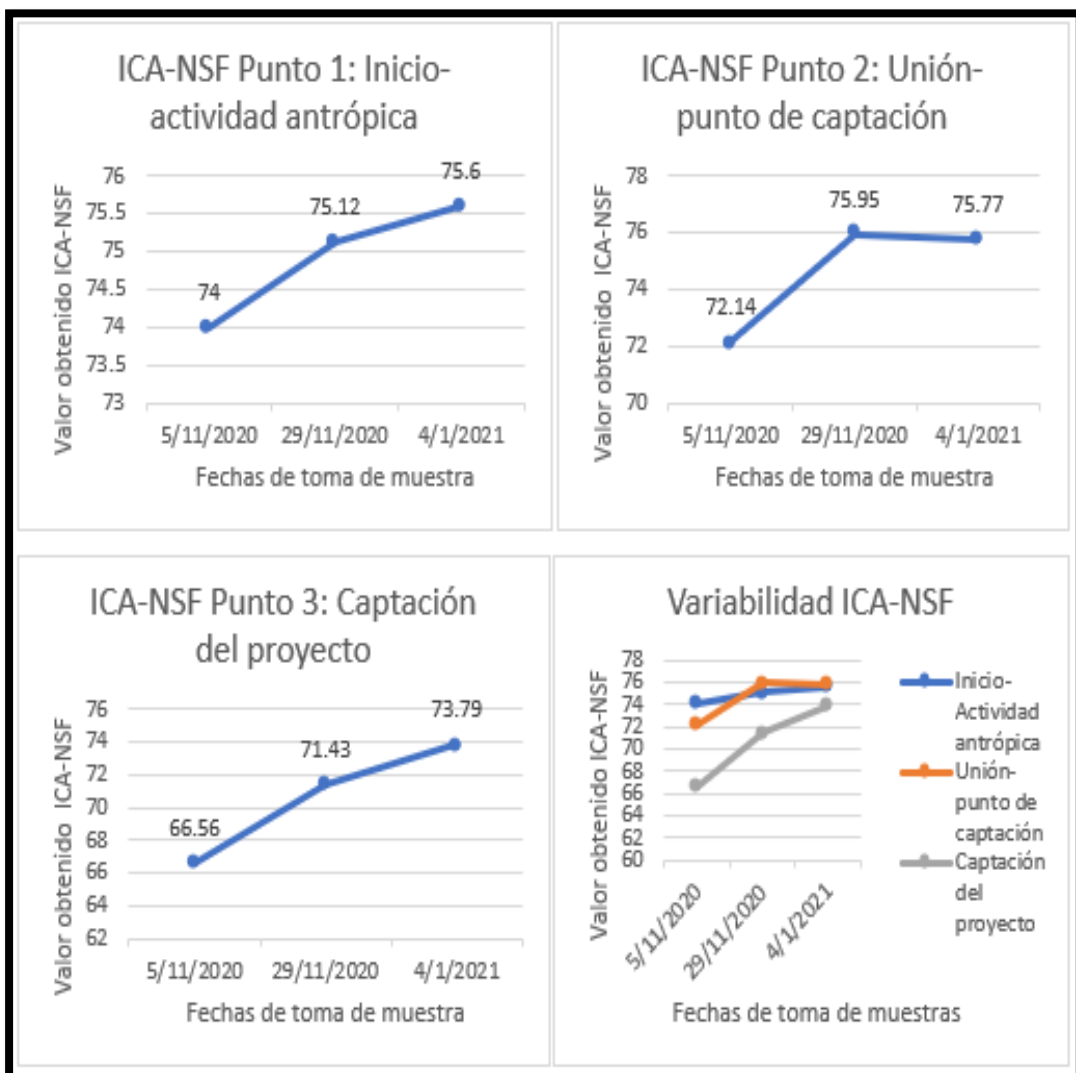


Figura 49: Variabilidad temporal ICA-NSF

a. Variabilidad Espacial

La variabilidad espacial que existe en cada punto de muestreo se puede prestar atención a continuación en la figura 50. Para el asunto del primer muestreo realizado en una época

seca con caudales minimos que abarca los primeros dias de noviembre del año 2020 se puede observar valores altos en su primer punto de toma de muestra que van disminuyendo considerablemente mientras el rio sigue su recorrido (ver figura 8), los valores obtenidos en el primer punto de muestreo conjuntamente con su segundo punto denotan una calidad de agua considerada de buena calidad que necesita una ligera purificación para el consumo humano según el modelo del ICA-NSF(Carrillo & Urgilés, 2016), el problema se genera para el caso de los 3 muestreos realizados; en el lugar de muestreo numero 3, en el cual se puede apreciar que decae drasticamente la calidad del agua a comparacion del punto de toma de muestra numero 1 y 2, para el asunto del segundo y tercer muestreo se puede notar el incremento de calidad de agua en su segundo punto de toma de muestra el cual fue denominado como unión con el punto de captacion. A pesar de la variabilidad existente entre cada punto de toma de muestra los resultados reflejan una calidad de agua considera como “buena” para los 3 muestreos realizados a esepcion del punto numero 3 del primer muestreo; valores que denotan problemas de calidad de agua destinada para el consumo humano.

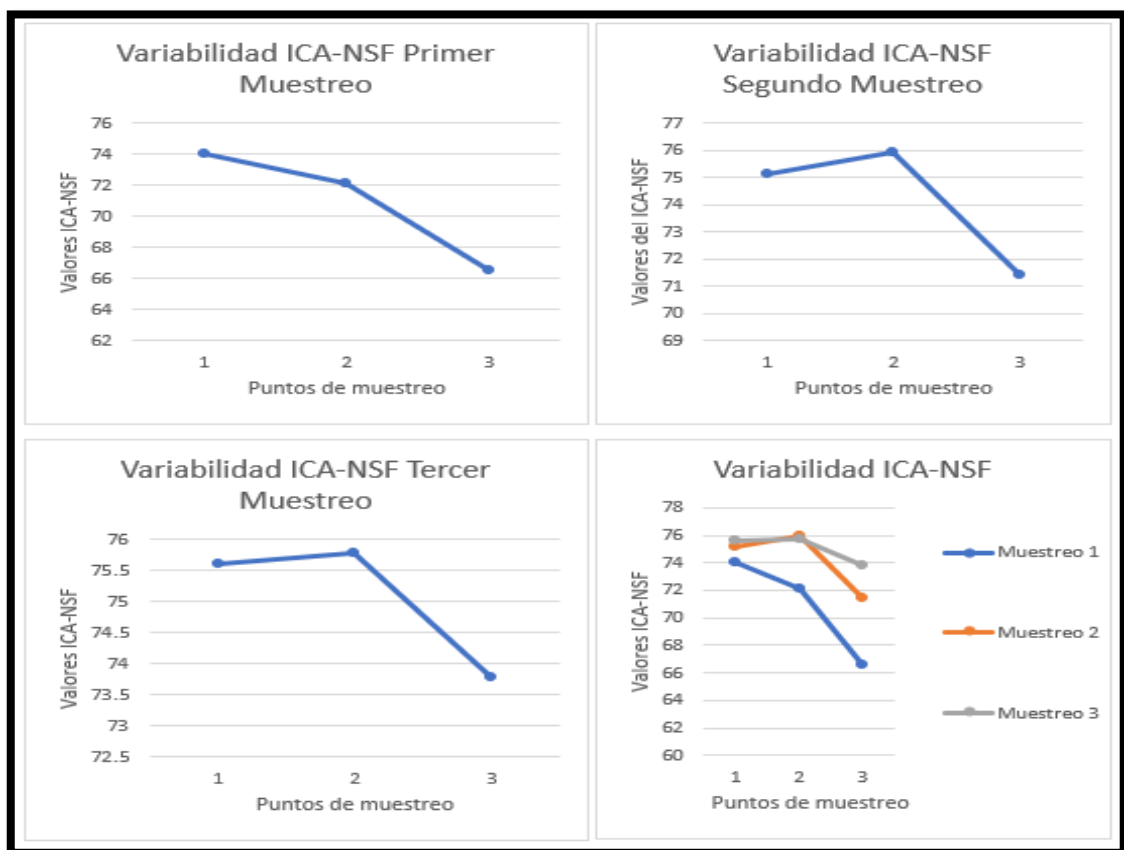


Figura 50: Variabilidad espacial ICA-NSF

4.7 Tabulación de encuestas aplicadas

Los resultados logrados en la aplicación de encuestas como parte del proceso participativo en las comunidades pertenecientes a la microcuenca del río Naranjo se pueden observar de manera clara y concisa en el anexo 22. Al aplicarse un total de 60 encuestas a pobladores de diferentes comunidades o centros poblados se logró determinar los principales problemas existentes en el sitio de estudio los cuales podemos observarlos a continuación en la tabla 61.

Tabla 61: Principales problemas presentes en la zona de estudio

Principales problemas presentes en la zona de estudio	
1	Agua de consumo humano
2	Recolección de residuos solidos
3	Alcantarillado
4	Salud publica
5	Uso del suelo
6	Agua proveniente del río Naranjo (Contaminada)
7	Acceso vial a comunidades

Los datos obtenidos muestran que los problemas presentes en la zona son referentes a los servicios básicos con los que debe de contar una población. Según los pobladores los servicios de salud pública se encuentran en mal estado, su infraestructura presenta condiciones no aptas para brindar atención a la población y el cuerpo médico no cuenta con todos los insumos necesarios.

Los pobladores concuerdan entre sí que la frontera agrícola de la zona de estudio cada vez es menor, la presencia de construcciones es la principal causa de este problema, manifiestan los pobladores que en el sector el tema de la agricultura y ganadería cada día se está quedando en el olvido, la falta de personal para laborar en estas actividades y la nula presencia de soporte por parte de las autoridades pertinentes obligan a la población a que se dediquen a otras actividades económicas. El alto costo del metro cuadrado de terreno conduce a sus dueños a enajenar sus propiedades con el fin de generar de esta manera recursos económicos suficientes para subsistir, dejando de lado el tema de la agricultura y ganadería manifestando que dichas actividades ya no son rentables, para algunos pobladores el uso del suelo actual de la zona no es el adecuado manifestando que hace algún tiempo atrás la mayor parte del sector se dedicaba netamente al tema de la agricultura observándose grandes planicies de cultivos de caña de azúcar, frejol, maíz entre otros

productos típicos de la zona, según ellos plantean que los suelos del cantón y de sus comunidades deberían de seguir siendo para dichos fines ya que aseguran que sus productos eran de excelente calidad y la economía de sus pobladores era mucho mejor.

