



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**DETERMINACIÓN DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL Y CALIDAD DE
AGUA EN LA CUENCA DE ABASTECIMIENTO DE LA PARROQUIA DE
ALOASÍ**

Trabajo de Titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniera Ambiental

AUTORA: LIZBETH FERNANDA NARVÁEZ GALEAS

TUTOR: EDWIN RODRIGO ARIAS ALTAMIRANO

Quito - Ecuador

2023

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Lizbeth Fernanda Narváez Gáelas con documento de identificación N° 1722586086 manifiesto que:

Soy la autora responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 27 de febrero del año 2023

Atentamente,



Lizbeth Fernanda Narváez Galeas

1722586086

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo Lizbeth Fernanda Narváez Galeas con documento de identificación N° 1722586086, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autora del Trabajo Experimental: “Determinación de escorrentía superficial y calidad de agua en la cuenca de abastecimiento de la parroquia de Aloasí”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniera Ambiental, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega final del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 27 de febrero del año 2023

Atentamente,



Lizbeth Fernanda Narváez Galeas

1722586086

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo Edwin Rodrigo Arias Altamirano con documento de identificación N° 1710165869, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DETERMINACIÓN DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL Y CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA DE ABASTECIMIENTO DE LA PARROQUIA DE ALOASÍ, realizado por Lizbeth Fernanda Narváez Galeas con documento de identificación N° 172258608, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Trabajo Experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 27 de febrero del año 2023



Ing. Edwin Rodrigo Arias Altamirano M.Sc

1710165869

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi familia ya que me ayudaron a culminar mi carrera universitaria, la bendición de mis padres a lo largo del camino me proteja y me lleva siempre al camino del bien a Henry Yáñez que con su motivación diaria estuvo ahí siempre así ya no estés a mi lado físicamente sé que sigues conmigo espiritualmente.

Quiero dedicar todo esto se lo debo a Rosario Lazcano mi abuelita y Luis Narvárez mi abuelito por toda su ayuda incondicional hasta el día de hoy que nunca me falten ellos y esto va por ustedes.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por sus bendiciones sobre mí y mi familia y por darme sabiduría e inteligencia para culminar con una de mis metas afrontando todos los obstáculos puestos sobre mí y terminar con éxito mi carrera universitaria.

Agradezco a mis padres, abuelitos y hermanos que fueron una ayuda fundamental para mi vida gracias a ellos estoy donde estoy.

Agradezco a mi docente tutor Ing. Edwin Arias por haberme brindado su tiempo, apoyo experiencia y conocimiento necesario para lograr lo detallado con mi trabajo de investigación

Por último, extiendo mi más noble y maravilloso agradecimiento por su espíritu de trabajo demostrado a mis amigos, Sheyla Padilla, Bryan Aroca, Michelle Herrera, Daniel Adriano y Andrés Valdivieso; con quienes viví gratos y conmovedores momentos de alegría, tristeza, satisfacción y disfrute en esta etapa universitaria; y anhelo que la amistad consolidada prevalezca por el tiempo de nuestras vidas.

Lizbeth Fernanda Narváez Galeas

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema	2
1.2. Delimitación.....	2
1.3. Pregunta de investigación	4
1.4. Objetivo.....	5
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	5
1.4.2. <i>Objetivo específico</i>	5
1.5. Hipótesis.....	5
1.5.1. <i>Hipótesis nula</i>	5
1.5.2. <i>Hipótesis alternativa</i>	6
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	7
2.1. CUENCA HIDROGRÁFICA.....	7
2.1.1. <i>Clasificación</i>	7
2.2.1. <i>Área</i>	8
2.2.2. <i>Perímetro</i>	8
2.2.3. <i>Longitud de la cuenca</i>	8
2.2.4. <i>Longitud del cauce principal</i>	8
2.2.5. <i>Ancho de la cuenca (W)</i>	9

2.2.6.	<i>Altura máxima (h máx)</i>	9
2.2.7.	<i>Altura mínima (h min)</i>	9
2.2.8.	<i>Densidad altitudinal</i>	9
2.3.	Parámetros de forma	9
2.3.1.	<i>Factor de forma de Horton</i>	9
2.3.2.	<i>Coefficiente de Gravelius</i>	10
2.4.	Parámetros de Relieve.....	10
2.4.1.	<i>Pendiente media del cauce principal (j)</i>	10
2.4.2.	<i>Pendiente media de la cuenca (J)</i>	11
2.4.3.	<i>Curva hipsométrica</i>	11
2.4.4.	<i>Altura media de la cuenca (H)</i>	12
2.5.	Parámetros de red de drenaje	12
2.5.1.	<i>Jerarquización de la red fluvial</i>	12
2.5.2.	<i>Densidad de drenaje</i>	13
2.5.3.	<i>Tiempos de concentración</i>	13
2.6.	Escorrentía	13
2.6.1.	<i>Tipos de escorrentía</i>	13
2.6.2.	<i>Coefficiente de escorrentía</i>	14
2.7.	Relieve del terreno	14
2.8.	Permeabilidad del terreno	14
2.9.	Vegetación	15
2.10.	Capacidad de retención de humedad.....	15

2.11. Calidad del agua.....	15
2.12. Morfología de la cuenca.....	16
2.12.1. <i>Densidad de drenaje</i>	16
2.12.2. <i>Flujo permanente</i>	17
2.12.3. <i>Flujo no permanente</i>	17
2.12.4. <i>Tipos de precipitaciones</i>	18
2.12.5. <i>Tipos de precipitación según la forma de manifestación</i>	19
2.12.6. <i>Tipos de precipitaciones según su origen</i>	20
2.13. Factores Abióticos.....	22
2.13.1. <i>Geomorfología</i>	22
2.13.2. <i>Clima</i>	22
2.13.3. <i>Hidrología</i>	23
2.14. Factores bióticos	23
2.14.1. <i>Flora</i>	23
2.14.2. <i>Fauna</i>	23
2.15. Factores socio económicos y culturales	24
2.16. Manejo integral de cuencas hidrográficas.....	24
2.17. Parámetros Ambientales	24
2.18. Parámetros Sociales	25
2.19. Parámetros económicos.....	25
2.20. Medición de caudal	25
2.21. Muestreo de agua	25

2.22. Recolección de muestras	26
2.23. Tipo de muestras	26
2.24. Método de muestreo.....	27
2.25. Índice de calidad de agua	27
2.25.1. <i>Calidad Fisicoquímica</i>	27
2.25.2. <i>Calidad Microbiológica</i>	29
2.26. Análisis y evaluación del suelo para escorrentía superficial.....	30
2.26.1. <i>Muestreo de suelo</i>	30
2.26.2. <i>Tipos y usos del suelo</i>	30
2.26.3. <i>Textura</i>	30
2.26.4. <i>Humedad:</i>	31
2.27. Marco Legal	32
<i>Normativa Nacional</i>	32
<i>Constitución del Ecuador</i>	32
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	39
3.1. Materiales.....	39
3.2. Metodología	40
3.2.1. <i>Población y muestra</i>	40
3.2.2. <i>Recopilación de información</i>	41
3.2.3. <i>Proceso de muestreo</i>	41
3.2.4. <i>Ubicación territorial</i>	42

3.2.5.	<i>Caracterización morfológica de la Cuenca</i>	43
3.2.6.	<i>Diagrama de flujo para la obtención de desagüe de aguas</i>	46
3.2.7.	<i>Pendiente media del cauce principal (j)</i>	48
3.2.8.	<i>Pendiente media de la cuenca:</i>	48
3.2.9.	<i>Curva Hipsométrica</i>	49
3.2.10.	<i>Tipos de curva hipsométrica</i>	50
3.2.11.	<i>Altitud media de la cuenca (H)</i>	50
3.2.12.	<i>Parámetros red de drenaje</i>	51
3.2.13.	<i>Jerarquización de red fluvial</i>	51
3.2.14.	<i>Tiempo de concentración</i>	52
3.2.15.	<i>Análisis Ambiental</i>	53
3.2.16.	<i>Factores bióticos</i>	54
3.2.17.	<i>Análisis Socioeconómico</i>	55
3.2.18.	<i>Índice de calidad de agua</i>	55
3.2.19.	<i>Método para el cálculo de escorrentía superficial</i>	57
3.2.20.	<i>Análisis de los Datos Medidos para calidad de agua</i>	59
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	64
4.1.	<i>Ubicación territorial</i>	64
4.2.	<i>Delimitación y codificación del Área de estudio</i>	64
4.3.	<i>Caracterización Morfológica de La Cuenca</i>	65
4.3.1.	<i>Parámetros Generales</i>	65

4.3.2.	<i>Parámetros de Forma</i>	67
4.3.3.	<i>Parámetros de Relieve</i>	67
4.3.4.	<i>Parámetros de la Red de Drenaje</i>	70
4.4.	Análisis Ambiental.....	71
4.4.1.	<i>Factores Abióticos</i>	71
4.4.2.	<i>Factores Bióticos</i>	77
4.5.	Análisis Socioeconómico	79
4.5.1.	<i>Demografía</i>	79
4.5.2.	<i>Salud</i>	80
4.5.3.	<i>Agua potable</i>	80
4.6.	Cálculo de la escorrentía superficial	81
4.7.	Recopilación de datos encuesta.....	82
4.7.1.	<i>Tabulaciones de encuesta</i>	83
4.8.	Parámetros medidos en campo.....	98
4.8.1.	<i>Oxígeno disuelto</i>	98
4.8.2.	<i>pH</i>	99
4.8.3.	<i>Variación de Temperatura</i>	100
4.8.4.	<i>Turbidez</i>	101
4.9.	Parámetros medidos en laboratorio	103
4.9.1.	<i>DBO5</i>	103
4.9.2.	<i>DQO</i>	104
4.9.3.	<i>Fosfatos</i>	105

4.9.4. Nitratos.....	106
4.9.5. Sólidos disueltos totales	107
4.9.6. Coliformes fecales.....	108
4.10. Índice de Calidad de Agua ICA-NSF	109
4.10.1. Estándares de aplicación desarrollados por ICA-NSF.....	109
4.10.2. Variación ICA-NSF.....	110
4.10.3. Variación caudal ICA-NSF	111
4.10.4. Comparación de Resultados de los análisis de agua con la Ordenanza Ambiental Vigente	112
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	116
5.1. Conclusiones	116
5.2. Recomendaciones.....	118
6. BIBLIOGRAFÍA	119
7. ANEXOS.....	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Datos generales de la parroquia Aloasí.....	3
Tabla 2 Categorización de las cuencas hidrográficas por tamaño superficial.....	7
Tabla 3 Densidad de drenaje	17
Tabla 4 Materiales	39
Tabla 5 Parámetros de forma	44
Tabla 6 Índice de Gravellius	45
Tabla 7 Tiempo de concentración	53
Tabla 8 Pesos relativos parámetros ICA	62
Tabla 9 Escala de calidad	62
Tabla 10 Red hídrica	65
Tabla 11 Parámetros generales.....	66
Tabla 12 Parámetros de forma	67
Tabla 13 Parámetros de Relieve.....	68
Tabla 14 Datos para la realización de la curva hipsométrica.....	69
Tabla 15 Parámetros de la red de drenaje	71
Tabla 16 Zonas Climáticas.....	73

Tabla 17 Tipos y uso de Suelos.....	74
Tabla 18 Rangos de pendiente	75
Tabla 19 Áreas protegidas de la parroquia Aloasí	76
Tabla 20 Especies de uso medicinal.....	77
Tabla 21 Especies de uso alimenticio	78
Tabla 22 Especies animales.....	79
Tabla 23 Coeficientes de esorrentía	81
Tabla 24 Género de los habitantes	83
Tabla 25 Principal agente contaminante de agua hoy en día	84
Tabla 26 El agua que llega a nuestro hogar es totalmente potable	86
Tabla 27 Veces al día que hace uso o empleo del agua	87
Tabla 28 Preocupación por la falta de agua en el futuro.....	89
Tabla 29 Iniciativa que se esté llevando a cabo a favor del agua.....	90
Tabla 30 Cuerpo de agua más contaminado en nuestros días	92
Tabla 31 Contamina el agua.....	93
Tabla 32 Capacitación sobre el uso y manejo adecuado del agua	95
Tabla 33 Calidad de agua en la parroquia de Aloasí.....	96
Tabla 34 Resultados Oxígeno disuelto.....	99

Tabla 35 Resultados PH	100
Tabla 36 Resultados variación de temperatura	101
Tabla 37 Resultados turbidez	102
Tabla 38 Resultados DBO5	103
Tabla 39 Resultados DQO.....	104
Tabla 40 Resultados fosfatos.....	105
Tabla 41 Resultados nitratos	106
Tabla 42 Resultados solidos disueltos totales	107
Tabla 43 Resultados coliformes fecales	108
Tabla 44 Resultados del índice de calidad del agua ICA-NSF	109
Tabla 45 Caudales de la quebrada Cumbiteo en puntos de muestreo	111
Tabla 46 Resultados obtenidos en campo comparados con el acuerdo ministerial 0.97 A...	113
Tabla 47 Resultados obtenidos en laboratorio comparados con acuerdo ministerial 0.97 A en el anexo 2 de la tesis.....	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de delimitación de la cuenca de la parroquia de Aloasí del río Negro	4
Figura 2 Zona de estudio:.....	40
Figura 3 Diagrama de la obtención de desagüe de aguas.....	47
Figura 4 Tipo de curva hipsométrica.....	50
Figura 5 Curva Hipsométrica	70
Figura 6 Género de los habitantes	83
Figura 7 Principal agente contaminante de agua hoy en día	85
Figura 8 El agua que llega a nuestro hogar es totalmente potable	86
Figura 9 Veces al día que hace uso o empleo del agua	88
Figura 10 Preocupación por la falta de agua en el futuro.....	89
Figura 11 Iniciativa que se esté llevando a cabo a favor del agua	91
Figura 12 Cuerpo de agua más contaminado en nuestros días.....	92
Figura 13 Contamina el agua	94
Figura 14 Capacitación sobre el uso y manejo adecuado del agua	95
Figura 15 Calidad de agua en la parroquia de Aloasí	97
Figura 16 Oxígeno Disuelto	99

Figura 17 PH	100
Figura 18 Variación de Temperatura	101
Figura 19 Turbidez	102
Figura 20 DBO5	103
Figura 21 DQO	104
Figura 22 Fosfatos	105
Figura 23 Nitratos.....	106
Figura 24 Solidos Disueltos	107
Figura 25 Coliformes Fecales	108
Figura 26 Variación del ICA-NSF en cada punto de muestreo realizado	110
Figura 27 Variación del Caudal.	112
Figura 28 Mapa de ubicación geográfica de la parroquia de Aloasí.....	122
Figura 29 Mapa de delimitación de la cuenca.....	123
Figura 30 Mapa de delimitación Pfafstetter	124
Figura 31 Mapa del uso de suelo de Aloasí	125
Figura 32 Mapa de la zona climática de Aloasí	126
Figura 33 Mapa de la red hídrica y orden de los ríos de Aloasí.....	127
Figura 34 Mapa de coeficiente de escorrentía de la cuenca de Aloasí.....	128