4.8 Plan de medidas correctivas para la comunidad de Cercaloma

Tabla 62: Plan de medidas correctivas

Plan de medidas correctivas para la comunidad de Cercaloma			
Objetivo	Optimización y mejoramiento del agua de consumo humano		
Problemas presentes	Impacto generado	Medidas propuestas	Resultados esperados
El punto de captación en el río Naranjo, cuenta con un ducto de recolección de un sistema de hormigón armado el cual se encuentra en condiciones deterioradas y no posee un sistema de rejillas ni compuertas metálicas	<ul style="list-style-type: none"> -Perdida de un 30% de agua por fugas en el sistema de hormigón armado -Paso directo de solidos de gran tamaño que obstruyen el paso del agua en su traslado 	<ul style="list-style-type: none"> -Reparar el ducto de recolección y captación de agua mediante un previo análisis técnico e implementar un sistema de rejillas. -Capacitar a personal para un constante monitoreo y limpieza del sistema de captación en el río Naranjo 	<ul style="list-style-type: none"> -Utilizar en un 100 % el sistema de captación de agua sin poseer perdidas del mismo -Disminuir la presencia de solidos de gran tamaño evitando así obstrucciones y reducción del porcentaje de agua conducido a su punto de distribución
El sistema de conducción del agua mediante acequias hacia el punto de captación y distribución presenta problemas de deslizamientos de tierras, presencia de ganado que se hidrata en el mismo sistema o cerca y cultivos característicos de la zona en medio del sistema de conducción.	<ul style="list-style-type: none"> -Turbidez en el agua y presencia de solidos suspendidos -Materia orgánica presente en el agua -Presencia de nitritos en la fuente de captación y distribución 	<ul style="list-style-type: none"> Implementar un método de conducción del agua con la implementación de tuberías de PVC desde el punto de captación del río Naranjo hasta el sistema de captación y distribución del proyecto de agua 	<ul style="list-style-type: none"> Diminución de contaminantes presentes en el agua del punto de captación y distribución del proyecto de agua de consumo humano para la comunidad de Cercaloma

<p>El punto de captación y distribución del agua para consumo humano del proyecto de la población de Cercaloma se halla con cerramiento de protección en pésimo estado, la presencia de aves y animales es muy notoria.</p>	<p>-Presencia de heces fecales en su punto de captación alterando los resultados de materia orgánica en el agua -Aumento de solidos suspendidos en el agua y deterioro del sistema de distribución por el ingreso de animales de gran tamaño</p>	<p>Levantar un nuevo cerramiento con malla metálica e implementación de una cubierta metálica con planchas de fibrocemento con lo cual impedimos el ingreso de animales y aves</p>	<p>Mayor higiene en su punto de captación y distribución evitando así elevar el nivel de contaminantes en este punto</p>
<p>Los depósitos de almacenamiento de agua poseen un sistema de fabricación el cual es mediante hormigón armado y estructura de hierro los mismos que presentan fisuras y desprendimiento del hormigón dejando el hierro en contacto directo con el agua.</p>	<p>Desperdicio del agua almacenada constantemente Generación y presencia de óxidos</p>	<p>-Reparación de los tanques de almacenamiento mediante un análisis técnico para evitar futuros problemas en los mismos -Limpieza y mantenimiento frecuente con personal capacitado</p>	<p>Disminuir la perdida de agua y la presencia de óxidos en los depósitos de almacenamiento del proyecto de agua</p>
<p>La red de distribución está formada por mangueras de polietileno en su 100% de recorrido.</p>	<p>-Desprendimiento de partículas toxicas para el humano -Desperdicio del agua en uniones por ser un material que no soporta presiones</p>	<p>Realizar un análisis técnico para un cambio y mejoramiento de la red de distribución mediante la implementación de tuberías de PVC</p>	<p>Mejorar la calidad del agua para su consumo en su red de distribución y evitar desperdicios en fugas</p>
<p>El problema principal es que este sistema de agua para consumo humano del caserío o comunidad de Cercaloma no posee ningún tipo de</p>	<p>Enfermedades presentes en niños y adultos mayores en su mayoría por ingerir agua de mala calidad</p>	<p>-Realizar un análisis técnico e implementar una planta de tratamiento para el agua de consumo humano -No ingerir directamente el agua del grifo</p>	<p>Mejorar la calidad del agua para consumo humano y evitar la presencia de enfermedad producidas por</p>

tratamiento previo a su distribución
y a su consumo

- Hervir el agua por lo menos 10 minutos, dejarla enfriar y consumirla
- Recolectar el agua en botellas plásticas transparentes y exponerlas al sol durante un lapso de 6 horas continuas
- Aplicación de hipoclorito de uso doméstico (de 2 a 5 gotas en un recipiente de un litro de agua durante un tiempo de 30 minutos)

ingerir un recurso en mal estado o que posea una calidad mala.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

- La microcuenca del río Naranjo se encuentra situada entre los 1040 y 3380 ms.n.m. abarca una extensión territorial de 125.31 km² repartidos entre los cantones de Santa Isabel, Girón y San Fernando presenta una forma considerada como ligeramente alargada, debido a su forma particular esta microcuenca es muy propensa a sufrir inundaciones en su parte baja o conocida técnicamente como “Cuenca Baja”, esto puede suceder cuando en la zona existan eventos con precipitaciones altas o muy altas aumentando de esa manera considerablemente su caudal principal el cual es alimentado por el aporte de su red hídrica que cuenta con 110 corrientes de agua entre perennes e intermitentes las cuales dan origen al río Naranjo, este desemboca sus aguas en la subcuenca del río Rircay.
- Al no ser considerada como una zona de alto riesgo erosivo la microcuenca del río Naranjo se encuentra en un estado de equilibrio y en su fase de madurez, su precipitación media anual se encuentra entre los 34.48 mm de lluvia con una temperatura promedio que alcanza los 14°C según datos obtenidos de estaciones meteorológicas situadas cerca de la zona de estudio, su territorio está formado por suelos en su mayoría de tipo vertisol presentando pendientes consideradas entre muy suaves y suaves respectivamente, en la fracción más elevada de la microcuenca específicamente en su cuenca alta situada en el cantón san Fernando podemos encontrar vegetación arbustiva húmeda, zonas de paramo y pajonal, mientras que en la zona de cuenca media y parte de la baja de la microcuenca encontramos cultivos de caña de azúcar principalmente, de la misma manera en esta zona es donde mayoritariamente se encuentran los asentamientos humanos que forma parte de la microcuenca.
- El territorio de la microcuenca del río Naranjo acoge a 25 centros poblados o comunidades en su perímetro pertenecientes a San Fernando, Santa Isabel y Girón cantones del Azuay, teniendo principal incidencia las comunidades de Abdón Calderón parroquia del cantón Santa Isabel.
- Los problemas presentes en la microcuenca principalmente desde el punto ambiental son: pérdida del límite agrícola o frontera por el cambio o canje de uso de suelo que se está dando en la zona, actividades antropogénicas llevadas a cabo en la parte alta de la microcuenca como lo es la quema de la vegetación están terminando con flora y fauna silvestre, las fuentes hídricas son contaminadas a diario por aguas domiciliarias desechadas por una población inconsciente, zonas agrícolas desechan de la misma

manera sus residuos químicos como pesticidas, fungicidas y herbicidas utilizados en sus cultivos directo en zonas cercanas a fuentes hídricas pequeñas como quebradas y acequias que tarde o temprano llegan al cauce del río Naranjo. Desde el punto social y económico la mayoría de la población no cuenta con recolección de residuos sólidos, sistema de alcantarillado y agua potable pese a que datos generados por los GADS municipales y cantonales digan o manifiesten lo contrario, los sistemas de agua en su mayoría son agua entubada sin tratamiento alguno y los pocos sistemas con tratamiento no poseen un análisis técnico para saber el grado de contaminación de la misma y aplicar un tratamiento adecuado, el sistema de cloración por briquetas de cloro o es el más utilizado en la zona.

- Una de las 25 comunidades pertenecientes a la microcuenca del río Naranjo como lo es la comunidad de Cercaloma posee un sistema de agua entubada que distribuye agua a 48 socios repartidos entre las comunidades La paz de Portovelo y Cercaloma mencionada anteriormente. Según datos obtenidos de la aplicación del índice ICA-NSF en 3 sectores estratégicos situados 2 de ellos directamente en el río Naranjo y uno en su centro de captación y distribución nos indica que su calidad de agua en general y en cada punto de muestreo es considerada como de “Buena calidad” pese a su elevado o alto contenido de materia orgánica en ciertos puntos y la presencia excesiva de coliformes fecales en su punto de captación y posterior distribución.
- La presencia excesiva de coliformes fecales en su punto de captación y distribución es un problema muy preocupante y a la vez alarmante por la inexistencia de interés de los mismos directivos e incluso de su población. La aparición de patógenos en el agua destinada para consumo humano es un tema que generalmente se debe de tratar con suma urgencia ya que es el causante principal de enfermedades que comúnmente se presentan en niños y adultos mayores, dichas enfermedades si no son tratadas a tiempo pueden llegar a causar la muerte. Autoridades del proyecto de agua entubada, de la comunidad y de su parroquia, así como también no poseen conocimiento alguno del líquido vital que están ingiriendo, la falta de conocimiento e interés de mejorar su servicio es notoria en cada uno de sus socios.

CAPÍTULO VI

6. RECOMENDACIONES

- En base a los datos de caracterización y diagnóstico generados por este estudio fabricar un plan óptimo de manejo de la microcuenca del río Naranjo e implementar estudios similares a los efluentes restantes de la zona que forman parte de la subcuenca del río Rircay para posteriormente constituir parte de la cuenca del río Jubones.
- Ejecutar planes de acciones estratégicas sobre el uso adecuado de suelos en cada una de las comunidades de la microcuenca ofertando talleres de enseñanza con buenas prácticas agrícolas para incentivar a la población a permanecer con estos tipos de actividades y volverla su base de economía principal.
- Realizar programas participativos con pobladores de las comunidades en los cuales se genere conciencia ambiental a cerca de todos los beneficios que una microcuenca hidrográfica entrega, promover talleres de cuidado de riveras de ríos e implementación de técnicas agrícolas sustentables y sostenibles para la población evitando así daños irreparables a suelos y fuentes hídricas de la zona
- Implementar un plan de mejoramiento y restauración técnica de cada uno de los sistemas existentes de agua destinada para consumo humano tanto para los proyectos de la parroquia Abdón Calderón como para los existentes en cada cantón de San Fernando, Santa Isabel y Girón con el objetivo de generar un recurso de excelente calidad, incentivando a la priorización y preservación del recurso hídrico.
- Se recomienda a las autoridades de los cantones San Fernando, Santa Isabel y Girón implementar monitoreos continuos en sus sistemas hídricos con la finalidad de mantener un análisis continuo evitando futuras alteraciones de los mismos.
- Verificar por parte de las autoridades pertinentes que los servicios básicos brindados por los GADs parroquiales o cantonales sean de beneficio de su población total y no solo de un grupo minúsculo que se encuentra generalmente situado en sus cabezas ya sean parroquiales o cantonales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, K., & Ballesteros, A. (2019). Estudio Preliminar De La Calidad Del Agua En La Quebrada La Balsa Y Valoración Socioeconómica De La Comunidad Del Vergel (Ibague—2018) [Universidad de Cundinamarca].
<http://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/1985/Estudio%20Preliminar%20De%20La%20Calidad%20Del%20Agua%20En%20La%20Quebrada%20La%20Balsa%20Y%20Valoraci%3bn%20Socioecon%3b3mica%20De%20La%20Comunidad%20Del%20Vergel%20%28Ibague%3a9%20-%202018%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aguirre, N. (2007). MANUAL PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS.
https://www.academia.edu/31926541/Universidad_Nacional_de_Loja
- Albarracín, S. (2019). PROPUESTA DE MANEJO INTEGRAL DE LA SUBCUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO YANUNCAY, PROVINCIA DEL AZUAY. Universidad Politécnica Salesiana.
- Anaya, O. (2012). CARACTERIZACION MORFOMETRICA DE LA CUENCA HIDROGRAFICA CHINCHAO, DISTRITO DE CHINCHAO, PROVINCIA DE HUANUCO, REGION HUANUCO [Universidad Nacional Agraria de la Selva].
https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/CARACTERIZACION%20MORFOMETRICA%20DE%20LA%20CUENCA%20HIDROGRAFICA%20CHINCHAO%2C%20DISTRITO%20DE%20CHINCHAO%2C%20PROVINCIA%20DE%20HUANUCO%2C.pdf
- Araujo, A., & Cabrera, F. (2009). Propuesta de un plan de manejo integral de la cuenca del Río Casacay en el Cantón Pasaje, Provincia de El Oro mediante la Utilización de herramientas SIG [SANGOLQUÍ / ESPE / 2009]. <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/1012>
- Avecillas, L. (2012). CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICO DEL ESTERO SALADO ENTRE EL PUENTE DE LA AVENIDA KENNEDY Y EL PUENTE 5 DE JUNIO EFECTUADO EN EL PERIODO AGOSTO-OCTUBRE DEL AÑO 2012. UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.

- Aznar, A., & Alonso, Á. (2000). DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA CALIDAD DE LAS AGUA. 12.
- Baque, R., Simba, L., González, B., Suatunce, P., Diaz, E., & Cadme, L. (2016). Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador. 9, 109-117.
- Bellido, J., Barcellos, C., do Santos, F., & Bastos, F. (2010, agosto). Saneamiento ambiental y mortalidad en niños menores de 5 años por enfermedades de transmisión hídrica en Brasil. Revista Panamericana de Salud Pública, 28, 114-120.
- Bolaños, J., Cordero, G., & Segura, G. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). Revista Tecnología en Marcha, 30(4), 15.
<https://doi.org/10.18845/tm.v30i4.3408>
- Borja, P. (2014). Crecimiento de teca (*Tectona grandis* L.) en diferentes Inceptisoles, en la hacienda El Belén del Sector Boyería, Cantón Palenque, Provincia de Los Ríos [Escuela Superior Politécnica Del Litoral]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/89338/D-79931.pdf>
- Bravo, A. (2019). PROPUESTA DE MANEJO INTEGRAL PARA LA MICROCUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO BURGAY BAJO, PROVINCIA DEL CAÑAR [Universidad Politécnica Salesiana].
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17934>
- Campaña, R., & Gualoto, E. (2015). Evaluación Físico-Química y Microbiológica de la calidad del agua de los ríos Machángara y Monjas de la red hídrica del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) [Universidad Politécnica Salesiana].
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10617/1/UPS-QT08465.pdf>
- Carrillo, M., & Urgilés, P. (2016). DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ICA-NSF DE LOS RÍOS MAZAR Y PINDILIG [Universidad de Cuenca].
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23518>

- Cerignoni, F. J., & Rodrigues, V. A. (2015). Análisis morfométrico de la microcuenca "C" núcleo Cunha, São Paulo, Brasil. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, 41, 355-366.
- Cirujeda, J. (2019). Aguas residuales urbanas. Editorial Elearning, S.L.
- Contreras, T., Contreras, J., Corti, M., De Sousa, J., Durán, M., & Escalante, M. (2008). EL AGUA UN RECURSO PARA PRESERVAR. 27.
- Cordón, U., Johnson, W., & Cordón, E. (2008, noviembre). Diagnóstico biofísico y socioeconómico de la cuenca Bilwi Tingni, Puerto Cabezas, RAAN. Ciencia e Interculturalidad, 2.
- Córdova, M. (2016). Parámetros geomorfológicos de cuencas hidrográficas.
https://www.prontubeam.com/articulos/articulos.php?Id_articulo=26
- Duarte, F. (2015). DIAGNÓSTICO DE LA MICROCUENCA LOS AMATES, CUENCA GRANDE DE ZACAPA. Universidad Rafael Landívar.
- Faicán, L., & Galán, M. (2011). COSTO DE LA TIERRA EN LA PARROQUIA ABÓN CALDERÓN VALLE DE YUNGUILLA DESDE EL AÑO 2001 AL 2011 [Universidad de Cuenca].
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/1967/1/thg419.pdf>
- Faustino, J. (1996). GESTION AMBIENTAL PARA EL MANEJO DE CUENCAS MUNICIPALES. Bib. Orton IICA / CATIE.
- Faustino, J., & Jiménez, F. (2000). Manejo de Cuencas Hidrográficas. Bib. Orton IICA / CATIE.
- GAD Abdón Calderón-La Unión. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial ACTUALIZACION 2015 Parroquia Abdón Calderón-la Unión.
<https://multimedia.planificacion.gob.ec/PDOT/descargas.html>
- GAD El Carmen de Pijilí. (2014). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial «El Carmen de Pijilí».
- GAD Girón. (2014). Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Girón 2014-2019.
<https://multimedia.planificacion.gob.ec/PDOT/descargas.html>
- GAD La Asunción. (2015). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia La Asunción. <https://multimedia.planificacion.gob.ec/PDOT/descargas.html>

- GAD San Fernando. (2015). Actualización del Plan de Ordenamiento Territorial del cantón San Fernando. <https://multimedia.planificacion.gob.ec/PDOT/descargas.html>
- GAD Santa Isabel. (2015). Actualización del Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Santa Isabel. <https://multimedia.planificacion.gob.ec/PDOT/descargas.html>
- García, A., Campos, J., Villalobos, R., & Solórzano, R. (2005). Enfoques de manejo de recursos naturales a escala de paisaje: Convergencia hacia un enfoque ecosistémico. CATIE.
- García, T. (2012). PROPUESTA DE ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA PARA ECOSISTEMAS HÍDRICOS DE CHILE. Universidad de Chile.
- Gaspari, F., Rodríguez, A., Senisterra, G., Delgado, M., & Besteiro, S. (2013). Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas (Vol. 1). Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). <https://doi.org/10.35537/10915/27877>
- Gaspari, F., Rodríguez, A., Senisterra, G., Denegri, G., Besteiro, S., & Delgado, M. (2012). Caracterización morfométrica de la cuenca alta del río Sauce Grande, Buenos Aires, Argentina. AUGMDOMUS, 4. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/25777>
- González, A. (2019). Evaluación de la calidad de agua captada para el abastecimiento a la ciudad de Baños de Agua Santa mediante el ICA-NSF [Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/18145>
- Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). 163-173.
- Guzmán, S., Herrera, D., Tapia, B., Real, M., Gallegos, A., Jimbo, D., Álvarez, A., Cordero, J., Albarracín, S., Álvarez, R., & Álvares, C. (2020). Análisis situacional integral de salud-centro de salud de Abdón Calderón «La Unión».
- IGM. (2021). Cartografía de Libre Acceso. Obtenido de Geoportal IGM: <http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/>
- INAMHI. (2021). Geoinformación Hidrometeorológica – Institutos. <https://www.serviciometeorologico.gob.ec/geoinformacion-hidrometeorologica/>

- INEC. (2010). Censo de Población y Vivienda del Ecuador. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Censo. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/descargas-de-inec/>
- Jiménez, B. (2001). La Contaminación Ambiental en México. Editorial Limusa.
- Jiménez, M. (2017). Caracterización y diagnóstico preliminar en la microcuenca del río Siquiares, Alajuela, para promover su manejo apropiado [CATIE, Turrialba (Costa Rica)].
<http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr:80/handle/11554/8693>
- Juca, M. (2011). ANÁLISIS GEOGRÁFICO Y DEMOGRÁFICO DE LOS CANTONES: SAN FERNANDO Y SANTA ISABEL [Universidad de Cuenca]. [file:///C:/Users/Hp/Downloads/TESIS%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Hp/Downloads/TESIS%20(2).pdf)
- Lozano, W. (2013). Calidad fisicoquímica del agua.: Métodos simplificados para su muestreo y análisis. Universidad Piloto de Colombia.
- Lux, B. (2021). Conceptos básicos de Morfometría de Cuencas Hidrográficas.
- Mancheno, G., & Ramos, C. (2015). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA QUEBRADA HUARMIYACU DEL CANTÓN URCUQUÍ, PROVINCIA DE IMBABURA PARA EL PREDISEÑO DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LAS POBLACIONES DE SAN BLAS Y URCUQUÍ [ESCUELA POLITECNICA NACIONAL].
<https://1library.co/document/qo5l32my-evaluacion-huarmiyacu-urcuqui-provincia-imbabura-prediseno-potabilizacion-poblaciones.html>
- Marchand, E. (2021). Microorganismos indicadores de la calidad de agua de consumo humano en Lima Metropolitana.
https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/basic/marchand_p_e/anteced.htm
- Morales, M., & Villagómez, N. (2013). ENFERMEDADES PREVALENTES RELACIONADAS CON LA CALIDAD DE AGUA QUE UTILIZAN PARA EL CONSUMO HUMANO, LOS POBLADORES DE LA COMUNIDAD LA CALERA, CANTÓN COTACACHI EN EL PERÍODO DE NOVIEMBRE 2012 A NOVIEMBRE DEL 2013.

- Moreira, A., Mirandola, P., Pinto, A., Salinas, E., & Oliveira, I. (2020). Manejo integrado de cuencas hidrográficas: Posibilidades y avances en los análisis de uso y cobertura de la tierra. <https://www.proquest.com/docview/2361999465/5892879A49D0483DPQ/4>
- Palta, A. (2014). Plan de ordenamiento territorial de la parroquia Abdón Calderón y su articulación al PDOT cantonal [Universidad de Cuenca]. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/5079/1/TESISPDF.pdf>
- Peñafiel, A. (2014). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO TOMBAMBA MEDIANTE EL ÍNDICE ICA DEL INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA [Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/20919/1/tesis.pdf>
- Pourrut, P. (1983). LOS CLIMAS DEL ECUADOR-FUNDAMENTOS EXPLICATIVOS.
- Quilumbaqui, C. (2017). Determinación de la concentración de elementos mayores en dieciocho ríos de la provincia de Pichincha, Ecuador [San Francisco de Quito]. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7047/1/135154.pdf>
- Ramakrishna, B. (1997). ESTRATEGIA DE EXTENSION PARA EL MANEJO INTEGRADO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS: CONCEPTOS Y EXPERIENCIAS. IICA.
- Ramírez, J. (2015). ALTERNATIVAS DE MANEJO SUSTENTABLE DE LA SUBCUENCA DEL RÍO PITURA, PROVINCIA DE IMBABURA. ECUADOR. [Tesis, Universidad Nacional de La Plata]. <https://doi.org/10.35537/10915/49801>
- Ramos, L. M., Vidal, L., Vilardy, S., & Saavedra, L. (2008). ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA (COLIFORMES TOTALES Y FECALES) EN LA BAHÍA DE SANTA MARTA, CARIBE COLOMBIANO. *Acta Biológica Colombiana*, 13(3), 87-98.
- Rizo, R., Romero, L., & Zeledón, J. (2011). Caracterización biofísica y socioeconómica de la microcuenca La Jabonera, perteneciente a la subcuenca del Río Estelí [Other, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua]. <https://repositorio.unan.edu.ni/1853/>
- Robles, M. (2016). Desarrollo agrícola y acceso a la tierra de los jóvenes en el sector rural del Cantón Santa Isabel. Lineamientos para una política pública local de reapropiación en la

- Organización UNOCSSI [Universidad Técnica Particular de Loja].
http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/16360/1/Robles_Matute_Mariela_Beatriz.pdf
- Romero, B. C., Gaspari, F. J., Martín, A., Vagaría, R., González, F. M. C., & Téllez, J. (2015). Análisis morfométrico de la cuenca hidrográfica del río Cuale, Jalisco, México. 10.
- S. Fadda, G., & De Ullivarri, J. (2017). Guía de estudio Cartografía de suelos. 2017.
www.edafologia.com.ar
- Saint, A., & Mota, J. (2004). DESARROLLO DE UNA RED NEURONAL PARA ESTIMAR EL OXÍGENO DISUELTOS EN EL AGUA A PARTIR DE INSTRUMENTACIÓN DE E.D.A.R. 7.
- Samaniego, G. (2019). Análisis de la calidad de agua de la microcuenca del río Alcacay Como herramienta de gestión e los recursos hídricos [Universidad de Cuenca].
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/32280/1/Trabajo%20de%20titulaci%203%b3n.pdf>
- Samboni, N., Carvajal, Y., & Escobar, J. C. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. 27, 10.
- Sánchez, A., & Gándara (Eds.). (2011). Conceptos básicos de gestión ambiental y desarrollo sustentable. Instituto Nacional de Ecología.
- Severiche, C., Castillo, M., & Acevedo, R. (2013). MANUAL DE METODOS ANALÍTICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS BASICOS EN AGUAS.
<https://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1326/index.htm>
- SIGTIERRAS. (2016). CATALOGO DE METADATOS DE SIGTIERRAS - SIGTIERRAS - MAGAP.
http://metadatos.sigtierras.gob.ec:8080/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/Ficha_geomorfologia_10052016
- SIGTIERRAS. (2017). SIGTIERRAS, Sistema Nacional de información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica (2017). Memoria explicativa del Mapa de Órdenes de Suelos del Ecuador. Quito, Ecuador.