Figura 35 Mapa de Isoyetas (pluviosidad) de Aloasí.....	129
Figura 36 Mapa de Isotermas(Temperatura) de Aloasí.....	130
Figura 37 Mapa de pendientes de la parroquia Aloasí.....	131
Figura 38 Mapa Áreas protegidas de la parroquia Aloasí.....	132
Figura 39 Asamblea de socialización acerca del proyecto.....	134
Figura 40 Planta de tratamiento de agua potable barrio Umbría.....	135
Figura 41 Captación del agua.....	136
Figura 42 Planta de tratamiento de agua potable 1	137
Figura 43 Muestreo de agua	138
Figura 44 Fuente de tratamiento de agua 1 barrio Umbría	139
Figura 45 Muestras de aguas	140
Figura 46 Materiales y equipos utilizados para laboratorio	141
Figura 47 Materiales y reactivos utilizados para laboratorio	141
Figura 48 Oxímetro	142
Figura 49 Phmetro	143
Figura 50 Análisis laboratorio.....	144
Figura 51 Materiales de laboratorio	145
Figura 52 Viales HANA de bajo rango para el análisis de la DQO.....	146

Figura 53 Análisis de coliformes fecales para aguas	147
Figura 54 Muestreo de agua residual en la planta de tratamiento de agua barrio San Roque	148
Figura 55 Muestreo en el Barrio San Roque de la parroquia de Aloasi.....	149
Figura 56 Encuestas habitantes de la parroquia de Aloasí	150
Figura 57 Encuesta realizada a la población de Aloasí	151

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Mapas.....	122
Anexo 2 Acuerdo Ministerial 0.97 A: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes para el recurso agua.....	133
Anexo 3 Realización del muestreo para calidad de agua	134
Anexo 4 Realización de encuesta.....	150

RESUMEN

Esta investigación se desarrolló en la cuenca del Rio Negro que pertenece a la parroquia de Aloasí cantón Mejía, ubicada en la provincia de Pichincha. El diseño experimental consiste en presentar los parámetros generales de la cuenca oxígeno disuelto, pH, Temperatura, Turbidez, DBO5, DQO, Fosfatos, Nitratos, Solidos Disueltos y Coliformes Fecales así mismo se identificaron los índices de calidad del agua en la zona alta, media y baja de la cuenca del Rio Negro.

Se realizó un estudio socio económico mediante encuestas, se pudo observar que a las comunidades de los Barrios Umbría y San Roque les falta conocer sobre el manejo de agua del sector por las preguntas realizadas en dicha encuesta.

Para el análisis de calidad del agua se tomó en cuenta varios parámetros físicos, químicos y biológicos, arrojando como resultado el rango de índice de calidad de agua es de 74,4 a 75,93 unidades indicando una calidad de agua buena para esta parroquia. Mediante el programa ArcGIS 10.5, que se utilizó para calcular el área, perímetro, longitud de la cuenca, longitud del cauce principal, longitud y ancho de la cuenca, altura máxima, altura mínima y desnivel altitudinal. Se generó un modelo para la obtención de desagüe de aguas. Los parámetros de forma, parámetros de relieve y curva hipsométrica en la que se pudo señalar que esta cuenca está en una etapa intermedia, es decir en la fase de equilibrio que esta entre la madurez y la fase de juventud, parámetros de la Red de Drenaje en la que se determinó la red hídrica que corresponde a la cuenca es de orden tres, y la densidad de drenaje es de 0,32

Km/Km². De acuerdo con lo calculado, la magnitud de la escorrentía superficial en la cuenca de estudio arrojó un valor de 618,09 mm por año, esto se debe a que su coeficiente de escorrentía este alrededor de 0,5 mm y representa una tasa de retención de agua media para esta cuenca.

PALABRAS CLAVE: cuenca, precipitación, agua, estación meteorológica, agua, suelo

ABSTRACT

This research was developed in the Rio Negro watershed that belongs to the parish of Aloasí in the canton of Mejía, located in the province of Pichincha. The experimental design consists of presenting the general parameters of the basin: dissolved oxygen, pH, temperature, turbidity, BOD5, COD, phosphates, nitrates, dissolved solids and fecal coliforms, as well as identifying the water quality indexes in the upper, half and lower zones of the Rio Negro basin.

A socioeconomic study was conducted by means of surveys; it was observed that the communities of Barrios Umbría and San Roque lack knowledge about water management in the sector according to the questions asked in the survey.

For the water quality analysis, several physical, chemical and biological parameters were taken into account, resulting in a water quality index range of 74,4 a 75,93 units, indicating good water quality for this parish. The ArcGIS 10.5 program was used to calculate the area, perimeter, length of the watershed, length of the main channel, length and width of the watershed, maximum height, minimum height and altitudinal gradient. A model was generated to obtain water drainage. The shape parameters, relief parameters and hypsometric curve showed that this basin is in an intermediate stage, i.e. in the equilibrium phase between maturity and youth, parameters of the drainage network in which the water network corresponding to the basin was determined to be of order three, and the drainage density is 0.32 Km/Km². According to the calculations, the magnitude of surface runoff in the study basin yielded a value of 618.09

mm per year, which is due to the fact that its runoff coefficient is around 0.5 mm and represents an average water retention rate for this basin.

KEY WORDS: watershed, precipitation, water, weather station, water, soil.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la parroquia de Aloasí cuenta con un alto grado de fragmentación y reducción de suelo natural debido al sobrepastoreo, deforestación de especies autóctonas provocando la erosión del suelo, reducción de caudales ambientales y regadío del suministro actual (GAD parroquial Aloasi, 2021).

Los contaminantes concentrados en el agua es un problema en la actualidad porque degrada la calidad de la misma de las fuentes receptoras, en varios países se ha iniciado la investigación y desarrollo de métodos para el tratamiento de este recurso hídrico. (Encimas, 2011).

Para el cálculo de la esorrentía superficial, tanto en su distribución espacial como temporal, es de fundamental importancia en la planificación, conservación y desarrollo de los recursos hídricos, en el diseño de la infraestructura hidrotécnica y quizás como un factor importante en el análisis ambiental y la seguridad de los movimientos en masa relacionados. y efectos secundarios (Roa y Kerney, 2013).

Según el autor Michael, (2013) el modelado del flujo superficial, tanto de distribución espacial como temporal, es importante para la protección y desarrollo de los recursos hídricos, el diseño de infraestructura hidráulica y posiblemente como un factor importante para la evaluación ambiental y prevención de riesgos asociados con movimientos a gran escala.

Según los autores Triviño Pérez y Ortiz Rojas, (2004) el actuar de las cuencas es como sistemas de proceso y son responsables donde la escorrentía es la fuente principal y también son responsables de desastres naturales y calamidades; así como extensos daños por inundaciones.

A nivel mundial y debido al creciente proceso de globalización en el que se encuentra el planeta, se ha dado paso al incremento en la demanda de uso del agua para satisfacer las necesidades de la población (Sánchez, 2021).

1.1. Problema

Este proyecto de investigación se desarrolló en la Parroquia de Aloasí, cantón Mejía. Dentro de este sector se evidencia la contaminación de las fuentes hídricas por factores sociales y ambientales. La población arroja residuos a los diferentes cuerpos hídricos produciendo la contaminación.

1.2. Delimitación

Aloasí está ubicada en las faldas del cerro Corazón, a 2,5 km. al oeste de la capital del estado Machachi y 1 km al sur de la estación de tren denominada "La Estación" se encuentra un lugar denominado Huasinillo; A 35 km de la capital de la República (INEC, 2016).

Las poblaciones aledañas son Umbría y San Roque, la primera limita al occidente con la vertiente ojo del monte y la del barrio San Roque limita al occidente con la vertiente del arco.

Por su limitado espacio público, Aloasí es uno de los más poblados del Cantón. Monto de Casa Capital. Con una superficie total de 68.03 Km².

Tabla 1

Datos generales de la parroquia Aloasí

Datos	Descripción
Cantón	Mejía
Provincia	Pichincha
Parroquia	Aloasí
Código Localidad	170352
Población (hab)	9.686
Densidad Poblacional (hab/km ²)	146.01
Superficie de la parroquia (km ²)	66.34

Nota. Estos datos sirven para trabajar en los mapas y la parte de resultados.

Elaborado por PDOT Aloasi (2022).

Los datos de calidad del agua y temperatura, el caudal se obtendrá por aforo volumétrico, para la temperatura se utilizará un termómetro y para el Ph un Phmetro.

El estudio finalizará con la elaboración de un mapa de delimitación de la cuenca para el abastecimiento de agua como se presenta en la figura 1 y un documento donde consta la calidad del agua de consumo y la cantidad de escorrentía superficial que tiene la cuenca delimitada de la parroquia de Aloasí.

Figura 1

Mapa de delimitación de la cuenca de la parroquia de Aloasí del río Negro



Nota. Este mapa representa la delimitación de la cuenca del río Negro que es uno de los ríos que abastece de agua para la parroquia de Aloasí. Elaborado por Lizbeth Narvaez, (2022)

1.3. Pregunta de investigación

¿Cuál es el grado de contaminación del agua en la parroquia de Aloasí; mediante el uso del Índice de Calidad de Agua (ICA)?

1.4. Objetivo

1.4.1. Objetivo General

- Establecer la escorrentía superficial y calidad de agua para la cuenca de abastecimiento de la parroquia de Aloasí durante el periodo julio- septiembre 2022.

1.4.2. Objetivo específico

- Medir la precipitación para la cuenca de abastecimiento de la comunidad de la parroquia de Aloasí para realizar la medición de la escorrentía superficial y parámetros referentes a la calidad del agua.
- Determinación de las características morfológicas de la cuenca para poder cualificar y cuantificar el recurso hídrico.
- Establecer el método más adecuado para estipular la escorrentía superficial a partir de la precipitación.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis nula

Ho: La determinación de calidad de agua de Aloasí no supera las escalas propuestas en el índice de calidad de agua.

1.5.2. Hipótesis alternativa

Hi: La determinación de calidad de agua de Aloasí si supera las escalas propuestas en el índice de calidad de agua, evidenciando un tipo de contaminación ambiental en la parroquia.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Cuenca Hidrográfica

Una cuenca es una entidad funcionalmente indivisible e independiente en la que los subsistemas sociales, económicos, políticos, ambientales, culturales y tecnológicos se interrelacionan en el tiempo y en el lugar donde se ubican, lo que implica interrelaciones entre la gestión de los recursos y la gestión holística y el uso sostenible, sobre el potencial del recurso hídrico como elemento integrador del sistema (Sanchez, 2018).

2.1.1. Clasificación

Aranda, (2013), indica la clasificación de un tanque hidráulico que se refiere a su superficie, y las clasificaciones correspondientes se muestran en la Tabla 2:

Tabla 2

Categorización de las cuencas hidrográficas por tamaño superficial

Categoría	Superficie (m²)
Microcuenca	< 25
Cuenca pequeña	25 a 250
Cuenca intermedia- pequeña	251 a 500
Cuenca intermedia- grande	501 a 2.500
Cuenca grande	2.501 a 5.000
Cuenca muy grande	>5000

Nota. Esta tabla muestra cómo van las categorías de la cuenca hidrográfica con su tamaño superficial en metros cuadrados. Elaborado por la autora, (2022).

2.2. Parámetros generales

2.2.1. Área

Es el área delimitada en kilómetros cuadrados formada por la línea divisoria en las aguas, la misma donde los puntos más altos entre las cuencas llegan al final de la cuenca hidrográfica (Monsalve, 2002).

2.2.2. Perímetro

El perímetro de captación o la altura de la línea divisoria de la cuenca es un parámetro importante porque en términos de área nos puede decir algo sobre la forma de la cuenca, que es una medida poligonal en forma hidrográfica del valle medio en kilómetros (Monsalve, 2002).

2.2.3. Longitud de la cuenca

La distancia horizontal desde el punto en la desembocadura del lago hasta el punto donde la línea de contorno del lago cruza el canal principal superior se mide en kilómetros (Monsalve, 2002).

2.2.4. Longitud del cauce principal

Es la dirección horizontal de la cuenca hidrográfica medida en kilómetros, con base en la dirección principal, entre el punto de partida y el límite definido en la cuenca (Monsalve, 2002).

2.2.5. *Ancho de la cuenca (W)*

Es la relación existente entre el área de drenaje y la longitud de la cuenca, expresada en kilómetros (Corradine, 2017).

2.2.6. *Altura máxima (h máx)*

Es el valor de la cota más alta se encuentra en la línea divisora de la cuenca hidrográfica en estudio medido a niveles del mar (m.s.m) (Corradine, 2017).

2.2.7. *Altura mínima (h mín)*

Es el valor del nivel de agua más bajo de la cuenca y describe su última parte medida al nivel del mar (m.s.n.m.) (Corradine, 2017).

2.2.8. *Densidad altitudinal*

Es el resultado de la mayor y menor elevación de la cuenca hidrológica (Corradine, 2017).

2.3. *Parámetros de forma*

2.3.1. *Factor de forma de Horton*

La relación entre el área de la cuenca y el cuadrado de la longitud del desagüe principal corresponde a la distancia del desagüe, que es una medida de la longitud que puede tener la cuenca (Ibañez, 2011).

2.3.2. *Coefficiente de Gravelius*

Como indica Ibañez (2011) este coeficiente es:

El tamaño de la forma de la cuenca, en la que la relación entre el perímetro de la cuenca inspeccionada y el perímetro del círculo de superficie es igual a la cuenca descrita.

La escorrentía puede ser de diferentes tipos según la humedad del suelo, la intensidad de las lluvias, la topografía y las propiedades del suelo. (p. 12)

2.4. Parámetros de Relieve

2.4.1. *Pendiente media del cauce principal (j)*

Esta es la relación entre la diferencia de altura del canal y su longitud (Ibañez et al., 2010).

$$j = \frac{h}{L}$$

Donde:

h: desnivel altitudinal (km)

L: longitud del cauce en km

2.4.2. Pendiente media de la cuenca (J)

El cálculo es como una media ponderada de las pendientes de todas las superficies de captación primaria donde la línea de pendiente máxima se mantiene constante, un indicador de la velocidad media de esorrentía superficial y el arrastre o erosión (Ibáñez et al., 2010).

$$J = 100 \frac{\sum Li * E}{A}$$

Donde:

J: pendiente media de la cuenca

Li: longitud de las curvas de nivel (km)

E: equidistancia de las curvas de nivel (km)

A= superficie de la cuenca (km²)

2.4.3. Curva hipsométrica

Compara el área de drenaje que varía con la elevación de la superficie de la cuenca (Ibáñez et al., 2010).

2.4.4. *Altura media de la cuenca (H)*

Esta es la altura en comparación con la altura de la boca del cuenco, en contraste directo con su temperatura, por lo tanto, el tipo de microclima y hábitat (Ibáñez et al., 2010).

$$H = \frac{V}{A}$$

Donde:

V: volumen comprendido entre la curva y los ejes (m³)

A: superficie de la cuenca en (m²)

2.5. Parámetros de red de drenaje

2.5.1. *Jerarquización de la red fluvial*

Los canales primarios menos conocidos se caracterizan por canales intermedios, los canales secundarios están formados por la fusión de dos canales de primer orden, la configuración de la cuenca está indicada por el río que cruza la entrada (Mora, 2019).

2.5.2. Densidad de drenaje

Esta es la relación de la longitud de todas las vías fluviales, expresada en unidades de kilómetros (Mora, 2019).

2.5.3. Tiempos de concentración

Para los puntos de la cuenca, se necesita poco tiempo para proporcionar agua corriente en la salida (Mora, 2019).

2.6. Escorrentía

Este proceso físico consiste en la eliminación del agua de lluvia a través de los desagües hasta llegar a la red fluvial. El drenaje es un proceso básico relacionado con la circulación del agua (Bateman, 2007).

2.6.1. Tipos de escorrentía

Valdivielso (2018) menciona los tipos de escorrentía que existen a continuación:

- **Escorrentía superficial o directa:** la precipitación del flujo de tierra por la acción de la gravedad no penetra en la tierra.
- **Escorrentía hipodérmica:** el agua de precipitación infiltrada en el suelo atraviesa el horizonte superior y reaparece para su almacenamiento como agua de manantial o para su inyección en la red de drenaje superficial.

- **Escorrentía subterránea:** es la lluvia que entra en el nivel freático, que circula hasta llegar a la red de drenaje. (p. 22)

2.6.2. Coeficiente de escorrentía

En el cálculo de la escorrentía, se utiliza un coeficiente de escorrentía, que se define como la diferencia entre la cascada y el agua filtrada. para calcular el coeficiente de flujo; El flujo real v dividido por el flujo teórico, es adimensional con un valor entre 0 y 1 (Valdivielso, 2018).

2.7. Relieve del terreno

Los relieves representan una gama de procesos que originan, simulan y alteran la superficie terrestre, incluidos los procesos endógenos asociados a fuerzas tectónicas capaces de transportar continentes, plegar, romper y mover capas de rocas y, por ejemplo, la formación de volcanes, mientras que los de origen exógeno La naturaleza es responsable de simular la superficie a través de la erosión, el transporte y la deposición de agentes de meteorización y la presión de los entornos fluviales, glaciales y kársticos (Espinosa et al., 2018).

2.8. Permeabilidad del terreno

La permeabilidad se entiende como la facilidad de fluir a través de un medio poroso, lo que permite dividir los suelos en: suelos permeables y suelos impermeables.

La permeabilidad se puede definir como el caudal resultante de un único gradiente hidráulico (Fierro et al., 2017).

2.9. Vegetación

Afecta principalmente a los cambios en los parámetros que definen la temperatura de humedad de la región. En particular, reduce la cantidad de radiación cercana a la superficie y la emisión de radiación de largo alcance (infrarroja) desde el suelo a la atmósfera, lo que se traduce en temperaturas más bajas de la vegetación (Caz, 2017).

2.10. Capacidad de retención de humedad

El contenido de agua suele estar regulado por la capacidad de cada suelo para retener agua bajo una determinada presión negativa, por lo que la disponibilidad de agua estará determinada por la relación de estos procesos y la humedad previa en el sistema hidrológico en estudio (Pérez et al., 2015).

2.11. Calidad del agua

Es una combinación de propiedades físicas, químicas y la composición de los organismos que viven en ella, pero un manejo inadecuado de los sistemas hídricos puede afectar la calidad del agua, provocando procesos de eutrofización (aumento de

fósforo y nitrógeno, que son nutrientes limitados para la producción primaria) (Villa, 2018).

La determinación de la calidad es comparando las propiedades físicas y químicas de una muestra de agua con las pautas o estándares de calidad del agua (Sánchez, 2018). Para el agua potable, tenemos el Acuerdo Ministerial No. 097-A, que es la reforma del TULSMA para la conservación de agua y una ley de protección diseñada para proporcionar agua limpia y saludable para las personas y, por lo tanto, proteger la salud humana. Esta norma generalmente se basa en niveles científicamente aceptables de toxicidad para humanos y organismos acuáticos.

2.12. Morfología de la cuenca

La escorrentía, el proceso por el cual las aguas pluviales fluyen desde una red de drenaje hacia una red de arroyos, comienza a moverse en busca de la gravedad, un flujo sin mezclar, y río abajo. creando así corrientes. Una cuenca consiste en un sistema de ríos, arroyos y/o valles grandes o pequeños que conducen agua a un canal principal, que generalmente le da su nombre; Está rodeado por una línea curva y delgada que recorre la cuenca divisoria entre cuencas adyacentes (Ibañez, 2014).

2.12.1. Densidad de drenaje

Es la relación entre el área y la longitud de los arroyos en la cuenca. Estos son los lugares que drenan el agua y otras cosas a una salida común y son partes de agua, colectores, cuencos o puntos de distribución (Bateman, 2007).

Tabla 3

Densidad de drenaje

Densidad de drenaje (Km/Km²)	Clases
0.1 – 1.8	Baja
1.9 – 3.6	Media
3.7 – 5.6	Alta

Nota. Esta tabla muestra el tipo de clase que tiene la densidad de drenaje. Elaborado por el autor, (2022)

2.12.2. Flujo permanente

Sus características son que los parámetros hidráulicos como la profundidad del agua, el campo de flujo y la velocidad del flujo cambian con el tiempo, es decir, son constantes (Ibañez, 2014).

2.12.3. Flujo no permanente

La caracterización de estos parámetros es el fluido del diseño del agua, el área de flujo y la velocidad del flujo que no son constantes a lo largo del tiempo (Ibañez, 2014).

2.12.4. Tipos de precipitaciones

Nuñez (2020) afirmo lo siguiente:

La lluvia o precipitación atmosférica es la encargada de devolver el agua atmosférica al suelo, completando el ciclo del agua, además de proporcionar la mayor fuente de agua dulce que utilizan las actividades humanas y gran parte del país del que dependen. Sin embargo, su cantidad y frecuencia pueden ser muy diferentes en diferentes lugares, por lo que es muy importante que el meteorólogo conozca qué factores influyen en la lluvia, el tipo o tipos de precipitaciones, etc.

La intensidad de las precipitaciones se define como la cantidad de lluvia que cae sobre la superficie terrestre en un período de tiempo determinado. Por lo general, se mide en litros por metro cuadrado por hora o equivalente, en milímetros por hora (mm/h) y, a menudo, se expresa en términos de débil, medio, fuerte, fuerte, fuerte y fluido. (p. 15)

Esta fase de ciclo hidrológico implica la pérdida de agua de la atmósfera a la superficie terrestre. La lluvia es causada por la condensación, que es cuando el vapor de agua en el aire forma nubes. Cuando hay mucho vapor de agua en el aire, el peso de las gotas de agua cae sobre la superficie del agua (Zita, 2020).

Nuñez (2020) menciona los tipos de precipitaciones según su intensidad:

- Débiles cuando la intensidad es menor a 2 mm/h.
- Moderadas cuando es de 2 a 15 mm/h.
- Fuertes de 15 a 30 mm/h.
- Muy fuertes de 30 a 60 mm/h.
- Torrenciales cuando superan los 60 mm/h. (p. 20)

2.12.5. Tipos de precipitación según la forma de manifestación

Nuñez (2020) indica que las precipitaciones líquidas son llovizna, lluvia y chubascos de agua, a continuación lo detalla:

- Llovizna: Es conocido como Calabobos (lluvia continua de gotas muy pequeñas). Se compone de numerosas gotas de agua finas de menos de medio milímetro de diámetro. La velocidad lenta era tan lenta que se sentía como flotar en el aire. Por lo general, provienen de nubes en capas.
- Lluvia: es la forma de precipitación más común hasta el punto de que los dos términos se utilizan como sinónimos en un gran número de casos. Las gotas tienen más de medio milímetro de diámetro y caen a una velocidad moderada.

- Chubascos de agua: también se le llama lluvia fuerte o vacío. Las gotas son generalmente más grandes que las gotas de lluvia y, como ya hemos dicho, comienzan y terminan abruptamente. Las únicas nubes que forman son las nubes cumulonimbus. (p. 23)

Núñez (2020) menciona las precipitaciones sólidas como son la nieve, chubascos de nieve, granizo y nieve granulada, a continuación las define:

- **Nieve:** A menudo consiste en grupos de cristales de hielo ramificados (a veces hexagonales en forma de pequeñas estrellas) que se unen para formar copos.
- **Chubascos de nieve:** Caracterizado por lluvias torrenciales, es más abundante que las nevadas normales.
- **Granizo:** su forma son granos de hielo redondeados y translúcidos. El diámetro es de entre 5 y 50 milímetros y caen como lluvia en poco tiempo. Solo las nubes cumulonimbus las producen.
- **Nieve granulada:** estos son gránulos blancos opacos de unos 2,5 milímetros de diámetro. Son quebradizos y fáciles de aplastar, como el granizo blando. (p. 25)

2.12.6. Tipos de precipitaciones según su origen

Núñez (2020) indica que estos son los tipos de precipitaciones según su origen:

- Tendremos precipitación orográfica cuando se formen nubes debido al aire ascendente y frío que debe pasar sobre una región montañosa. La precipitación orográfica ocurre

principalmente a favor del viento y es un buen indicador del crecimiento de la vegetación.

- La precipitación convectiva ocurre donde se forman las nubes en un proceso llamado convección. Esto implica calentar una bolsa de aire con el calor irradiado desde el suelo en los días soleados, que luego se eleva (el aire caliente es más ligero que el aire frío) y forma cúmulos fríos. La lluvia convectiva trae los chubascos mencionados anteriormente.
- Tendremos lluvia de frente cuando provenga de las nubes conectadas al frente, es decir, la línea divisoria entre la atmósfera con diferente temperatura o humedad, que puede ser de la forma dos: cara caliente y cara fría. (p. 27)

2.12.6.1. *Precipitaciones Orográficas*

Las precipitaciones orográficas ocurren cuando el aire húmedo del mar pasa sobre una montaña con una pendiente ascendente. El aire está lleno de vapor de agua y se encuentra con una masa de aire frío a gran altura. Aquí es donde drena toda el agua de lluvia y luego desciende de la montaña a una temperatura más alta que cuando subió (Portillo, 2020).

2.12.6.2. *Precipitaciones Ciclónicas*

Las precipitaciones ciclónicas consisten en dos masas de aire, que pueden actuar como un muro, teniendo condiciones cálidas y manteniéndose bajas, es decir que la densidad del aire opera de acuerdo a la temperatura del ambiente, en este caso el aire frío tiene más peso que el aire caliente, por lo que cuando se calienta sube.

Este tipo de precipitación ciclónica se presenta en regiones templadas, cuando se cruzan dos corrientes de aire con diferentes condiciones térmicas, como la lluvia que se presenta en regiones polares donde el aire es frío y en los trópicos donde el aire es cálido (Portillo, 2020).

2.12.6.3. *Precipitaciones Convectivas*

Este tipo de precipitaciones ocurre en áreas de terreno inusualmente plano o pequeño, donde puede ocurrir un aumento de aire cálido y húmedo, lo que conduce a la aparición de nubes cúmulos acompañadas de fuertes lluvias. El diámetro del cúmulo que produce la lluvia convectiva puede variar mucho, desde cientos de metros en los ciclones, hasta unos 1.000 km o más en el caso de los ciclones, aunque el término cúmulo suele limitarse a casos extremos. Este diámetro está directamente relacionado con la mayor o menor longitud de la tormenta (Portillo, 2020).

2.13. Factores Abióticos

2.13.1. *Geomorfología*

Es la ciencia que estudia las formas de la superficie de la tierra y los procesos que la generan es relacionado con la geografía física como humana (Universidad de Coruña, 2012).

2.13.2. *Clima*

Es un conjunto de condiciones climáticas características de un área, y sus elementos incluyen aspectos como la temperatura, la precipitación, la humedad y el viento (Albensota, 2000).

2.13.3. Hidrología

Es una ciencia que estudia el agua de la tierra, su origen, movimiento y distribución en el mundo, propiedades físicas y químicas en el medio ambiente (Albensota, 2000).

2.14. Factores bióticos

2.14.1. Flora

Es la población vegetal autóctona de una zona caracterizada por que su región geográfica se identifica por el relieve, el clima y los cursos de agua (Pillajo, 2016).

2.14.2. Fauna

Es un conjunto de animales que habitan un área, a veces son especies de ese ecosistema o introducidas por el hombre (Pillajo, 2016).

2.15. Factores socio económicos y culturales

El estudio de la salud y la cultura económica tiene en cuenta varios aspectos, como el análisis demográfico y económico, las actividades culturales y recreativas, las tradiciones y costumbres étnicas (Mayoral, 2000).

2.16. Manejo integral de cuencas hidrográficas

Cortés y Simba (2020) indican que el manejo de cuencas:

Es el área delimitada por la línea divisoria de las aguas, consistente en un sistema de agua que desvía sus aguas a un río principal, río mayor, lago o mar. Esta es una región tridimensional que integra la interacción entre la cobertura del suelo, la profundidad del suelo y la proximidad de la cuenca. (p.31)

2.17. Parámetros Ambientales

El ambiente tiene una cualidad natural que se reconoce por sus propiedades y características, es el ambiente externo del organismo, elemento o sistema que incide en su desarrollo (Mayoral, 2000).

2.18. Parámetros Sociales

Estos son los niveles de aceptación y participación de los diversos grupos de interés, el campo de estudio escogido en el que debemos actuar en pro de la conservación y uso sostenible de los recursos (Mayoral, 2000).

2.19. Parámetros económicos

Las medidas aceptables deberían conducir a la generación de ingresos y beneficios económicos para el medio ambiente, mejorando la calidad de vida de las personas (Mayoral, 2000).

2.20. Medición de caudal

Es la base para una gestión eficiente de los recursos hídricos en cuanto a su captación, transporte y distribución, que puede realizarse en los arroyos y ríos naturales, que son los encargados de abastecer de agua a las presas y canales (Cortés y Simba, 2020).

2.21. Muestreo de agua

Determinar la calidad de los recursos hídricos en base a los cambios y cambios observados en los ríos y arroyos mediante la observación, investigación y documentación del agua,

animales y plantas acuáticas, y la prevención de enfermedades que afecten directamente a la población (Cortés y Simba, 2020).

2.22. Recolección de muestras

Consiste en encontrar un representante del área de investigación, como un cuerpo de agua, para analizar en laboratorio los cambios físicos, químicos y microbiológicos que muestren la calidad del agua descargada (Cortés y Simba, 2020).

2.23. Tipo de muestras

Cortés y Simba (2020) mencionan como recolectar las muestras:

Se divide en una muestra simple, que representa la composición real del yacimiento, el tiempo de muestreo y las condiciones para un área específica, y una muestra agrupada, que representa una colección de muestras simples tomadas en el mismo lugar.