- http://metadatos.sigtierras.gob.ec/pdf/MEMORIA_MAPA_DE_ORDENES_DE_SUELOS_MAG_SIGTIERRAS.pdf
- SNI. (2021). Sistema Nacional de Información. <https://sni.gob.ec/inicio>
- Sterling, A., Santos, M., & Rueda, M. (1999). IMPACTO AMBIENTAL EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS METODOLOGIA PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS.
https://repositorio.sena.edu.co/sitios/impacto_ambiental_cuencas_hidrograficas/#
- Suplemento del Registro Oficial No. 428. (2015). ACUERDO No. 00005212 (SE EXPIDE LA TIPOLOGIA SUSTITUTIVA PARA HOMOLOGAR LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD POR NIVELES DE ATENCION Y SERVICIOS DE APOYO DEL SISTEMA NACIONAL DE SALUD).
- Tambo, C. (2015). PROPUESTA DE UN ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN PARA LOS HUMEDALES CAPITALINOS. Universidad Santo Tomás.
- Tenesaca, L., & García, M. (2017). Evaluación de la calidad de agua del sector Leg Abuga y oriente bajo, de la parroquia Bayas del cantón Azogues [Universidad de Cuenca].
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28174>
- UNESCO. (2019). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019: No dejar a nadie atrás. UNESCO Publishing.
- Vázquez, M., Mancheno, A., Álvarez, C., Prehn, C., Cevallos, C., & Ortiz, L. (2019). CUENCAS HIDROGRÁFICAS (Primera). Abya-Yala.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19038/1/Cuencas%20hidrogr%C3%A1ficas.pdf>
- Vélez, P. (2012). COMPRBACIÓN DE LAS CORRELACIONES DE LA PRESIÓN DE EXPANSIÓN CON LAS PROPIEDADES ÍNDICES EN SUELOS DEL SECTOR CHALLUABAMBA, CUENCA, RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES [Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/2558>

Zambrana, Y. (2008). PLAN DE MANEJO Y GESTIÓN DE LA SUBCUENCA DEL RÍO SAN FRANCISCO

Matagalpa-Nicaragua [Universidad Nacional Agraria].

<https://repositorio.una.edu.ni/1121/1/tnp10z24.pdf>

Zhicay, J. (2020). Caracterización morfométrica y estudio hidrológico de la microcuenca del río San

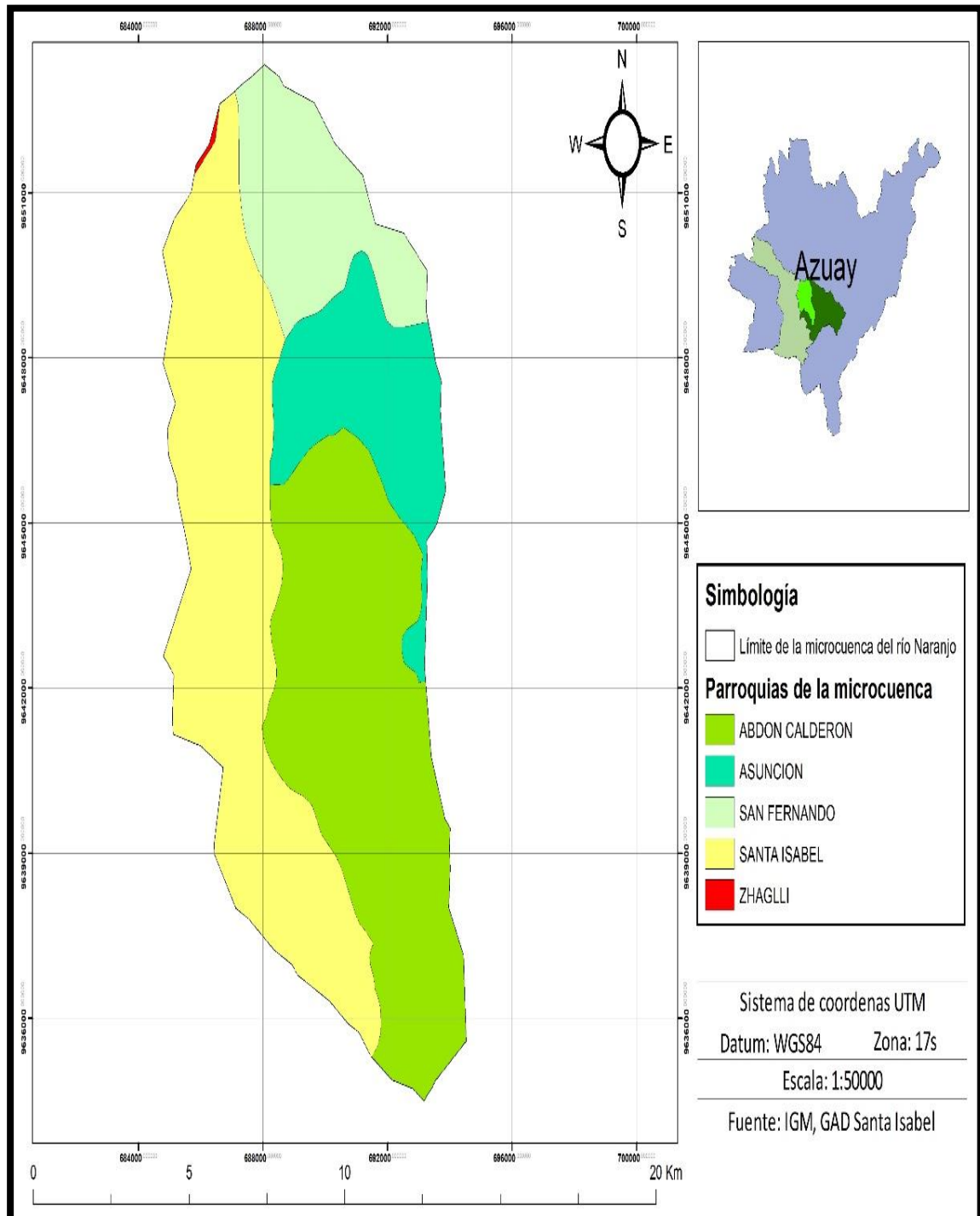
Francisco, cantón Gualaceo. 120.

Zumbado, F., & Mesén, R. (2018). Gestión de cuencas y turismo. Caso de la cuenca—ProQuest.

<https://www.proquest.com/docview/2318594107/5892879A49D0483DPQ/6>

ANEXOS

Anexo 1: Parroquias que forman parte de la microcuenca del río Naranjo



Anexo 2: Centros educativos a nivel parroquial de la microcuenca del río Naranjo

CANTÓN	PARROQUIA	UNIDAD EDUCATIVA	DIRECCION	NIVEL DE EDUCACION	SOSTENIMIENTO	NUMERO TOTAL DE ESTUDIANTES
GIRON	ASUNCION	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA BENIGNO JARA	CASERIO LENTAG	Inicial y EGB	Fiscal	133
GIRON	ASUNCION	UNIDAD EDUCATIVA REMIGIO CRESPO TORAL	CENTRO PARROQUIAL	Inicial, Educación Básica y Bachillerato	Fiscal	404
GIRON	ASUNCION	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA HUMBERTO LEÓN POZO	TUNCAY	Educación Básica	Fiscal	25
GIRON	ASUNCION	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA 2 DE AGOSTO	CASERIO LAS NIEVES	Educación Básica	Fiscal	20
GIRON	ASUNCION	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA LUIS MANUEL CARPIO FLORES	CASERIO AROZHUMA	Educación Básica	Fiscal	20
GIRON	ASUNCION	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA ANTONIO JOSE DE SUCRE	CASERIO PICHANILLAS	Educación Básica	Fiscal	11

SANTA ISABEL	SANTA ISABEL (CHAGUARURCO)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA 10 DE DICIEMBRE	HUASIPAMBA (CASERIO)	Educación Básica	Fiscal	18
SANTA ISABEL	SANTA ISABEL (CHAGUARURCO)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA VEINTE DE ENERO	ROLANDO SARMIENTO RODRIGO PALACIOS	Inicial y EGB	Fiscal	328
SANTA ISABEL	SANTA ISABEL (CHAGUARURCO)	UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL LA INMACULADA	24 DE MAYO 2270143 FIDEL ROSALES	Inicial y EGB	Fiscomisional	363
SANTA ISABEL	SANTA ISABEL (CHAGUARURCO)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA MANUEL IGNACIO OCHOA	SULUPALI GRANDE	Inicial y EGB	Fiscal	31
SANTA ISABEL	SANTA ISABEL (CHAGUARURCO)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA ISABEL DE CASTILLA	MANABI FIDEL ROSALES	Inicial y EGB	Fiscal	314
SANTA ISABEL	SANTA ISABEL (CHAGUARURCO)	UNIDAD EDUCATIVA EMILIANO HINOSTROZA	CAÑARIBAMBA	Inicial, Educación Básica y Bachillerato	Fiscal	164
SANTA ISABEL	SANTA ISABEL (CHAGUARURCO)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA FERNANDO DE ARAGON	RAFAEL GALARZA 00 MANABI	Inicial y EGB	Fiscal	713
SANTA ISABEL	SANTA ISABEL (CHAGUARURCO)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA SERGIO RAUL VALVERDE	COMUNIDAD DE GUAYARA BARRIO CENTRAL DE GUAYARA	Educación Básica	Fiscal	48

SANTA ISABEL	SANTA ISABEL (CHAGUARURCO)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA RAFAEL VINTIMILLA JARA	JUBONES	Inicial y EGB	Fiscal	48
SANTA ISABEL	SANTA ISABEL (CHAGUARURCO)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA PRIMERO DE JUNIO	CHALCALO	Educación Básica	Fiscal	12
SANTA ISABEL	SANTA ISABEL (CHAGUARURCO)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA ALBERTO RODRIGO PALACIOS PALACIOS	CASERIO LUNDUMA	Educación Básica	Fiscal	13
SANTA ISABEL	SANTA ISABEL (CHAGUARURCO)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA FEDERICO VALENCIA	CASERIO PATA PATA	Educación Básica	Fiscal	18
SANTA ISABEL	SANTA ISABEL (CHAGUARURCO)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA ROBERTO PALACIOS CORREA	EL TABLON	Inicial y EGB	Fiscal	15
SANTA ISABEL	SANTA ISABEL (CHAGUARURCO)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA PRESIDENTE JOSÉ LUIS TAMAYO	CASERIO SAN PEDRO	Educación Básica	Fiscal	36
SANTA ISABEL	SANTA ISABEL (CHAGUARURCO)	UNIDAD EDUCATIVA SANTA ISABEL	AVENIDA RAFAEL GALARZA Y CESAR CASTILLO S/N JUNTO AL HOSPITAL	Inicial, Educación Básica y Bachillerato	Fiscal	1267
SANTA ISABEL	SANTA ISABEL (CHAGUARURCO)	UNIDAD DE EDUCACIÓN ESPECIAL FISCOMISIONAL	FIDEL ROSALES CESAR CASTILLO Y MANABI	Inicial y EGB	Fiscomisional	49


LUIS ALBERTO LUNA TOBAR						
SANTA ISABEL	SANTA ISABEL (CHAGUARURCO)	UNIDAD EDUCATIVA FISCOMISIONAL JOSE MARIA VELAZ	RAFAEL GALARZA S/N CESAR CASTILLO	EGB y Bachillerato	Fiscomisional	258
SANTA ISABEL	SANTA ISABEL (CHAGUARURCO)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA JOSE ALVEAR	DANDAN SANTA ISABEL	Educación Básica	Fiscal	9
SANTA ISABEL	SANTA ISABEL (CHAGUARURCO)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA JUAN DE SALINAS	CASERIO SAN ALFONSO	Educación Básica	Fiscal	15
SANTA ISABEL	ABDON CALDERON (LA UNION)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA JOSE FELIX VALDIVIESO	CASERIO SULUPALI CHICO ZONA DE DIFICIL ACCESO	Educación Básica	Fiscal	9
SANTA ISABEL	ABDON CALDERON (LA UNION)	UNIDAD EDUCATIVA JAIME ROLDOS AGUILERA	LA UNION	Inicial, Educación Básica y Bachillerato	Fiscal	965
SANTA ISABEL	ABDON CALDERON (LA UNION)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA JUAN M JARAMILLO	SAN ANTONIO	Educación Básica	Fiscal	52
SANTA ISABEL	ABDON CALDERON (LA UNION)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA CESAR TORRES	GUALDELEG	Educación Básica	Fiscal	17
SANTA ISABEL	ABDON CALDERON (LA UNION)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA AMADOR SARMIENTO	TOBACHIRI	Educación Básica	Fiscal	20