En espacio de tiempo, pero en momentos diferentes y muestra coincidente se refiere a una mezcla de muestras puntuales que representan múltiples puntos en un segmento o el punto más cercano posible. (p. 38)

2.24. Método de muestreo

Existe un método manual de muestreo en lugares y tiempos determinados por la acción de una persona capacitada, que requiere un movimiento continuo con los equipos y materiales necesarios para generar muestras simples o compuestas, y un muestreo automático que reduce el error humano a través de compuestos de intervalo proporcional y programado. caudal del equipo de muestreo (Cortés y Simba, 2020).

2.25. Índice de calidad de agua

ICA generalmente combina datos de múltiples parámetros físicos, químicos y biológicos en una sola fórmula que evalúa el estado de un cuerpo de agua, esta es una herramienta que le permite determinar la calidad del agua superficial o subterránea en un momento determinado (Caho y López, 2017).

Caho y López, (2017) nos informan los parámetros que se deben obtener para la calidad del agua entre estos están los fisicoquímicos y microbiológicos, que se mencionan a continuación:

2.25.1. Calidad Fisicoquímica

2.25.1.1. Demanda Bioquímica del oxígeno

La cantidad de oxígeno que estabiliza la materia orgánica aerobiamente degradable durante 5 días de incubación, medida en condiciones normales de laboratorio a 20 °C (Lozano, 2013).

2.25.1.2. *Demanda Química de Oxígeno*

Se refiere a la medida del equivalente de oxígeno de compuestos orgánicos que pueden oxidarse usando un agente oxidante fuerte, generalmente dicromato de potasio, en un medio ácido y temperatura alta (Lozano, 2013).

2.25.1.3. *Fosfatos*

Se derivan del ácido fosfórico en forma de sal o éster, por lo que contienen un átomo de fósforo rodeado por cuatro átomos de oxígeno en una disposición tetraédrica (Lozano, 2013).

2.25.1.4. *Nitratos*

Se obtiene por la rápida descomposición del nitrógeno orgánico por bacterias en un ambiente aeróbico (Lozano, 2013).

2.25.1.5. *Oxígeno disuelto*

La cantidad de oxígeno gaseoso disuelto en el agua es necesaria para la vida acuática (Lozano, 2013).

2.25.1.6. *Sólidos disueltos*

Representan sustancias coloidales solubles que se encuentran en el agua, generalmente obtenidas por eliminación, biooxidación o sedimentación por coagulación, y tienen un tamaño inferior a 1,2 micras (Lozano, 2013).

2.25.1.7. *Potencial de hidrogeno (Ph)*

Indica la concentración de iones de hidrógeno en agua expresada como el logaritmo negativo de la concentración molar de iones de hidrógeno (Lozano, 2013).

2.25.1.8. *Temperatura*

Es el parámetro físico más importante medido en el agua porque afecta y altera los organismos acuáticos, alterando la concentración de saturación de oxígeno disuelto y la velocidad de las reacciones químicas y la actividad bacteriana (Lozano, 2013).

2.25.1.9. *Turbidez*

Es el equivalente óptico de una sustancia en suspensión en agua, cuanto mayor es, mayor es la turbidez y, por tanto, menor su calidad (Lozano, 2013).

2.25.2. *Calidad Microbiológica*

2.25.2.1. *Coliformes fecales*

Un grupo de bacterias utilizadas como indicadores de contaminación. Son el número total de E. coli que fermentan lactosa y producen ácido y gas como Enterobacter, Citrobacter, Klebsiella, E. coli, siendo esta última la única bacteria. Derivado de heces producidas en los intestinos de humanos y animales (Campas, 2018).

2.26. Análisis y evaluación del suelo para escorrentía superficial

(Cortés y Simba, 2020), indican como se realiza el muestreo de suelo para obtener la escorrentía superficial:

2.26.1. Muestreo de suelo

La tarea es recoger los elementos que componen el suelo, por lo que la muestra debe ser representativa de la zona donde se analiza, teniendo en cuenta su diversidad, manipulación, transporte y tratamiento (Cortés y Simba, 2020).

2.26.2. Tipos y usos del suelo

Para el uso de un suelo se revisan estas variables, y que tan factible es la realización de actividades para la economía de la población, como agricultura o ganadería (Cortés y Simba, 2020).

2.26.3. Textura

Referida a la medida del tamaño de las partículas de arena, limo y arcilla en un volumen dado de suelo. que puede predecir el comportamiento del suelo y concluir acerca de la cantidad de agua en ese volumen (Cortés y Simba, 2020).

2.26.4. Humedad:

Después de secar hasta peso constante, se puede expresar el contenido de humedad de la muestra de suelo o el contenido de agua en el área de los poros (Cortés y Simba, 2020).

2.27. Marco Legal

Normativa Nacional

Constitución del Ecuador.

Respecto a la normativa nacional, la Constitución de la República del Ecuador (2008), Título II, Capítulo segundo (Derechos del buen vivir), establece los siguientes artículos:

Art.12.- El derecho al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, infalible, imprescriptible, inenarrable y esencial para la vida.

Art.264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias sin perjuicio de otras que determinen la ley en el literal cuatro dice lo siguiente Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezcan la ley.

Art.314.- El estado será responsable de la provisión de los servicios públicos de agua potable y de riego, saneamiento, energía renovable, telecomunicaciones, viabilidad, infraestructuras portuarias y agropecuarias y los demás que determinen la ley.

Art. 318.- El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la

naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua.

La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria. El servicio público de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias.

El Estado, a través de la autoridad única del agua, será el responsable directo de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano, riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas, en este orden de prelación. Se requerirá autorización del Estado para el aprovechamiento del agua con fines productivos por parte de los sectores público, privado y de la economía popular y solidaria, de acuerdo con la ley.

Art.411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Art. 412.- La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que

tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico.

Art. 413.- El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

Art.415.- El Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados adoptarán políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano y de uso del suelo, que permitan regular el crecimiento urbano, el manejo de la fauna urbana e incentiven el establecimiento de zonas verdes.

Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos. Se incentivará y facilitará el transporte terrestre no motorizado, en especial mediante el establecimiento de ciclo vías (Constitución de la Republica del Ecuador, 2008).

Código Orgánico Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)

Según el COOTAD (2010) se refiere a los artículos aquí mencionados:

Art.1. **Ámbito.** - El Código establece la organización político-administrativa del Estado ecuatoriano en el territorio: el régimen de los diferentes niveles de gobiernos autónomos descentralizados y los regímenes especiales, con el fin de garantizar su autonomía política, administrativa y financiera. Además, desarrolla un modelo de descentralización obligatoria y progresiva a través del sistema nacional de competencias, la institucionalidad responsable de su administración, las fuentes de financiamiento y la definición de políticas y mecanismos para compensar los desequilibrios en el desarrollo territorial.

Art.10. **Niveles de organización territorial.** - El Estado ecuatoriano se organiza territorialmente en regiones, provincias, cantones y parroquias rurales. En el marco de esta organización territorial, por razones de conservación ambiental, étnico culturales o de población, podrán constituirse regímenes especiales de gobierno: distritos metropolitanos, circunscripciones territoriales de pueblos y nacionalidades indígenas, afroecuatorianas y montubias y el consejo de gobierno de la provincia de Galápagos.

Art 32. **Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado regional.** - esto se refiere a los gobiernos autónomos descentralizados regional tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de otras que se determinen:

- a) Planificar, con otras instituciones del sector público y actores de la sociedad, el desarrollo regional y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, provincial, cantonal

y parroquial en el marco de la interculturalidad y plurinacionalidad y el respeto a la diversidad.

Art.132. Ejercicio de competencia de gestión de cuencas hidrográficas.- La gestión del ordenamiento de cuencas hidrográficas que de acuerdo a la Constitución corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados regionales, comprende la ejecución de políticas, normativa regional, la planificación hídrica con participación de la ciudadanía, especialmente de las juntas de agua potable y de regantes, así como la ejecución subsidiaria y recurrente con los otros gobiernos autónomos descentralizados, de programas y proyectos, en coordinación con la autoridad única del agua en su circunscripción territorial, de conformidad con la planificación, regulaciones técnicas y control que esta autoridad establezca.

Ley Orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua

La Asamblea Nacional Constituyente (2014) presenta los siguientes artículos acerca de cuencas hidrográficas:

Art.8. Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. - La Autoridad Única del Agua es responsable de la gestión integrada e integral de los recursos hídricos con un enfoque ecosistémico y por cuenca o sistemas de cuencas hidrográficas, la misma que se coordinará con los diferentes niveles de gobierno según sus ámbitos de competencia. Se entiende por cuenca hidrográfica la unidad territorial delimitada por la línea divisoria de sus aguas que drenan superficialmente hacia un cauce común, incluyen en este espacio poblaciones, infraestructura, áreas de conservación, protección y zonas productivas.

Art.10. Dominio hídrico público. - está constituido por los elementos naturales

h) La conformación morfológica de las cuencas hidrográficas y de sus desmontaduras.

Art. 18. Competencias y atribuciones de la Autoridad Única Del Agua:

d) Elaborar un Plan Nacional de Recursos Hídricos y los planes de gestión integral e integrada de recursos hídricos por cuenca hidrográfica; y, aprobar la planificación hídrica nacional.

Art.24. Registro Público del Agua. - Corresponde a la Autoridad Única del Agua la administración del Registro Público del Agua, en el cual deben inscribirse:

c) Los planes de gestión integrada de recursos hídricos por cuencas hidrográficas.

Art.32. Gestión pública o comunitaria del agua. - La gestión del agua es exclusivamente pública o comunitaria. La gestión pública del agua comprende, de conformidad con lo previsto en esta Ley, la rectoría, formulación y ejecución de políticas, planificación, gestión integrada en cuencas hidrográficas, organización y regulación del régimen institucional del agua y control, conocimiento y sanción de las infracciones, así como la administración, operación, construcción y mantenimiento de la infraestructura hídrica a cargo del Estado.

Art.36. Deberes estatales de la gestión integrada. - El Estado y sus instituciones en el ámbito de sus competencias son los responsables de la gestión integrada de los recursos hídricos por cuenca hidrográfica.

Código Orgánico del Ambiente

La ley es una normativa que permite regular los diferentes mandatos establecidos en la constitución para la conservación, protección y restauración del ambiente. Según (Asamblea Nacional del Ecuador, 2018) enunciarán algunos de los artículos principales sobre el recurso agua establecida en el Código orgánico del ambiente.

Art.1. Objeto. - garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como proteger los derechos de la naturaleza para la realización del buen vivir o sumak kawsay.

Art.15. De los instrumentos del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental.
- Para el ejercicio de la gestión ambiental se implementarán los instrumentos previstos en la Constitución, este Código y la normativa vigente, en concordancia con los lineamientos y directrices que establezca la Autoridad Ambiental Nacional, según corresponda.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

Los tipos de materiales se clasifican en la Tabla 4, y se dividen específicamente en Equipos e Insumos y Softwares.

Tabla 4

Materiales

Equipos e Insumos	Software
GPS	Excel (Hojas de cálculo)
Jalones	ArcGIS 10.5 (Mapas)
Balde aforado	Google Earth Pro 9
Vaso de plástico con rosca de 100 ml	
Alcohol	
Agua destilada	
Cronometro	
Termómetro	
Peachimetro	
Oxímetro SevenGO	
Turbidímetro	
Laptop	

Nota. Estos materiales se utilizaron para determinar la calidad del agua y su escorrentía superficial.

Nota: Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

3.2. Metodología

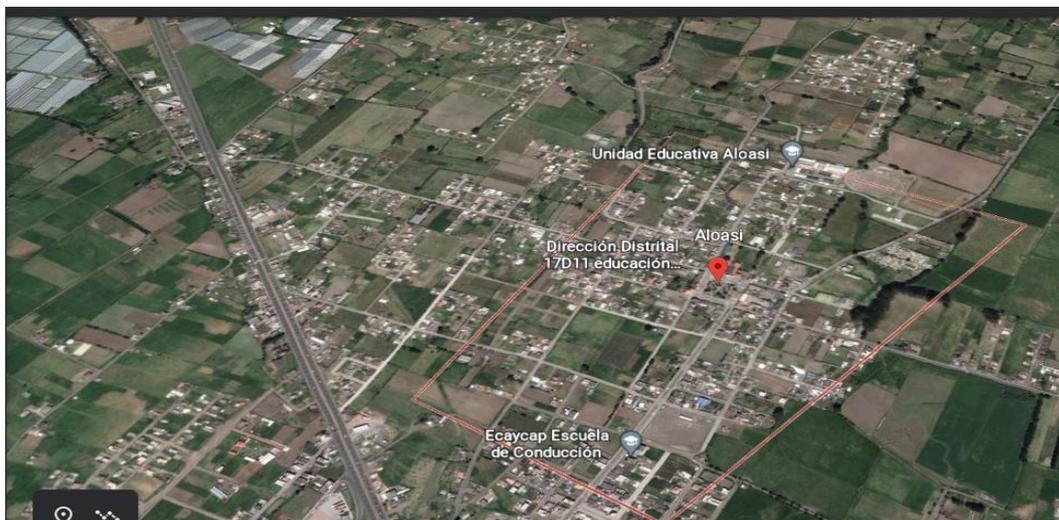
3.2.1. Población y muestra

Área de estudio:

Para obtener la ubicación del área de estudio se tomaron puntos de referencia en coordenadas WGS84 zona 17 en el lugar de estudio los mismos que fueron ingresados en el software de ArcGIS.

Figura 2

Zona de estudio



Nota.

Lugar de estudio para el trabajo experimental. Recuperado de Google Earth (2022)

Para presentar los resultados de las mediciones de escorrentía superficial de la cuenca de abastecimiento de la parroquia de Aloasí se utilizará precipitación neta y la precipitación total y para el análisis de calidad del agua se tomará en cuenta varios parámetros físicos, químicos y biológicos

3.2.2. *Recopilación de información*

3.2.2.1. *Información primaria*

Las reseñas recolectadas en campo se obtuvieron mediante encuestas realizadas a la comunidad y la junta parroquial de la zona de estudio.

3.2.2.2. *Información secundaria*

La recopilación bibliográfica se realizó con fuentes virtuales y físicas, se procesó información a partir de los datos tomados en la información primaria. Una vez obtenido los datos se procesará en Excel, búsqueda de información del Instituto Geográfico Militar, de cartas topográficas y con todo esto se realiza el análisis para la elaboración del estudio final.

3.2.3. *Proceso de muestreo*

El trabajo de investigación se realizó en la diócesis de Mejía en la parroquia de Aloasí. De esta forma, el tamaño de la muestra se definió a partir de los datos sobre el número de conexiones de agua proporcionados por la Comisión Regional de Agua

Potable del Oeste de Aloasí, en particular de las regiones de Umbría y San Roque, donde se llevó a cabo el estudio. Los estudios de calidad, en base a esta información, utilizan la siguiente fórmula para calcular una muestra poblacional limitada, esto debe determinar el número de estudios a realizar y conocer lo que piensa la población sobre el agua que consume.