SANTA ISABEL	ABDON CALDERON (LA UNION)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA GABRIEL GARCIA MORENO	CERCALOMA	Educación Básica	Fiscal	37
SANTA ISABEL	ABDON CALDERON (LA UNION)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA JUAN ELJURI CHICA	CATAVIÑA	Educación Básica	Fiscal	3
SANTA ISABEL	ABDON CALDERON (LA UNION)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA CARLOS JULIO AROSEMENA TOLA	CASERIO TOPALY	Educación Básica	Fiscal	6
SANTA ISABEL	ZHAGLLI (SHAGLLI)	ESCUELA DE EDUCACION BASICA PICHILCAY	PICHILCAY	Educación Básica	Fiscal	11
SANTA ISABEL	ZHAGLLI (SHAGLLI)	UNIDAD EDUCATIVA SAN PEDRO DE SHAGLLI	SHAGLLI	Inicial, Educación Básica y Bachillerato	Fiscal	149
SANTA ISABEL	ZHAGLLI (SHAGLLI)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA HECTOR GONZALO CHICA ESPINOZA	LA LIBERTAD DE SHAGLLI	Educación Básica	Fiscal	18
SANTA ISABEL	ZHAGLLI (SHAGLLI)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA BENJAMIN CARRION	RECINTO HUERTAS	Inicial y EGB	Fiscal	79
SANTA ISABEL	ZHAGLLI (SHAGLLI)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA ALFREDO BAQUERIZO MORENO	NAZARIE	Educación Básica	Fiscal	15

SANTA ISABEL	ZHAGLLI (SHAGLLI)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA EMILIO ESTRADA	CASERIO AURIN	Educación Básica	Fiscal	16
SANTA ISABEL	ZHAGLLI (SHAGLLI)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA LEÓN DE LA PIEDRA	PEDERNALES COMUNIDAD	Educación Básica	Fiscal	15
SANTA ISABEL	ZHAGLLI (SHAGLLI)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA EMILIO DELGADO CABRERA	SARAMALOMA	Educación Básica	Fiscal	6
SANTA ISABEL	ZHAGLLI (SHAGLLI)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA RICARDO MUÑOZ DÁVILA	HORNILLOS (COMUNIDAD)	Educación Básica	Fiscal	15
SANTA ISABEL	ZHAGLLI (SHAGLLI)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA 12 DE OCTUBRE	CASERIO CEBADAS	Inicial y EGB	Fiscal	45
SANTA ISABEL	ZHAGLLI (SHAGLLI)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA UNION CAMPESINA	CASERIO CUEVAS	Educación Básica	Fiscal	8
SANTA ISABEL	ZHAGLLI (SHAGLLI)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA QUINCE DE OCTUBRE	SANTA TERESA	Educación Básica	Fiscal	7
SANTA ISABEL	ZHAGLLI (SHAGLLI)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA 28 DE AGOSTO	COMUNIDAD BUENAVISTA	Educación Básica	Fiscal	14
SANTA ISABEL	ZHAGLLI (SHAGLLI)	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA 5 DE AGOSTO	CASERIO SANTA ROSA	Educación Básica	Fiscal	21
SAN FERNANDO	SAN FERNANDO	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA FRANCISCO CORONEL TAPIA	PACAY	Educación Básica	Fiscal	13

SAN FERNANDO	SAN FERNANDO	UNIDAD EDUCATIVA GALO PLAZA LASSO	JOSE MARIA QUITO S/N CALLE SANTIAGO DE SAN FERNANDO Y MUNICIPAL	EGB y Bachillerato	Fiscal	326
SAN FERNANDO	SAN FERNANDO	ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA JUAN GIRON SANCHEZ	SUCRE SN 10 DE AGOSTO Y JESUS DE ARRIAGA	Inicial y EGB	Fiscal	373

Anexo 3: Resultado de análisis de laboratorio muestra 1 PTAP del cantón Santa Isabel



GAD Municipal
Santa Isabel
 Trabajamos con Transparencia

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTON SANTA ISABEL.

RESULTADO DE ANALISIS # : A011-C-EMAPASI-CR-2020
RESULTADO DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL AGUA.

FECHA DE TOMA DE MUESTRAS: 5/11/2020
FECHA DE ANALISIS: 5/11/2020

ATENCION: Sr. Edison Tapia.

REFERENCIA: MUESTRAS DEL RIO NARANJOS-CANTON SANTA ISABEL.


PARAMETRO	UNIDADES	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	VALORES SEGUN NORMA INEN 1108-2014 (VI)
COLOR	(Pt-Co)	48	36	57	15
TURBIEDAD	NTU	1.34	1.72	2.04	5
PH	H	8.7	8.3	7.7	6.5-8.0
NITRATOS	mg/l NO3	3.7	3.6	6.1	50
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/l	65	69	325	500-1000

P1: INICIO-ACTIVIDAD ANTROPICA
 P2: UNION-PUNTO DE CAPTACION
 P3: CAPTACION DEL PROYECTO

RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLÓGICO.


PARAMETRO	UNIDAD	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	VALORES SEGUN NORMA INEN 1108-2014 (VI)
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	2.2	5.1	1.1	< 1.1
COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	12	16	36	< 1,1

Atentamente,


 Ing. Cristina Ramón.
TECNICA DEL GAD. MUNICIPAL SANTA ISABEL.

EMAPA - 31
 Empresa Pública
 RUC: 0110001730001

Anexo 4: Resultado de análisis de laboratorio muestra 2 PTAP del cantón Santa Isabel



GAD Municipal
Santa Isabel
 Trabajamos con Transparencia

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTON SANTA ISABEL.

RESULTADO DE ANALISIS #: A012-C-EMAPASI-CR-2020
RESULTADO DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL AGUA.

FECHA DE TOMA DE MUESTRAS: 29/11/2020
FECHA DE ANALISIS: 30/11/2020

ATENCION: Sr. Edison Tapia.

REFERENCIA: MUESTRAS DEL RIO NARANJOS-CANTON SANTA ISABEL.


PARAMETRO	UNIDADES	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	VALORES SEGUN NORMA INEN 1108-2014 (VI)
COLOR	(Pt-Co)	109	107	218	15
TURBIEDAD	NTU	1.63	1.57	13.4	5
PH	H	8.7	7.8	7.6	6.5-8.0
NITRATOS	mg/l NO3	4.3	3.9	13.6	50

P1: INICIO-ACTIVIDAD ANTROPICA
 P2: UNION-PUNTO DE CAPTACION
 P3: CAPTACION DEL PROYECTO

RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLOGICO.


PARAMETRO	UNIDAD	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	VALORES SEGUN NORMA INEN 1108-2014 (VI)
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	9.2	12	12	< 1.1

Atentamente,


 Ing. Cristina Ramon.
 TECNICA DEL GAD. MUNICIPAL SANTA ISABEL.

EMAPA - SI
 Empresa Pública
 RUC 0160061730001

Anexo 5: Resultado de análisis de laboratorio muestra 3 PTAP del cantón Santa Isabel



GAD Municipal
Santa Isabel
 Trabajamos con Transparencia

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTON SANTA ISABEL.

RESULTADO DE ANALISIS #: A001-C-EMAPASI-CR-2021
RESULTADO DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL AGUA.

FECHA DE TOMA DE MUESTRAS: 4/1/2021
FECHA DE ANALISIS: 5/1/2021

ATENCION: Sr. Edison Tapia.

REFERENCIA: MUESTRAS DEL RIO NARANJOS-CANTON SANTA ISABEL.


PARAMETRO	UNIDADES	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	VALORES SEGU NORMA INEN 1108-2014 (M)
COLOR	(Pt-Co)	196	113	173	15
TURBIEDAD	NTU	6.73	6.07	2.95	5
PH	H	8.3	8.2	7.6	6.5-8.5
NITRATOS	mg/l NO3	16.8	20.7	18.9	50

P1: INICIO-ACTIVIDAD ANTROPICA
 P2: UNION-PUNTO DE CAPTACION
 P3: CAPTACION DEL PROYECTO

RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLOGICO.

PARAMETRO	UNIDAD	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	VALORES SEGU NORMA INEN 1108-2014 (VI)
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	6.9	16.1	23	< 1.1

Atentamente.


 Ing. Cristina Ramon.
 TECNICA DEL GAD. MUNICIPAL SANTA ISABEL.

Anexo 6: Resultado de laboratorio muestra 1 CIITT Universidad Católica de Cuenca

Resultados de análisis CIITT Universidad Católica de Cuenca					
Fecha de análisis	Muestra 1				
	Parámetro	Unidades	Punto 1	Punto 2	Punto 3
6/11/2020	Fosfatos	mg/L	0.43	0.2	0.49
	DBO5	mg/L	30	25	24

Anexo 7: Resultado de laboratorio muestra 2 CIITT Universidad Católica de Cuenca

Resultados de análisis CIITT Universidad Católica de Cuenca					
Fecha de análisis	Muestra 2				
	Parámetro	Unidades	Punto 1	Punto 2	Punto 3
30/11/2020	Solidos suspendidos	mg/L	85	28	25
	Solidos disueltos totales	mg/L	343	72	72
	Fosfatos	mg/L	1	0.6	0.29
	DBO5	mg/L	No Detectable	No Detectable	1.4
	Coliformes fecales	NMP/100mL	13	21	49
	Conductividad	µS/cm	685	144	143

Anexo 8: Resultado de laboratorio muestra 3 CIITT Universidad Católica de Cuenca

Resultados de análisis CIITT Universidad Católica de Cuenca					
Fecha de análisis	Muestra 3				
	Parámetro	Unidades	Punto 1	Punto 2	Punto 3
5/1/2020	Solidos suspendidos	mg/L	125	55	58
	Solidos disueltos totales	mg/L	355	120	125
	Fosfatos	mg/L	0.02	0.23	0.22
	DBO5	mg/L	3.5	3.3	2.5
	Coliformes fecales	NMP/100mL	23	31	43
	Conductividad	µS/cm	552	320	310

Anexo 9: Resultados de análisis in situ muestra 1

Resultados de análisis in situ					
Fecha de análisis	Muestra 1				
	Parámetro	Unidades	Punto 1	Punto 2	Punto 3
5/11/2020	pH	U pH	5.96	5.55	6.18
	Oxígeno Disuelto	mg/L	8.26	8.19	5.54
		% Saturación	99.9	99.9	80.8
	Temperatura multiparamétrico	°C	15.2	15.7	25.23
	Temperatura equipo digital	°C	19.46	20.13	26.23

Anexo 10: Resultados de análisis in situ muestra 2


Resultados de análisis in situ					
Fecha de análisis	Muestra 2				
	Parámetro	Unidades	Punto 1	Punto 2	Punto 3
29/11/2020	pH	U pH	6.33	6.05	5.71
	Oxígeno Disuelto	mg/L	7.65	7.72	7.07
		% Saturación	101.4	102	95.7
	Temperatura multiparamétrico	°C	19.2	19.3	20.6
	Temperatura equipo digital	°C	26.16	26.3	26.43

Anexo 11: Resultados de análisis in situ muestra 3

Resultados de análisis in situ					
Fecha de análisis	Muestra 3				
	Parámetro	Unidades	Punto 1	Punto 2	Punto 3
4/1/2021	pH	U pH	7.99	7.84	6.82
	Oxígeno Disuelto	mg/L	8.3	8.25	5.09
		% Saturación	102.6	102.8	71.1

Temperatura multiparamétrico	°C	16.13	16.7	22.76
---------------------------------	----	-------	------	-------

Temperatura equipo digital	°C	21.3	22.33	24.53
-------------------------------	----	------	-------	-------



Universidad Católica de Cuenca

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL

DIAGNOSTICO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO NARANJO, DETERMINACION DE LA CALIDAD DE AGUA DE CONSUMO HUMANO Y PROPUESTA DE MEDIDAS CORRECTIVAS PARA LA COMUNIDAD CERCALOMA

INSTRUCCIONES: Por favor, responda estas preguntas con la mayor precisión posible.