Cortés et al., (2020) indican la fórmula para la obtención de la muestra del número de personas que se debe aplicar la encuesta.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

N= total de la población=6.855

Z= nivel de confianza = 1,96

e= error estándar =0,05

p= probabilidad favorable= 0,95

q= probabilidad desfavorable=0,05

3.2.4. Ubicación territorial

La realización del área de estudio corresponde a la cuenca hidrográfica de la parroquia de Aloasí, con los barrios San Roque y Umbría, donde se observó y apreció el territorio de manera más afectiva y concreta a través del software ArcGIS versión 10.5 y Google Earth.

3.2.5. Caracterización morfométrica de la Cuenca

3.2.5.1. Parámetros generales

Los datos obtenidos como resultado del límite y la codificación del área de estudio se importaron en formato shapefile y se agregó una tabla de atributos para calcular el área, el perímetro, la longitud de la cuenca, la longitud del cauce, la longitud y el ancho del canal principal, con la ayuda de herramienta “Calculate Geometry” en el ArcGIS 10.5.

Para la obtención de los parámetros generales (Romero et al., 2015), nos indican la formulas a utilizar a continuación:

3.2.5.2. Parámetros de forma

Factor Horton (kf). El cálculo de coeficiente de forma se utilizó la siguiente ecuación:

$$k_f = \frac{A}{L^2}$$

Donde:

Kf= factor de forma

A: área de la cuenca

L: longitud de la cuenca

Se empleó los siguientes rangos respecto al criterio de metodología de Horton

Tabla 5

Parámetros de forma

Forma de la cuenca	Factor de la cuenca
Muy alargada	< 0.22
Alargada	0.22 – 0.30
Ligeramente alargada	0.30 – 0.37
Ni alargada ni ensanchada	0.37 – 0.45
Ligeramente ensanchada	0.45 – 0.60
Ensanchada	0.60 – 0.80
Muy ensanchada	0.80 – 1.20
Rodeando al desagüe	> 1.20

Nota. Esta tabla muestra el factor de la cuenca depende de su forma de la cuenca. Elaborado por el autor (2022)

3.2.5.3. Coeficiente de capacidad de Gravelius (K_c)

Para representar la forma superficial que presenta la cuenca se establece la relación entre las dimensiones de la cuenca hidrográfica y su circunferencia para lo cual necesitamos la siguiente ecuación:

$$Kc = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$$

Donde:

Kc: coeficiente de capacidad

P: perímetro de la cuenca

A: Área de la cuenca

Posterior se realizó una tabla que muestra la forma e interpretación a la tendencia de inundación en la cuenca hidrográfica.

Tabla 6

Índice de Gravellius

Ran go	Clase	Definición Ambiental
1-1.25	Forma redonda	Alta inundación
1.25-1.50	Forma casi alargada	Media inundación
1.50-1.75	Forma a largada	Baja inundación

Nota. Esta tabla muestra el nivel de gráveles. Elaborado por la autora (2022)

3.2.5.4. *Parámetros de relieve*

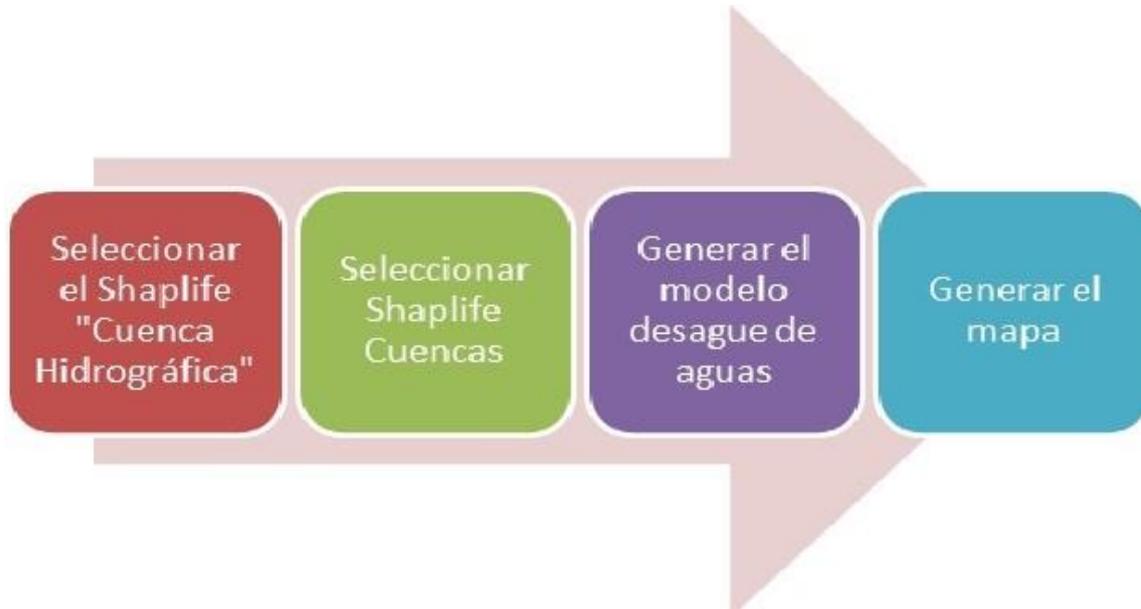
Cortés y Simba, (2020), mencionan a continuación las fórmulas para obtener los parámetros de relieve para la cuenca de estudio:

Se mantuvo la cartografía del IGM, se cumplió con el diagrama a continuación en la figura 3:

3.2.6. *Diagrama de flujo para la obtención de desagüe de aguas*

Figura 3.

Diagrama de la obtención de desagüe de aguas



Nota. Este gráfico representa la obtención del desagüe de las aguas. Tomado de Manejo integral de la cuenca hidrográfica del bosque protector Umbría, como fuente de aporte para la captación de agua para consumo humano en los barrios occidentales de la parroquia Aloasí, cantón Mejía por Cortés y Simba, 2020, UPS.

3.2.7. *Pendiente media del cauce principal (j)*

Se aplicó la siguiente ecuación:

$$j = \frac{Hmax - Hmin}{Lc} * 100\%$$

Donde:

J: Pendiente media del cauce principal

Hmax: cota alta de la cuenca

Hmin: cota baja de la cuenca

Lc: longitud de la cuenca

3.2.8. *Pendiente media de la cuenca:*

Se aplicó la ecuación para determinar el valor.

$$j = \frac{\sum(L_i * E)}{A} * 100\%$$

Donde:

J: pendiente media de la cuenca

Li: longitud de las curvas

E: equidistancia de las curvas

A: área de la cuenca

3.2.9. Curva Hipsométrica

La curva hipsométrica es un parámetro de relieve que ayuda a determinar gráficamente el cambio longitudinal de la cuenca, así como la edad de la cuenca. En las cuencas hidrográficas pueden presentar diferentes patrones de curvas hipsométricas debido a su evolución (edad de los ríos), lo que ayuda a determinar características fisiológicas.

Para esto tenemos los parámetros de la zona de estudio que se utilizó para conseguir la curva hipsométrica de la cuenca.

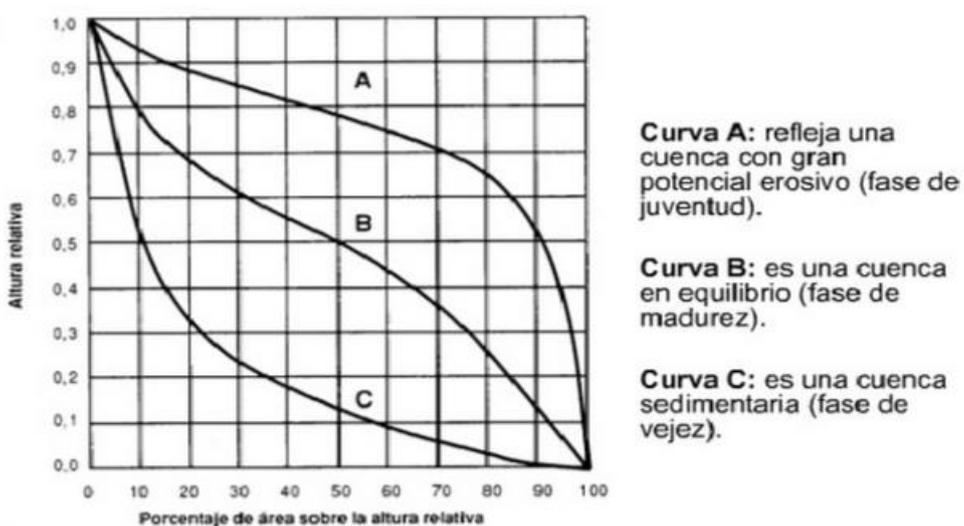
3.2.9.1. Parámetros de la zona de estudio

Por lo tanto, primero se obtuvo la elevación de la superficie en el modelo de elevación digital y exportarlo a un archivo de Excel, y luego obtener la elevación en el eje de ordenadas y el porcentaje de área en el eje de abscisas para identificar el tipo de relieve.

3.2.10. Tipos de curva hipsométrica

Figura 4

Tipo de curva hipsométrica



Nota. Esta curva sirve para la interpretación de los cálculos realizados con el programa Excel. Tomado de Análisis geomorfológico y tectónico para la determinación de los factores condicionantes en la producción de sedimentos de la subcuenca hidrográfica del río Salado (cuenca hidrográfica del río Coca),(p.30), Báez,C,2018,UPS.

3.2.11. Altitud media de la cuenca (H)

Este valor se obtuvo calculando la suma de todos los volúmenes incluidos entre la curva hipsométrica y su eje y luego dividiéndolo por el volumen total de la cuenca utilizando la siguiente ecuación a continuación:

$$H = \frac{V}{A}$$

Donde:

H: altura media de la cuenca

V: volumen incluido entre curva y ejes

A: área de la cuenca

3.2.12. Parámetros red de drenaje

Para realizar los parámetros de red de drenaje se lo realizó con el uso del software ArcGIS 10.5, se aplicó la herramienta “Hidrology”, permitiendo estudios para comprender el tamaño de la cuenca en relación con los patrones de flujo superficial para determinar la dirección del flujo, la acumulación y la secuencia de las redes de cuencas.

Para obtener los parámetros de la red de drenaje Zhicay, (2020), nos indica a continuación la metodología a seguir:

3.2.13. Jerarquización de red fluvial

El sistema de drenaje de la cuenca en estudio se determina a través de la naturaleza del agua existente, con la determinación del orden de manera que se considera un primer principio, desarrollado a partir del método de Streller.

3.2.14. Tiempo de concentración

Se determinó mediante la ecuación de Kirpich, además, el valor obtenido se interpreta como el tiempo de regreso al que pertenecía la clase.

$$T_c = 0.02L^{0.77} S^{-0.385}$$

Donde:

Tc: tiempo de concentración en minutos

S: pendiente del cauce (m/m)

Lc: longitud del cauce principal (m)

Tabla 7

Tiempo de concentración

Clase	Rango de concentración
Alta	0 – 41.5
Media	41.6 – 83.2
Baja	1.3– 125.1

Nota. El rango de concentración y el tipo de clase para el tiempo de concentración.

3.2.15. Análisis Ambiental

3.2.15.1. Factores abióticos

El procedimiento que se realizó para obtener una mejor calidad de imagen del programa ArcGIS 10.5 y con su tabla de atributos

Para ello, se procede a importar los datos mediante la herramienta “Calculate Geometry”, que tiene en cuenta el sistema de coordenadas WGS 1984 UTM zona 17S y las unidades en kilómetros cuadrados, con las opciones adecuadas a los parámetros de superficie a visualizar.

Y por último, la ilustración resultante se proyecta a escala 1:150.000 a través del mapa; A excepción de otros factores, se modificó la escala para comprender visualmente la información obtenida.

3.2.15.2. *Precipitación*

Realización del perfil del polígono “Isoyeta” a una escala de 1:1.000.000, permitiendo una representación de la precipitación promedio de la fuente de la página del INAMHI.

3.2.15.3. *Temperatura*

Se elaboró una hoja poligonal "Isotherma" a escala 1:1'000,000 que me permite mostrar la temperatura media según fuente de INAMHI.

3.2.15.4. *Uso Actual del Suelo.*

Utilización de archivo shapefile de tipo polígono en escala 1:50.000 “Uso de Suelo Sierra”, permitió la identificación de áreas de uso del suelo recolectada de la fuente pasada del MAGAP-SIGAPRO.

3.2.15.5. *Áreas Protegidas.*

Un archivo Shapefile de tipo polígono en escala 1:50.000 “Sistema Nacional de Bosques y Vegetación Protectora”, permite la visualización de áreas pertenecientes al sistema forestal nacional y vegetación protegida según fuente MAE.

3.2.16. *Factores bióticos*

3.2.16.1. Fauna

Las especies vegetales más representadas en el área de estudio fueron descritas e identificadas a través de la información en PDOT y el conocimiento ancestral de los pobladores que identificaron la especie (GAD Parroquial Aloasí, 2021).

3.2.16.2. Flora

El análisis de los animales realizado en el área de investigación se hizo de acuerdo a la información disponible en el PDOT y se comprobó por el conocimiento de los ancestros, luego se hizo una taxonomía de acuerdo al orden, familia y nombre científico de cada especie (GAD Parroquial Aloasí, 2021).

3.2.17. Análisis Socioeconómico

3.2.17.1. Demografía

La tasa de crecimiento, densidad poblacional y porcentaje por género en la Parroquia Aloasí se obtuvieron con información estadística obtenida del VII Censo de Población del INEC (2010). Además, se dispuso de los resultados obtenidos de acuerdo a la proyección de población proporcionada por el grupo de consultores involucrados bajo el PDOT (GAD Parroquial Aloasí, 2021).

3.2.18. Índice de calidad de agua

3.2.18.1. Puntos de muestreo de agua

Determiné 2 puntos de muestreo con la respectiva coordenada geográfica WGS84Z17 S, para el análisis de agua de la parroquia de Aloasí. Sus fuentes son la planta de agua potable junto con el ojo de agua Cumbiteo y vertiente del Arco del Barrio San Roque; donde se asignó la denominación “Vertiente ojo del monte” y “Vertiente del arco” respectivamente.

3.2.18.2. Aforo del caudal

A partir de los dos puntos definidos durante los tres muestreos llevados a cabo el 25 de julio de 2022, 10 de agosto de 2022; y el 02 de septiembre de 2022; y en cada uno se tomó 08 mediciones para obtener el valor final medio.

3.2.18.3. Método volumétrico Caudal

El caudal se obtiene dividiendo el volumen de agua recogida por el tiempo necesario para llenar el recipiente. En este caso el recipiente era una cubeta volumétrica y se utilizó la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde:

Q: caudal (l/s)

V: volumen (l)

T: tiempo (s)

3.2.19. Método para el cálculo de escorrentía superficial

El flujo de agua depende de muchos factores, como el tipo de precipitación (lluvia, nieve o aguanieve), su cantidad, intensidad, humedad y el tipo de terreno y suelo, el tipo de vegetación presente y la distribución de estos factores con el tiempo, dentro del factor de velocidad puede ser de cero a uno (Martinez de Azagra y Navarro, 1996).

Para generar este mapa lo que haremos será trabajar con el mapa de curvas de nivel ya este mapa lo mandaremos a la herramienta TIN , y luego el producto que se nos genera lo mandaremos a la herramienta TIN TO RASTER; se nos generará un mapa parecido a sombras donde le daremos en opciones y en clasificación seleccionaremos las para facilidad trabajaremos con tres clases; luego de marcar las tres clases abriremos la herramienta RECLASSIFY donde encargaremos el raster del creado; y luego lo que haremos será cargar la capa de uso y coberturas del suelo; donde abriendo la tabla de atributos seleccionaremos las actividades más relevantes ya que como nos dice la bibliografía algunos de los factores que influyen en el coeficiente de escorrentía son actividades agrícolas y la cobertura vegetal. Lo que haremos será separar en capas individuales; es decir una capa de uso del suelo y otra capa de la cobertura del suelo. Una vez que tengamos estas tres capas generadas lo que haremos será abrir la herramienta CALCULATOR donde ingresa haremos estas tres capas y

nos arrojará un producto de estas tres. Y nos dirá el coeficiente de escorrentía para determinadas áreas según el uso y tipo de suelo. Siendo los valores más altos los que menos intervención humana tienen y los valores más bajos son los que más intervención humana tiene o que son lugares donde se desarrollan distintas actividades productivas.

3.2.19.1. *Fórmula para el cálculo de escorrentía superficial*

Según Roa y Kearney, (2013), se calcula la escorrentía superficial de la siguiente manera:

Cuando ya se tiene el coeficiente de escorrentía, usando la fórmula del coeficiente y despejando, podemos encontrar la escorrentía superficial, solo sería de multiplicar el coeficiente por la precipitación total.

3.2.19.2. *Coficiente de escorrentía (R)*

Esta relación del coeficiente expresa el porcentaje de precipitación que se convierte en escorrentía y se representa como:

Ecuación 1

$$R = \frac{Q}{P}$$

donde:

Q = Escorrentía superficial en una superficie/tiempo específico

P = Precipitación registrada en superficie/tiempo específico

3.2.20. Análisis de los Datos Medidos para calidad de agua

Los datos obtenidos de las mediciones realizadas para el análisis de la calidad del agua se digitalizaron en el software Excel, donde se calculó la media aritmética para cada parámetro estudiado, ya que se midió ocho veces y se necesitaba ajustar a una media representativa, el conjunto de datos bajo las condiciones dadas. Finalmente, en base a cada muestreo en un punto definido diferente, se obtuvo una tabla de valores que muestra los productos de los parámetros de calidad del agua y sus respectivas unidades de medida (Sánchez, 2021).

3.2.20.1. Desarrollo y cálculo del índice de la calidad del agua

Según Granizo y Toa, (2020), nos indican el cálculo del índice de calidad de agua detallado a continuación:

Una vez obtenidos los valores, se aplicó el Índice de Calidad del Agua (WQI) desarrollado por la National Sanitation Foundation (NSF) en 1970 utilizando técnicas de investigación Delphi de la RAND Corporation (Bauer y Church, 1980). Para el cálculo del ICA intervienen 9 parámetros: Oxígeno Disuelto (OD), Coliformes Fecales (Coli. F), Potencial de Hidrogeno (pH), Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días (DBO5), Nitratos (NO₃), Fosfatos (PO₄), Desviación de la Temperatura (ΔT), Turbidez (NTU), y Sólidos Disueltos Totales (SDT).

La agregación de información se desarrolla a través de fórmulas que incluyen sumas simples o multiplicativas, y la verificación en campo de su aplicabilidad requiere la recopilación y validación de datos. Estos datos se promediaron para producir una curva que refleja los criterios de respuesta profesional en una escala (Q) de 0 a 100, disminuyendo a medida que aumenta la contaminación de las vías fluviales en el estudio. (p.16)

Para el cálculo del índice browniano (1970) se utiliza un método aditivo, que consiste en una suma lineal ponderada de los subíndices de cada parámetro de calidad y un peso o porcentaje asignado a cada parámetro (Granizo y Toa, 2020).

$$WQI = \sum_{i=1}^n Subi * Wi (1)$$

Donde:

- WQI: Índice de calidad de agua.
- Wi: Pesos relativos asignados a cada parámetro
- (Subi), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.
- Subi: Subíndice del parámetro i.
- n: Número de parámetros.

Para establecer el valor de "ICA", es necesario sustituir los datos en la ecuación (1) para obtener el Subíndice de diferentes gráficos, como se describe a continuación, los valores se incrementan por su respectivo Wi presente en la tabla 8; los 9 parámetros

se multiplican, esto da como resultado el "ICA", que debe ser un número entre 0 y 100, donde 0 es muy mala calidad del agua y 100 es muy buena calidad del agua. Los pesos de los diferentes parámetros son:

Tabla 8

Pesos relativos parámetros ICA

Subíndice	W_i(pesos relativos)
coliformes fecales	0,15
Ph	0,12
DBO5	0,1
Nitratos	0,1
Fosfatos	0,1
Temperatura	0,1
Turbidez	0,08
Sólidos disueltos	0,08
Oxígeno disuelto	0,17

Nota. Elaborado por la autora, (2022)

Los resultados finales obtenidos se interpretan de acuerdo con la siguiente escala de calificación, donde los colores representan cada área:

Tabla 9

Escala de calidad

Escala de color	Rango
excelente	91-100
buena	71-90
media	51-70
 mala	26-50

Para la interpretación de los datos en la tabla 9, según Carrillo y Urgilés, (2016), se presenta a continuación la descripción:

- El agua entre 91 y 100 se considera agua de alta calidad, tiene una gran diversidad de vida acuática y es segura para cualquier forma de contacto directo.
- El agua entre 71 y 90 se considera agua de buena calidad y requiere un tratamiento ligero debido a la presencia de algunos contaminantes.
- El agua entre 51 y 70 se considera de calidad media, está significativamente contaminada por diversas sustancias, necesita ser tratada para el consumo humano, y la biodiversidad del agua es generalmente menor y las algas crecen con mayor frecuencia.
- El agua entre 26 y 50 se considera de mala calidad, no apta para el consumo humano y requiere un tratamiento especial debido al alto nivel de contaminación del agua; Baja biodiversidad acuática.
- El agua entre 0 y 25 se considera de mala calidad y contiene solo un número limitado de organismos acuáticos; no se considera aceptable para actividades que están en contacto directo con el agua; y no comestible para los humanos debido a los altos niveles de contaminación.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Ubicación territorial

El área de estudio se encuentra en la parroquia de Aloasí cantón Mejía, específicamente en los barrios San Roque y Umbría, se presentó de manera gráfica el área total de la zona de estudio. (Mapa)

4.2. Delimitación y codificación del Área de estudio

Metodología Pfafstetter aplicada donde la codificación de la cuenca es la desembocadura del río principal es 152491 y se obtuvo su representación gráfica en escala 1.250.000 (Mapa)

La red de agua de la cuenca de cuarto orden incluye 97 objetos de agua dulce.

Tabla 10

Red hídrica

Orden	Total, de corrientes de agua	Longitud total (km)	Porcentaje (%)
1	46	289	47
2	11	69.11	11
3	24	150	25
4	16	100	16
Total	97	609.46	100

Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

4.3. Caracterización Morfométrica de La Cuenca

4.3.1. Parámetros Generales

Aquí se presenta los resultados calculados de los parámetros generales, en la tabla

Tabla 11

Parámetros generales

Parámetro	Valor	Unidad de Medida
Área	279,03	Km ²
Perímetro	92,2	Km
Longitud del cauce principal	50	Km
Longitud de la cuenca	44,3	Km
Ancho de la cuenca	6,2986	Km
Altura máxima	4.840	m. s.n.m
Altura mínima	3.400	m. s.n.m
Desnivel Altitudinal	1.440	m. s.n.m

Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

A continuación, se presenta los resultados obtenidos, la cuenca de la parroquia Aloasí, se encuentra a una altura máxima de 4.840 m.s.n.m y altura mínima de 3.400 m.s.n.m, el área de 279,03 Km² y perímetro de 92,20 Km, con la ayuda de estos valores calculados se procedió con el análisis de los demás parámetros morfométricos de la cuenca.

4.3.2. *Parámetros de Forma*

Al realizar el estudio de la cuenca, esta presenta una forma muy alargada, con baja tendencia a inundaciones. Los valores obtenidos, se indican en la tabla 12.

Tabla 12

Parámetros de forma

Parámetro	Valor
Factor de forma de Horton	0,14
Coefficiente de compacidad de Gravelius	1,56

Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

4.3.3. *Parámetros de Relieve*

A continuación, se muestran los valores de parámetro de relieve de la cuenca, en la tabla 13.

Tabla 13

Parámetros de Relieve

Parámetro	Valor	Unidad de medida
Pendiente media del cauce principal	32,51	%
Pendiente media de la cuenca	37,20	%
Altitud media de la cuenca	3.930	m. s.n.m

Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Esta cuenca presenta una pendiente media de 37.20%, y se localiza en una zona donde la erosión es mayor y su relieve es fuertemente accidentado por quebradas.

4.3.3.1. Curva Hipsométrica.

En este caso se obtiene una curva tipo B, se puede señalar que esta cuenca está en una etapa intermedia es decir en la fase de equilibrio que esta entre la madurez y la fase juventud, como menciona Guerra, (2002). Para esto, anteriormente se realizó la tabla 14, esta contiene las cotas y el área entre curvas de la cuenca con sus respectivos porcentajes.

Tabla 14

Datos para la realización de la curva hipsométrica

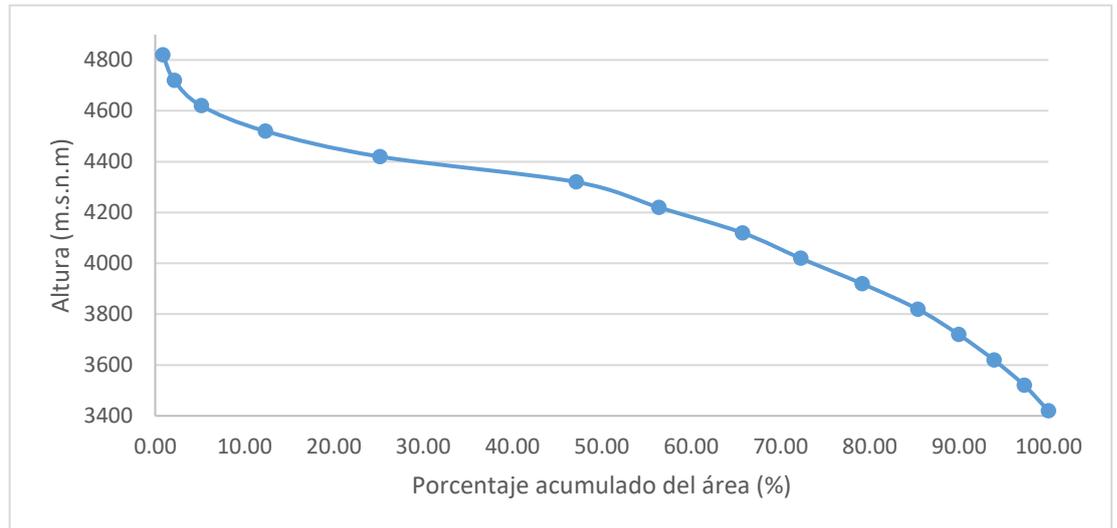
N°	Cotas (m.s.n.m)		Altura promedio	Área (km ²)		Porcentaje acumulado (%)	Porcentaje entre curva (%)
	Min	Max		Area_curv	Acumulada		
1	3400	3440	3420	2,39	279,03	100	0,89
2	3500	3540	3520	7,47	276,64	97,3	4,38
3	3600	3640	3620	13,69	269,17	93,89	7,23
4	3700	3740	3720	25,76	255,48	89,95	9,72
5	3800	3840	3820	32,55	229,72	85,35	13,2
6	3900	3940	3920	43,72	197,17	79,14	15,37
7	4000	4040	4020	41,35	153,45	72,25	12,42
8	4100	4140	4120	34,42	112,1	65,74	7,91
9	4200	4240	4220	29,53	77,68	56,39	7,65
10	4300	4340	4320	21,56	48,15	47,13	6,49
11	4400	4440	4420	12,37	26,59	25,13	7,36
12	4500	4540	4520	5,22	14,22	12,34	3,57
13	4600	4640	4620	4,32	9	5,15	2,12
14	4700	4740	4720	2,33	4,68	2,12	0,87
15	4800	4840	4820	2,35	2,35	0,84	0,82
Total				279,03	Total		100

Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Finalmente, se tomó el valor porcentual acumulado del área como eje de la abscisa y la altura promedio como eje de la ordenada; y se trazó un diagrama como se muestra en la Figura 5.

Figura 5

Curva Hipsométrica



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

4.3.4. Parámetros de la Red de Drenaje

La red hídrica que corresponde a la cuenca es de orden tres, y la densidad de drenaje es de 0,32 Km/Km², correspondiente a la influencia de bajo nivel hídrico. Asimismo, los efectos de la forma y la topografía de la cuenca indican que el tiempo de concentración es de aproximadamente 58,24 minutos, que es una cantidad de tiempo moderada para que todos los puntos de la cuenca contribuyan simultáneamente con agua de escorrentía a los puntos de salida, como se muestra en la Tabla 15.

Tabla 15

Parámetros de la red de drenaje

Parámetro	Valor	Unidad de medida
Jerarquización de la red fluvial	tercer orden	Adimensional
Densidad de drenaje	0,32	Km/Km ²
Tiempo de concentración	58,24	minutos

Nota: Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

4.4. Análisis Ambiental

4.4.1. Factores Abióticos

4.4.1.1. Precipitación

La precipitación de esta cuenca con una mayor cobertura está entre 1.188,65 milímetros por año que incide en la parte alta de la cuenca. Luego, en la parte baja se tenemos otra isoyeta donde la precipitación presenta un valor de 900,72 milímetros anualmente. Para esto, se utilizó las estaciones hidrológicas llamadas “Rumipamba Pichincha”; y la estación “Cotopaxi- Control Norte (Machachi)” (Ver Anexo 1, figura 35 Mapa de Isoyetas de Aloasí).

4.4.1.2. *Temperatura*

Las temperaturas registradas en esta cuenca tienen como mayor en la norte-oeste con un valor de 13,04 y en la parte sur-este tiene un valor de 12,63. (Ver Anexo 1, figura 36 Mapa de Isothermas de Aloasí).

4.4.1.3. *Zonas Climáticas*

Como se aprecia en la tabla 16, tenemos las estaciones meteorológicas convencionales situadas en la cuenca, sus tipos de clima, sus descripciones concernientes y la superficie que poseen las zonas climáticas identificadas.