Fecha:

Encuesta N°:

Comunidad: **Edad:**

Datos del Hogar

Su vivienda es: Propia: ___ Alquilada: ___ Prestada: ___ Otro: ___

Cuántas personas residen en su hogar: 2: ___ 4: ___ 6: ___ Otro (Especifique): ___

Dispone de agua potable: Sí: ___ No: ___

Si su respuesta es **no**, podría marcar que tipo de agua consume: Agua de bidón: Agua de río:

Agua de vertiente: Agua de reservorio: Otro:

Dispone de recolección de residuos sólidos: Sí: ___ No: ___

Si su respuesta es **no**, podría marcar donde desecha sus residuos sólidos (Basura): Quema:

Botadero: Terreno baldío: Río: Quebrada: Otro:

Dispone de servicio de alcantarillado Sí: ___ No: ___

Si su respuesta es **no**, podría marcar donde descarga las aguas negras de su hogar: Río:

Quebrada: Acequia: Pozo Séptico: Otro:

Dispone de servicio de energía eléctrica: Sí: ___ No: ___

Si su respuesta es afirmativa puede marcar del lugar que proviene su servicio de energía eléctrica:

Red pública: Generador:

Del siguiente listado de servicios, con cuales cuenta en su hogar: Internet fijo: Teléfono fijo:

Televisión por cable:

Datos económicos

Cuántas personas laboran en su hogar: 2: ___ 4: ___ 6: ___ Otro (Especifique): ___

Actividad o actividades a las que se dedican: Agricultura: Ganadería: Jornal:

Artesanal: Construcción: Empleado público: Empleado privado: Otro:

Datos de salud

Su comunidad o parroquia cuenta con servicios de salud pública: Sí: ___ No: ___

Si su respuesta a la pregunta anterior fue afirmativa, con qué tipo de servicio público cuenta la parroquia:

Hospital: Subcentro de salud: Centro de salud: Centro de especialidades: Otro:

Su comunidad o parroquia cuenta con servicios de salud privada: Sí: ___ No: ___

Si su respuesta a la pregunta anterior fue afirmativa, con qué tipo de servicio privado cuenta la parroquia:

Clinica: Hospital: Consultorio: Centro de especialidades:

A nivel de su comunidad y parroquia como considera los servicios de salud:

Bueno: Regular: Malo:

Datos de nivel educativo

Su comunidad o parroquia cuenta con instituciones educativas públicas: Si: No:

Si su respuesta a la pregunta anterior fue afirmativa, con qué tipo de institución cuentan: Kinder: Jardín:

Escuela: Colegio: Universidad:

Su comunidad o parroquia cuenta con instituciones educativas privadas: Si: No:

Si su respuesta a la pregunta anterior fue afirmativa, con qué tipo de institución cuentan: Kinder: Jardín:

Escuela: Colegio: Universidad:

A nivel de su comunidad y parroquia como considera los centros educativos:

Bueno: Regular: Malo:

Datos de uso del suelo y agua del sector (Microcuencas río Naranjo)

Según su criterio, usted opina que el uso del suelo de su parroquia o comunidad en su mayoría está destinado para:

Ganadería: Agricultura: Forestal: Construcción:

Artesanal: Otro:

Que uso le da usted al agua proveniente del río Naranjo: Riego: Consumo humano:

Distracción (Piscinas): Reservorios: Ganadería: Artesanal: Otro:

Cree usted que el agua del río Naranjo es contaminada: Si: No:

Si su respuesta fue afirmativa podría señalar cuales son las fuentes de contaminación: Humana:

Ganadería: Agricultura: Otra:

Datos del sector vial

El cantón al que pertenece tiene vías de acceso de: Pavimento: Asfalto: Lastre:

La parroquia a la que pertenece cuenta con vías de: Pavimento: Asfalto: Lastre:

Su comunidad tiene vías de acceso de: Pavimento: Asfalto: Lastre:

El acceso vial a servicios de salud de su comunidad o parroquia es: Fácil: Complicado:

El acceso vial a servicios de educación de su comunidad o parroquia es: Fácil: Complicado:

A nivel de su comunidad como considera la red vial: Bueno: Regular: Malo:

A nivel de su parroquia como considera la red vial: Bueno: Regular: Malo:

Criterio personal

En que aspecto o aspectos cree usted que una entidad pública debería de actuar en su comunidad, parroquia o cantón: Educación: Salud: Red Vial: Agua:

Suelo:

Según su criterio puede citar los principales problemas que encuentra en su comunidad o parroquia:

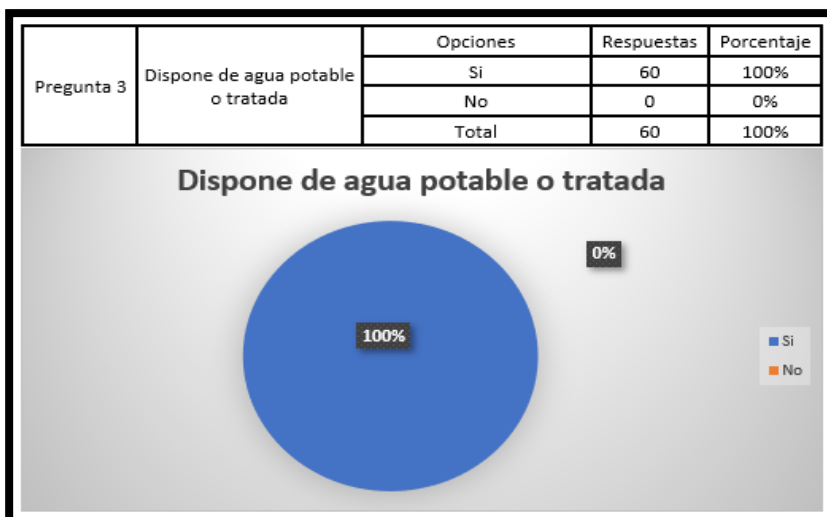
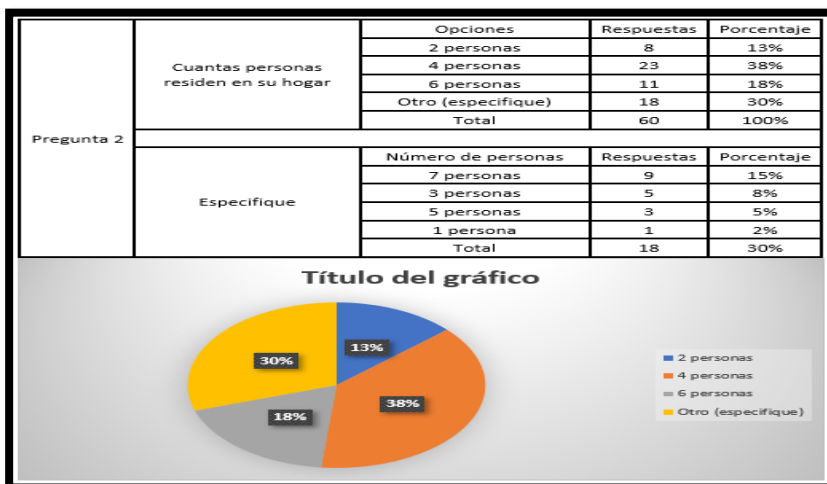
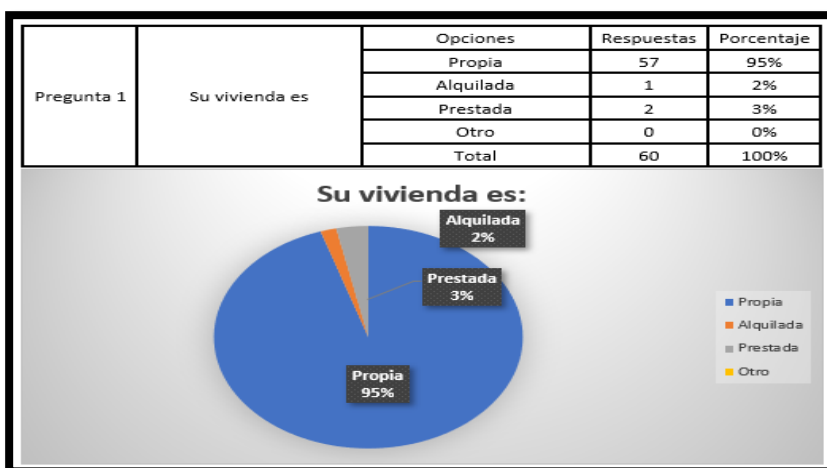
.....

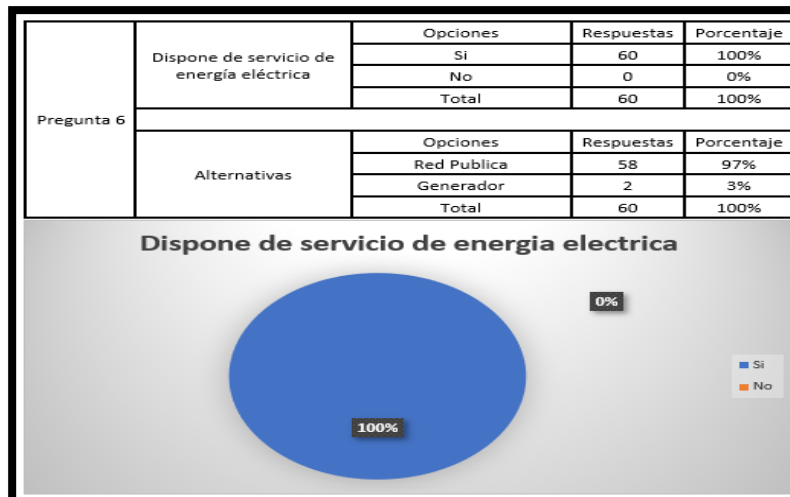
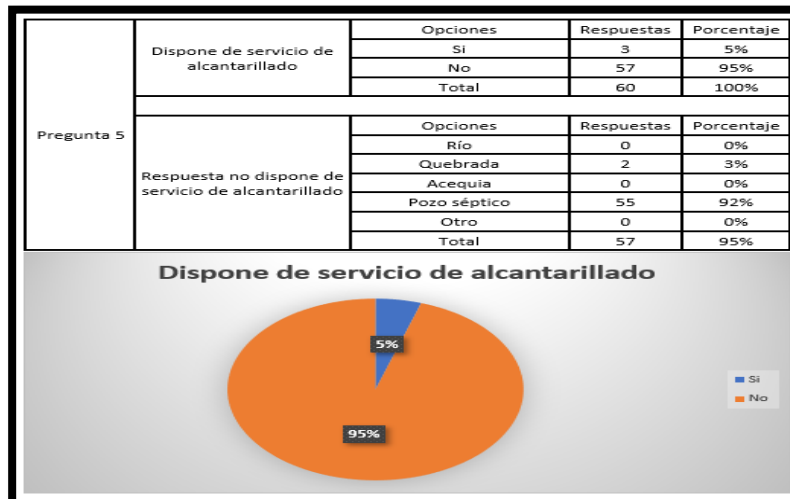
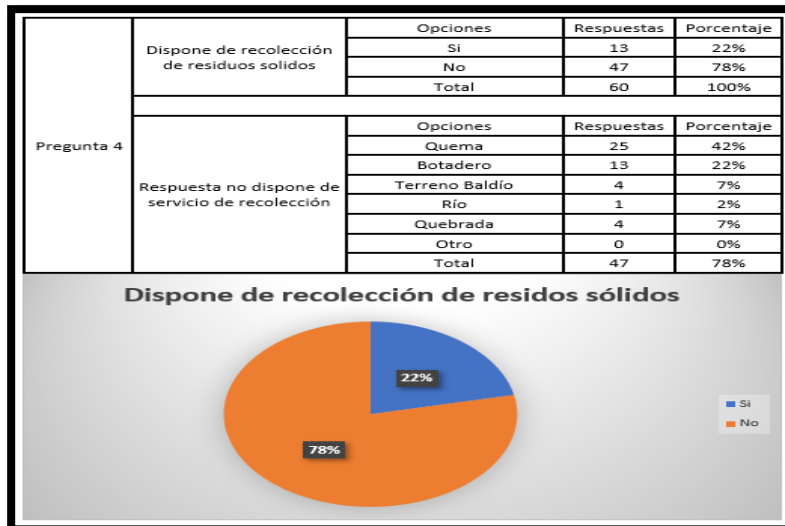
Gracias por su colaboración