Tabla 16

Zonas Climáticas

Estación Meteorológica	Tipo de clima	Descripción	Área (Km²)
M117	Mesotérmico templado frío	Clima subhúmedo sin exceso de agua	51,28
M120	Mesotérmico semifrío	Clima subhúmedo con pequeño déficit de agua	58,37
M029	Mesotérmico templado frío	Clima subhúmedo con pequeño déficit de agua	169,38
Total			279,03

Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

También se encuentra que la mayor parte de la cuenca tiene un clima mesotérmico templado frío, es un clima subhúmedo con poca escasez de agua, cubriendo 169,38 kilómetros cuadrados, que es el 60.7% del área total de la cuenca.

4.4.1.4. Tipos y uso de Suelos

Como se observa en la tabla 17 los órdenes de los suelos identificados, con su descripción de uso actual de suelo y porcentaje que representa del total de la cuenca.

Tabla 17

Tipos y uso de Suelos

Nº	Orden	Descripción	Área (Km2)
1	Inceptisoles	suelos para aprovechamiento forestal	191,41
2	Mollisoles	suelos para agricultura	87,62
	Total		279,03

Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Por último, las principales características de la taxonomía de suelo inceptisol es el que predomina más en la cuenca y sus características básicas son: suelo negro profundo, arena fina y media, alta cantidad de materia orgánica en la capa superior 0-20 cm, estructura granular y saturación. Contenido de cationes inferior al 50%; con una superficie total de 191,41 kilómetros cuadrados, que representan el 68,60% de la superficie de la cuenca.

4.4.1.5. Pendientes de Suelo

Como se muestra en la tabla 18, se encuentran los rangos obtenidos de pendiente, su representación y área calculada.

Tabla 18

Rangos de pendiente

Nº	Rango (%)	Descripción	Área (Km ²)
1	0-25	Suave o ligeramente ondulado	18,53
2	25-50	Moderadamente ondulado	27,32
3	50-70	Colinado	39,53
4	70-82	Escarpado	28,31
5	> 82	Muy escarpado	165,34
Total			279,03

Nota: Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Por lo tanto, se determina que la mayor parte del área de estudio presenta la topografía de muy escarpado, la pendiente es mayor a 82%, la superficie es de 165,34 kilómetros cuadrados, el proceso de erosión es acelerado y la productividad no es tan alta.

4.4.1.6. Áreas Protegidas

De acuerdo con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, se identificaron tres áreas protegidas que se superponen a la cuenca de estudio. Así, la

Tabla 19 muestra el nombre de cada uno de ellos, las disposiciones legales que rigen la aprobación y el área que representa.

Tabla 19

Áreas protegidas de la parroquia Aloasí

Nº	Nombre	Normativa legal	Área (Km²)
1	Parque Nacional Cotopaxi	Acuerdo Interministerial No. 0259 A del 11/08/1975	14,08
2	Reserva Ecológica Los Ilinizas	Resolución No. 066 del 11/12/1996. Registro Oficial No. 92 del 19/12/1996	63,06
3	Parea Nacional de Recreación El Boliche	Acuerdo Interministerial No. 0322 del 26/07/1979	1,46
	Total		78,60

Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Establecida por Resolución No. 066 del 11/12/1996 y el Registro Oficial No. 92 del 19/12/1996 la Reserva Ecológica Los Ilinizas, es el área protegida de mayor superficie en la cuenca de estudio con una superficie de 63,06 km cuadrados y su valor es el 30,20% de la superficie total.

4.4.2. Factores Bióticos

4.4.2.1. Flora

Según el GAD parroquial Aloasí (2021), Tiene un impacto de deforestación, con avance de la frontera agrícola, esta actividad es antrópica y afecta en mayor medida a los sectores altos, dando como nivel de afectación en la parroquia medio.

Como mencionan Cortés y Simba, (2020), que se identificaron nueve especies que aún sobreviven para uso medicinal, como se muestra en la tabla 20.

Tabla 20

Especies de uso medicinal

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Asterales	Asteraceae	<i>Baccharis buxifolia</i>	Hoja blanca
Solanales	Solanaceae	<i>Solanum oblongifolium</i>	Chiguanto
Asterales	Asteraceae	<i>Gynoxys acostae</i>	Capote
Magnoliales	Winteraceae	<i>Drimys winteri</i>	Casca
Rosales	Rosaceae	<i>Hesperomeles ferruginea</i>	Pujín
Rosales	Urticaceae	<i>Urtica urens</i>	Ortiga
Asterales	Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i>	Chilca
Solanales	Solanaceae	<i>Cestrum racemosum Ruiz & Pav</i>	Sauco
Asparagales	Xanthorrhoeaceae	<i>Aloe vera</i>	Sábila

Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Además, se reconocieron cinco especies de plantas para uso alimentario, como se muestran en la tabla 21.

Tabla 21

Especies de uso alimenticio

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Piperales	Piperaceae	<i>Piper hispidum</i>	Matico
Apiales	Apiaceae	<i>Arracacia xanthorrhiza</i>	Sacha zanahoria
Brassicales	Brassicaceae	<i>Brassica rapa</i>	Nabo
Ericales	Ericaceae	<i>Vaccinium floribundum</i>	Mortino
Rosales	Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	Capulí

Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

4.4.2.2. Fauna

Según el GAD parroquial Aloasi (2021), cuentan con especies como chucuri, lagartijas, ranas negras y conejos, ellas están desapareciendo del sector por avance de la frontera agrícola, por actividades antrópicas, en especial al sector que más afecta es el Páramo y su nivel de afectación es medio.

Cortés y Simba, (2020), indican en la siguiente tabla 22, especies animales clasificadas por orden, familia, nombre científico y común y clasificadas en mamíferos y aves.

Tabla 22

Especies animales

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo de páramo
Caniformia	Cannidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Lobo de páramo
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago vampiro común
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado colablanca
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis albiventris</i>	Raposa
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon latebricola</i>	Ratón campestre ecuatoriano
Rodentia	Cricetidae	<i>Thomasomys rhoadsi</i>	Ratón andino de páramo
Carnivora	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Chucuri

Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

4.5. Análisis Socioeconómico

4.5.1. Demografía

Según el GAD parroquial Aloasí, (2021), la parroquia tiene una población de aproximadamente 14.500 personas, de las cuales el 52% son mujeres y el 48% son hombres. Su densidad de población es de aproximadamente 185 habitantes por kilómetro cuadrado, lo que la convierte en una parroquia de importante extensión geográfica e influencia demográfica.

4.5.2. Salud

Según GAD parroquial Aloasi, (2021), la infraestructura y el personal de salud no pueden suplir las necesidades de la población, este centro de salud cuenta con poco personal y equipamiento y no puede brindar todos los servicios que necesita la población. El potencial de este centro de salud existente es que tiene una buena ubicación, calles suaves. y un programa de visitas domiciliarias.

4.5.3. Agua potable

Según el GAD parroquial Aloasí, (2021), El agua potable escasea en verano. El GAD de Machachi bombea agua a la parte alta de la parroquia para que regrese por gravedad. Este sistema no es lo suficientemente eficiente para satisfacer la demanda. Sin embargo, el potencial radica en las fuertes lluvias invernales y la altura de la parroquia, que permite la construcción de un embalse.

Como indican Cortés y Simba, (2020), En la parroquia de Aloasí, los servicios de agua potable se brindan de dos formas: una es brindada por la empresa de agua potable y otra por la autoridad del agua, que representan el 64% y el 36% respectivamente. De estos últimos, el 93,70% corresponde a la Autoridad de Aguas de la Comunidad de Occidente, de la que forma parte Umbría, el 4,83% corresponde a la Autoridad de Aguas Anita Lucia de Chisinche y el 1,46% corresponde a Chisinche de Moncayo.

4.6. Cálculo de la escorrentía superficial

Para el cálculo utilizamos los coeficientes que se obtuvieron con el programa Arcgis (observar anexo 1, figura 34 mapa de coeficiente de escorrentía).

De los coeficientes que obtenemos, se saca una media de esos datos y con ese valor obtenido se multiplica por la precipitación.

Tabla 23

Coefficientes de escorrentía

Nº	coeficientes
1	0,18
2	0,21
3	0,36
4	0,42
5	0,6
6	0,72
7	0,8
8	0,9
Total	0,52

Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

La precipitación que se obtiene es de 1.188,65 milímetros por año, (observar anexo 1, figura 35 mapa de isoyetas).

Se procede a realizar el despeje de la ecuación 1 y calcular:

$$R = \frac{Q}{P}$$

$$Q = R * P$$

Donde:

R: Coeficiente de escorrentía

Q: Escorrentía superficial

P: Precipitación

$$Q = 0,52 * 1.188,65 \frac{mm}{año}$$

$$Q = 618,09 \frac{mm}{año}$$

De acuerdo a lo que mencionan Roa y Kearney, (2013), en base al coeficiente de escorrentía, este análisis concluyó que los coeficientes de escorrentía alrededor de 0,5 (50%) representan el punto de corte entre el potencial de escorrentía moderado (<0,5) y las áreas de alto potencial de escurrimiento (≥ 0.5). En este caso el resultado que arroja es de una escorrentía superficial moderada, es decir que su tasa de retención de agua en esta cuenca es media.

4.7. Recopilación de datos encuesta

Se realizó el siguiente calculo:

$$n = \frac{1,96^2 * 0,95 * 0,05}{0,05^2 * (6.855 - 1) + 1,96 * 0,95 * 0,05}$$

$$n = 72,61 = 73$$

Dando como total un número de 73 encuestas a realizar a la población del sitio de estudio.

Para la recolección de los datos, se realizó esta encuesta a las personas que habitualmente viven, trabajan y realizan trámites en la parroquia de Aloasí.

4.7.1. Tabulaciones de encuesta

1. ¿Cuál es su género?

Tabla 24

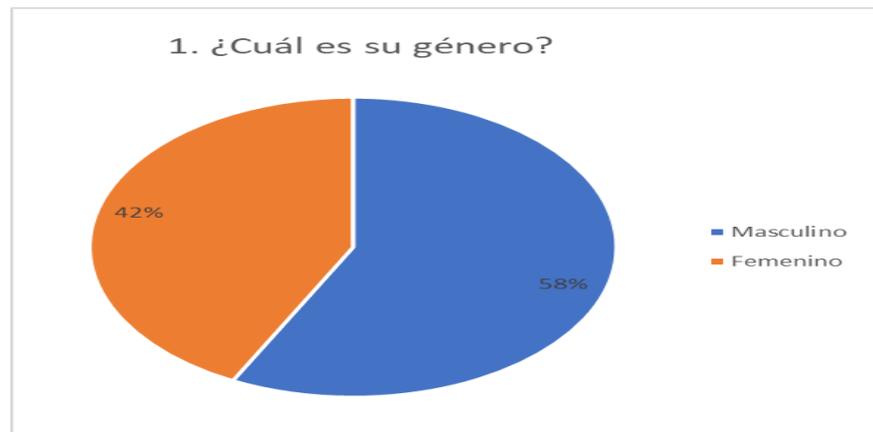
Género de los habitantes

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Masculino	42	57,53
Femenino	31	42,47
total	73	100,00

Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 6

Género de los habitantes



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Análisis

Como se aprecia en la tabla 24 y la Figura 6, del total de los 73 encuestados 58% pertenecen al género masculino y 42% al género femenino.

2. ¿Cuál cree que es el principal agente contaminante de agua hoy en día?

Tabla 25

Principal agente contaminante de agua hoy en día

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Hombre	43	58,90
Animales	22	30,14
Industrias	4	5,48
Otros	4	5,48
total	73	100,00

Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 7

Principal agente contaminante de agua hoy en día



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Análisis

Como se aprecia en la tabla 25 y la Figura 7, del total de los 73 encuestados creen que el agente contaminante es 59% el hombre, 30% animales, 6% industrias y 5% otros.

3. ¿Cree que el agua que llega a nuestro hogar es totalmente potable?

Tabla 26

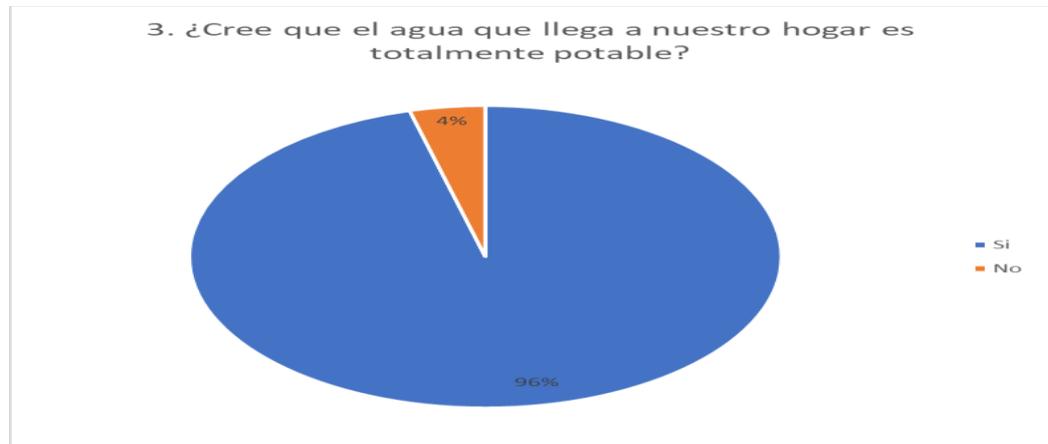
El agua que llega a nuestro hogar es totalmente potable

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	70	95,89
No	3	4,11
total	73	100,00

Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 8

El agua que llega a nuestro hogar es totalmente potable



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Análisis

Como se aprecia en la tabla 26 y la Figura 8, del total de los 73 encuestados 96% creen que el agua que llega si es totalmente potable y 4% piensa lo contrario.

4. ¿Cuántas veces al día hace uso o empleo del agua?

Tabla 27

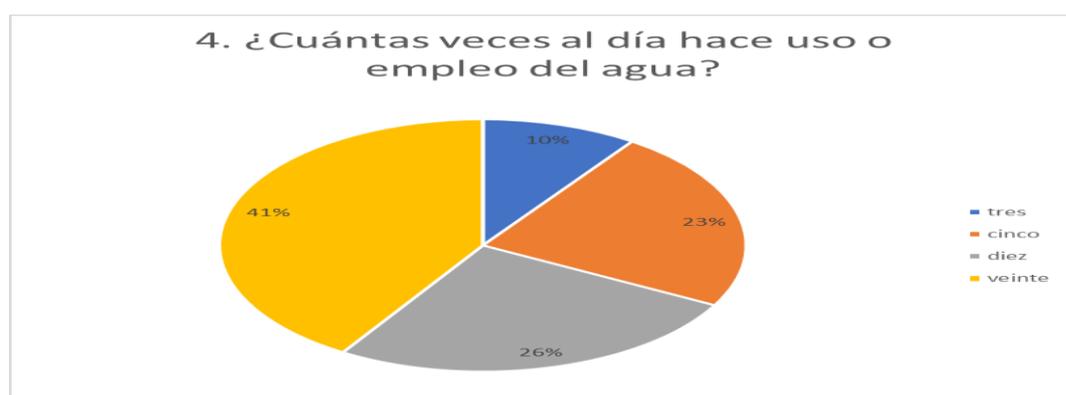
Veces al día que hace uso o empleo del agua

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
tres	7	9,59
cinco	17	23,29
diez	19	26,03
veinte	30	41,10
total	73	100,00

Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 9

Veces al día que hace uso o empleo del agua



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Análisis

Como se aprecia en la tabla 27 y la Figura 9, del total de los 73 encuestados el 10% utiliza el agua tres veces al día, el 23% utiliza el agua cinco veces al día, el 26% utiliza el agua diez veces al día y el 41% utiliza el agua veinte veces al día.