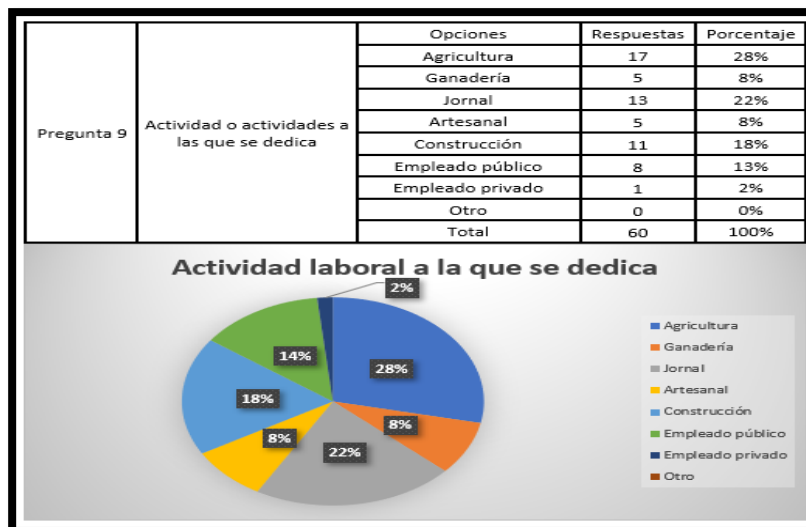
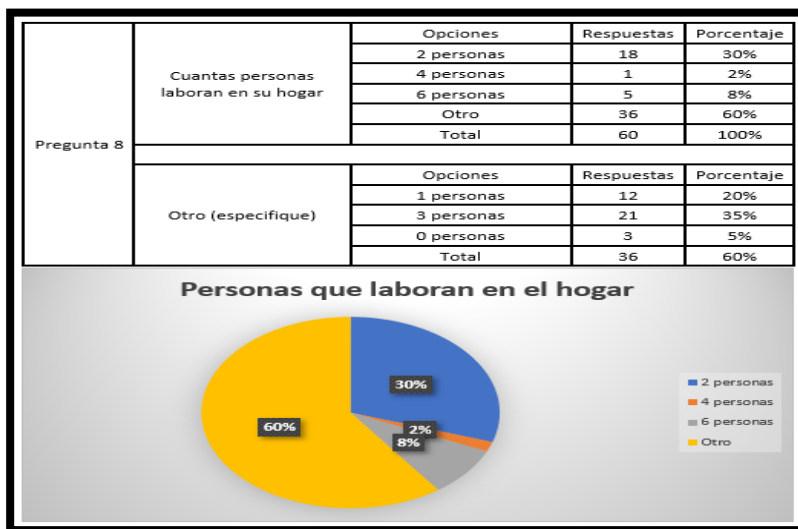
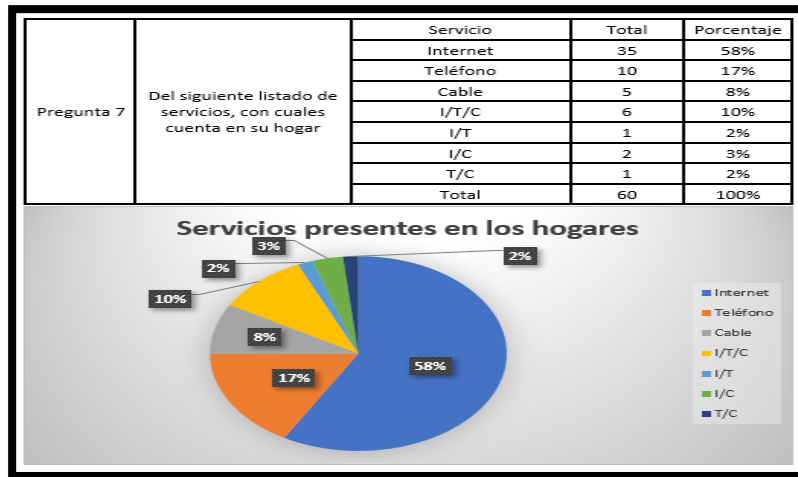
Edisson Tapia

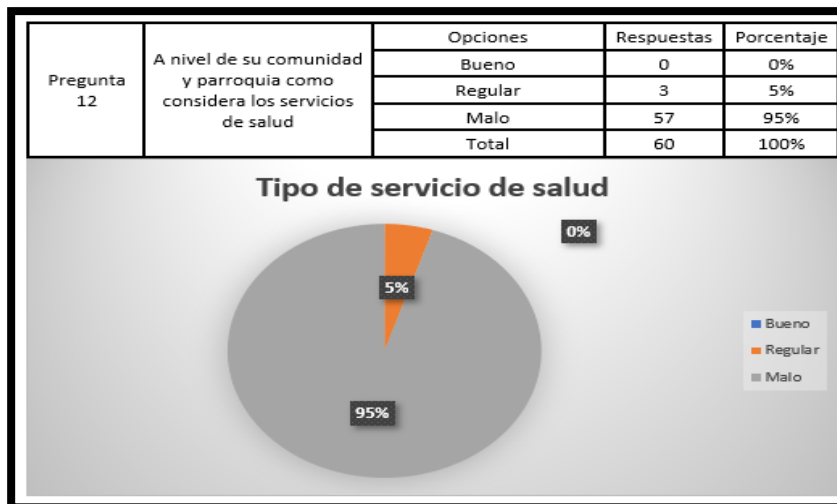
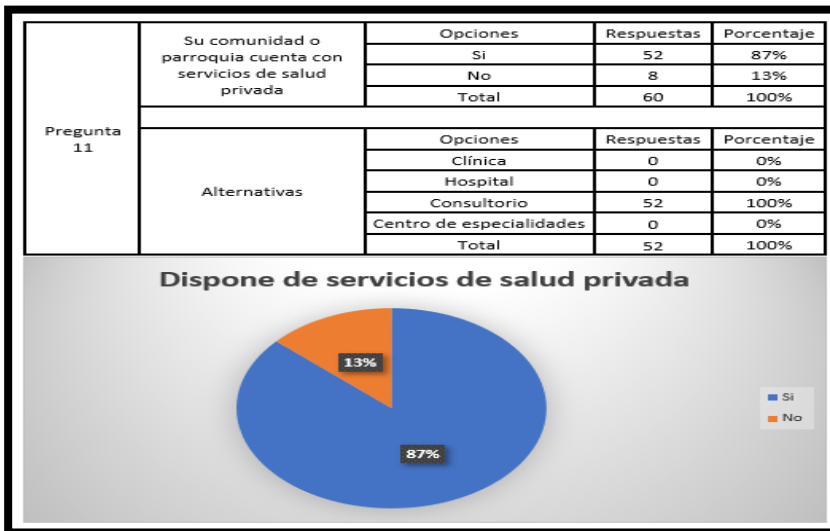
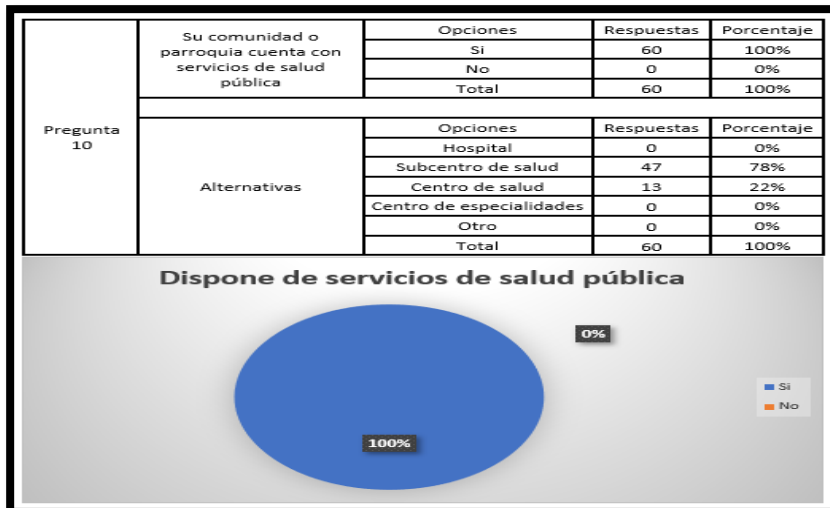
Estudiante Egresado de la Universidad Católica de Cuenca

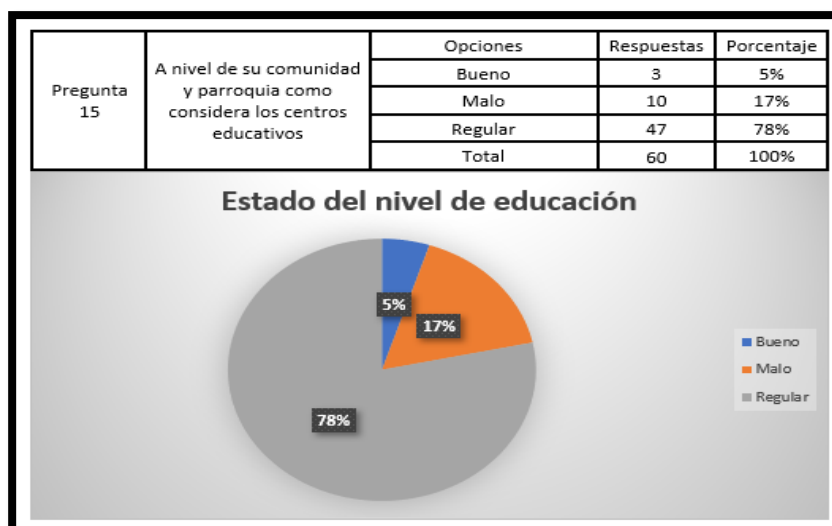
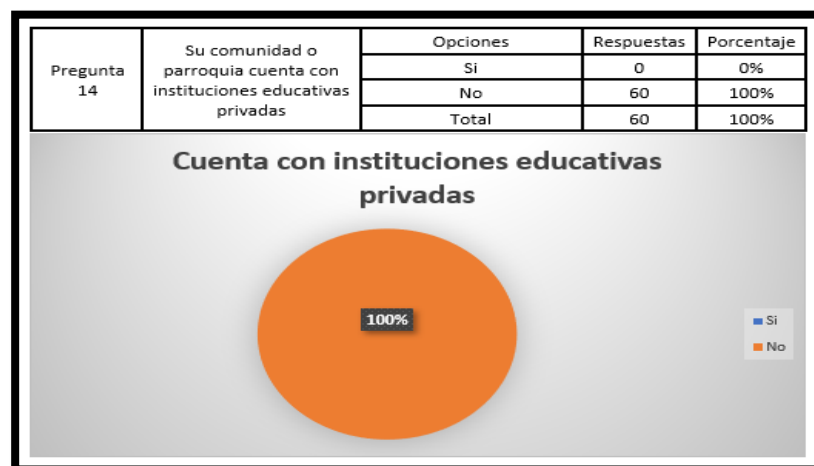
Anexo 13: Resultados de las encuestas realizadas en la microcuenca del río Naranjo

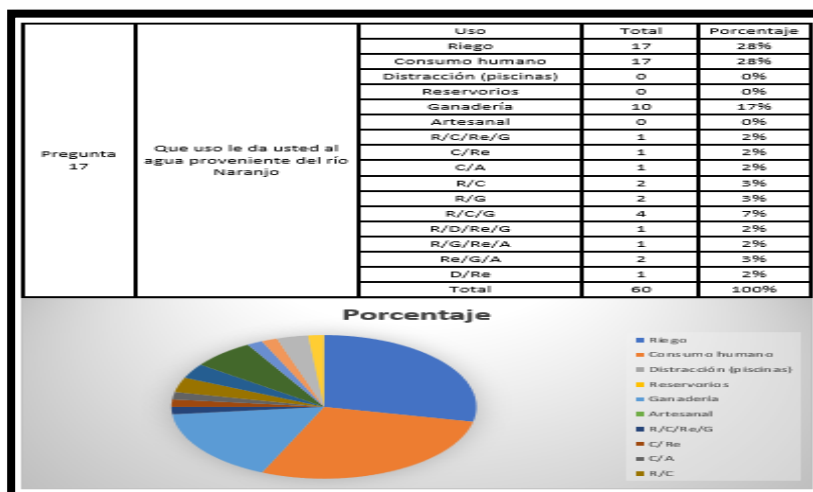


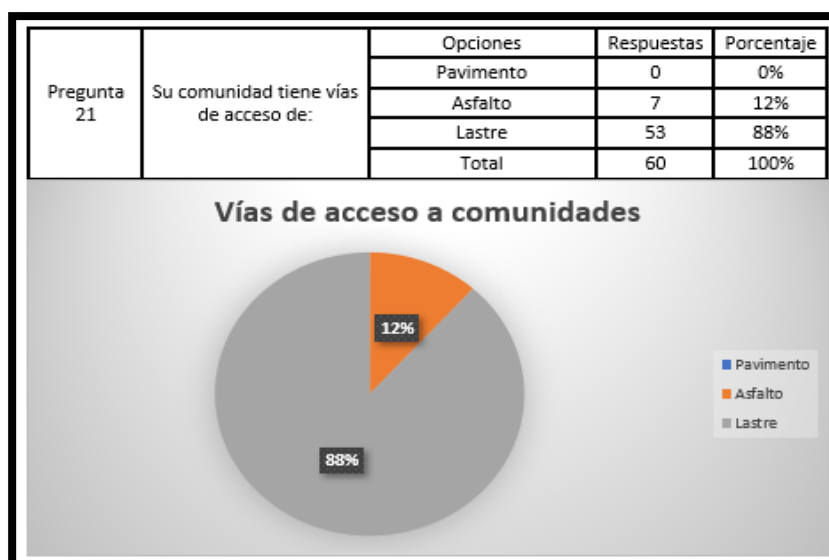
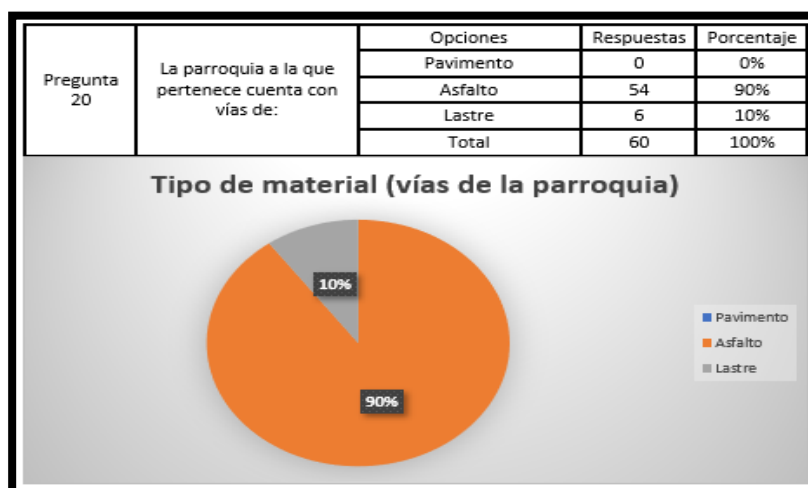


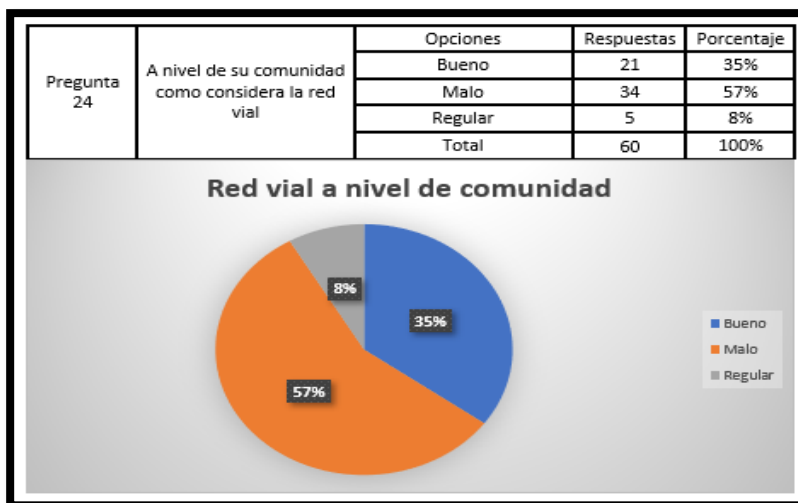
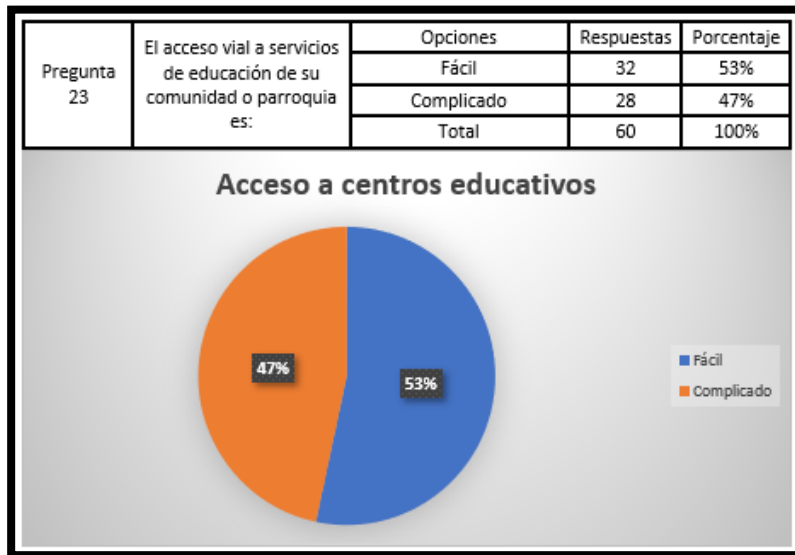
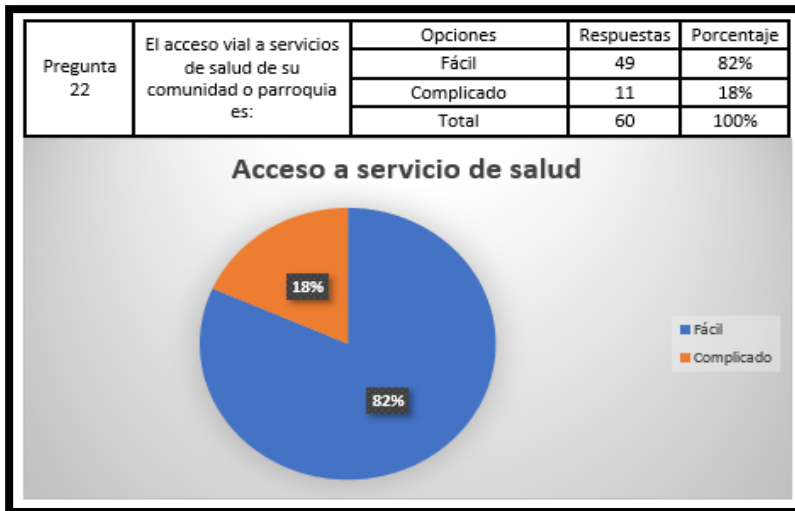


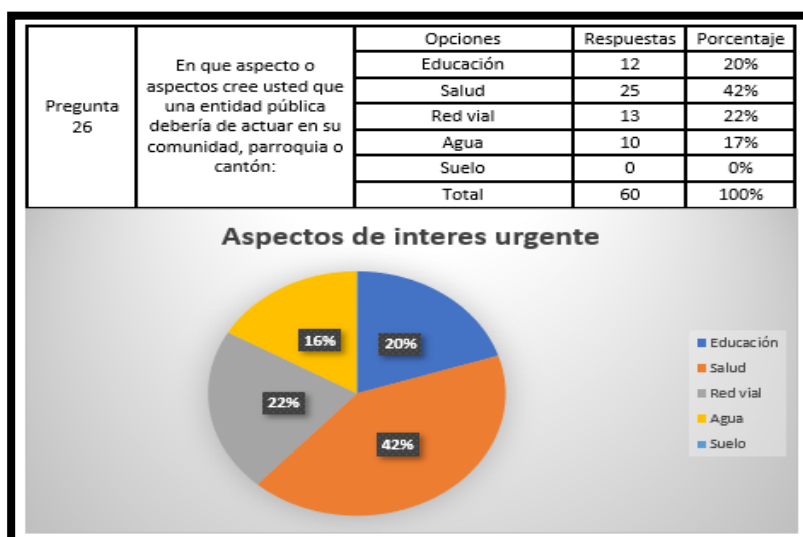
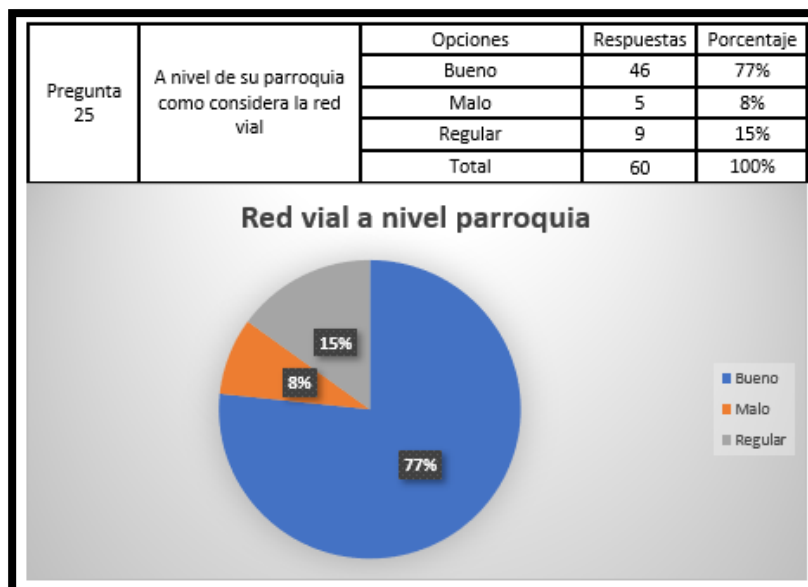












Anexo 14: Aplicación de encuestas en la microcuenca del río Naranjo



Anexo 15: Recolección de muestras de agua





Edisson Javier Tapia Chuchuca portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0105920375**. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Diagnóstico de la microcuenca del río Naranjo, determinación de la calidad del agua de consumo humano y propuesta de medidas correctivas para la comunidad Cercaloma”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **18 de junio de 2021**

F:


Edisson Javier Tapia Chuchuca

C.I. 0105920375