5. ¿Le preocupa la falta de agua en el futuro?

Tabla 28

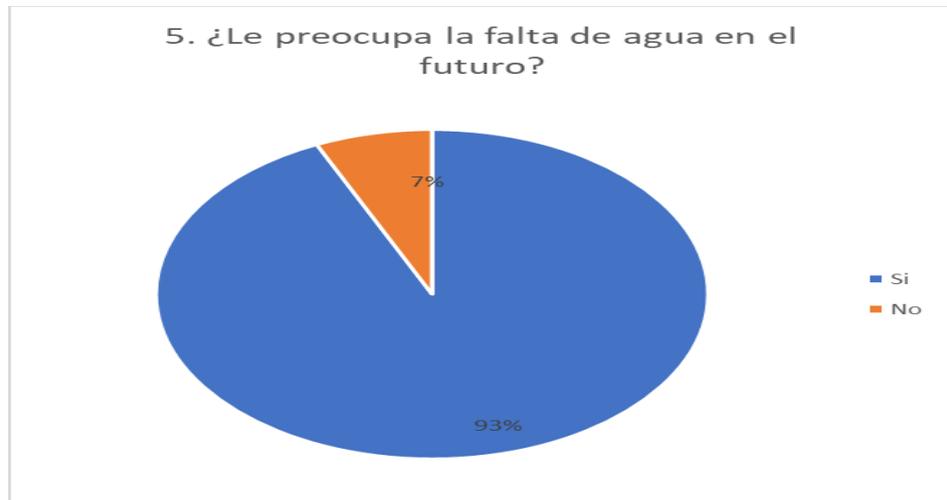
Preocupación por la falta de agua en el futuro

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	68	93,15
No	5	6,85
total	73	100,00

Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 10

Preocupación por la falta de agua en el futuro



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Análisis

Como se aprecia en la tabla 28 y la Figura 10, del total de los 73 encuestados al 93% le preocupa la falta de agua en el futuro y 7% no le preocupa.

6. ¿Conoce alguna iniciativa que se esté llevando a cabo a favor del agua?

Tabla 29

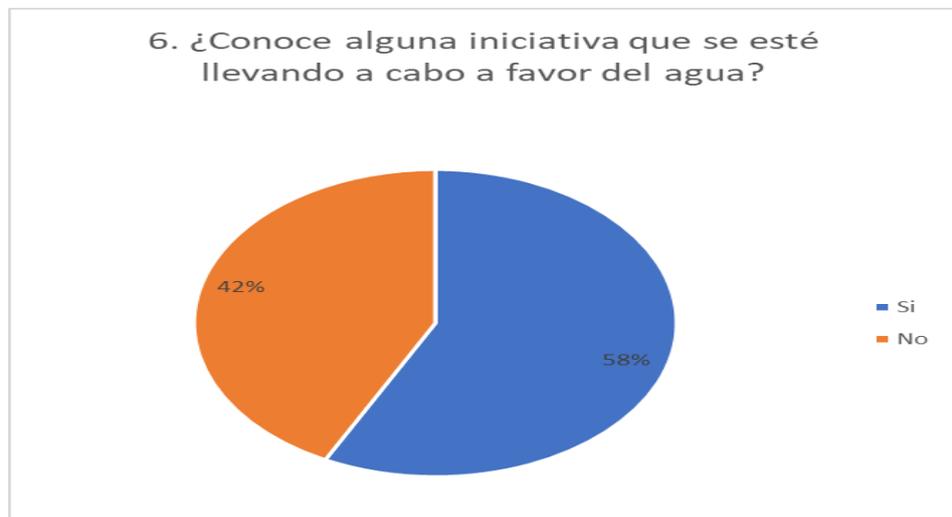
Iniciativa que se esté llevando a cabo a favor del agua

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	42	57,53
No	31	42,47
total	73	100,00

Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 11

Iniciativa que se esté llevando a cabo a favor del agua



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Análisis

Como se aprecia en la tabla 29 y la Figura 11, del total de los 73 encuestados el 58% conoce alguna iniciativa a favor del agua y 42% no conoce de esta iniciativa.

7. ¿Cuál cree que es el cuerpo de agua más contaminado en nuestros días?

Tabla 30

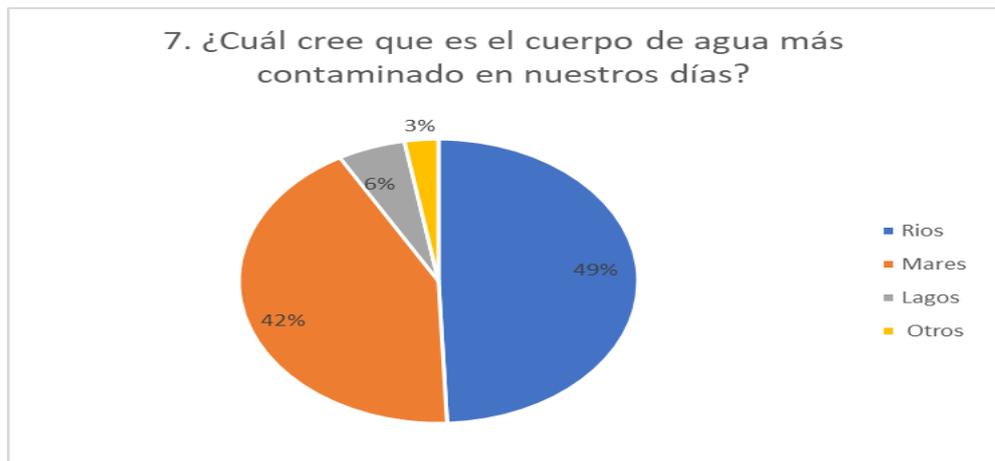
Cuerpo de agua más contaminado en nuestros días

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Rios	36	49,32
Mares	31	42,47
Lagos	4	5,48
Otros	2	2,74
total	73	100,00

Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 12

Cuerpo de agua más contaminado en nuestros días



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Análisis

Como se aprecia en la tabla 30 y la Figura 12, del total de los 73 encuestados el 3 % dicen que otros, 6% creen que los lagos, el 42% cree que los mares y por último el 49% dicen que los ríos son los más contaminados.

8. ¿Arroja basura, desechos, sustancias químicas, entre otros a los cuerpos de agua?

Tabla 31

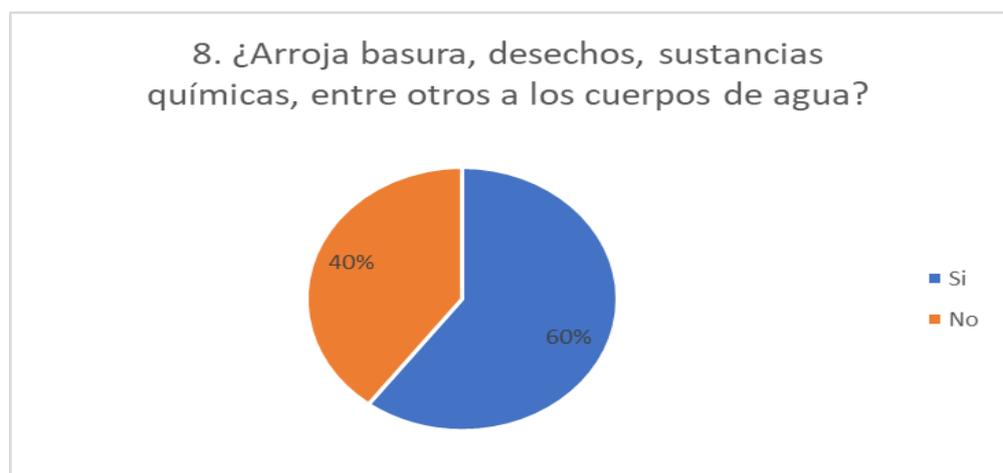
Contamina el agua

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	44	60,27
No	29	39,73
total	73	100,00

Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 13

Contamina el agua



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Análisis

Como se aprecia en la tabla 31 y la Figura 13, del total de los 73 encuestados 60% si arroja basura u cualquier otro desecho al agua, mientras el 40% no arroja nada.

9. ¿Ha recibido alguna capacitación sobre el uso y manejo adecuado del agua?

Tabla 32

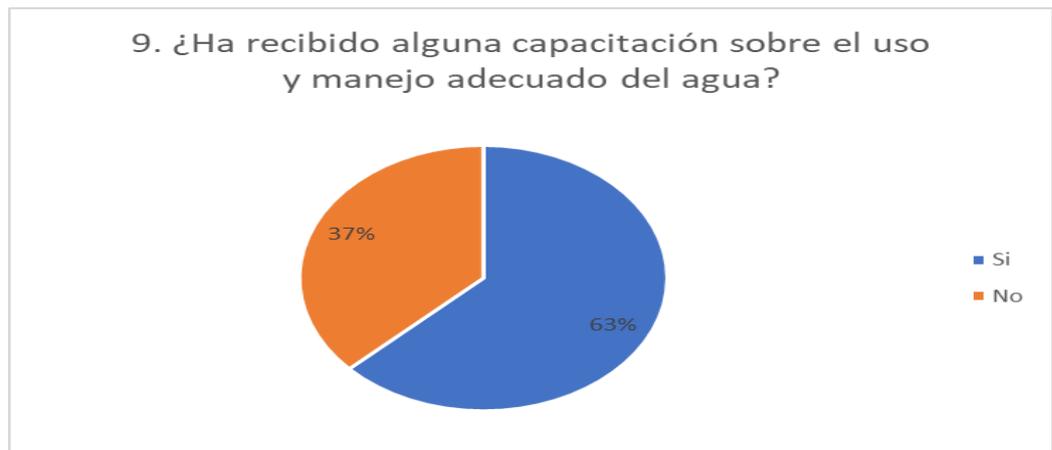
Capacitación sobre el uso y manejo adecuado del agua

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Si	46	63,01
No	27	36,99
total	73	100,00

Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 14

Capacitación sobre el uso y manejo adecuado del agua



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Análisis

Como se aprecia en la tabla 32 y la Figura 14, del total de los 73 encuestados el 63% si ha recibido capacitación sobre el uso adecuado del agua y el 37% no ha recibido ninguna capacitación.

10. ¿Usted considera que la calidad de agua en la parroquia de Aloasí es?

Tabla 33

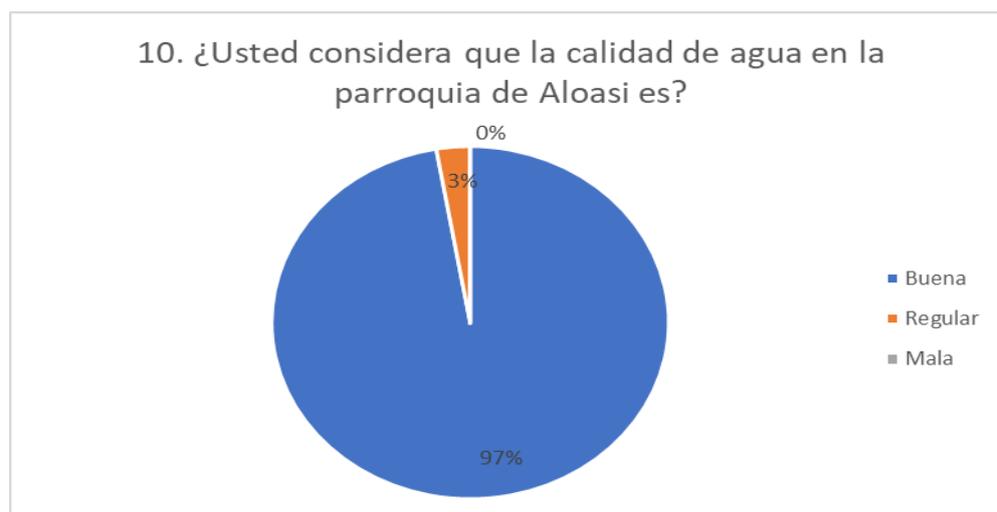
Calidad de agua en la parroquia de Aloasí

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Buena	71	97,26
Regular	2	2,74
Mala	0	0,00
total	73	100,00

Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 15

Calidad de agua en la parroquia de Aloasi



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Análisis

Como se aprecia en la tabla 33 y la Figura 15, del total de los 73 encuestados 97% consideran que el agua de Aloasí es de buena calidad y el 3% considera que es regular.

Esta encuesta se la realizo con la finalidad de saber cómo perciben los habitantes de la parroquia de Aloasí la calidad de este recurso hídrico, para comparar la pregunta 10 con los resultados obtenidos del análisis ICA de la calidad de agua.

4.8. Parámetros medidos en campo

4.8.1. Oxígeno disuelto

Se muestra la diferencia de oxígeno disuelto de agua por cada muestra analizada.

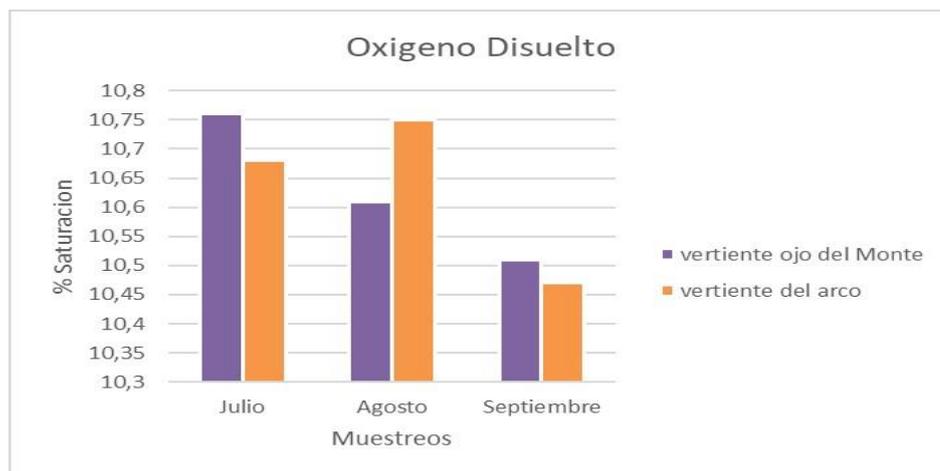
Tabla 34

Resultados Oxígeno disuelto

	Alta	Media	Baja	Unidad
Vertiente ojo del monte	10.76	10.61	10.51	mg/l
Vertiente del arco	10.68	10.75	10.47	mg/l

Figura 16

Oxígeno Disuelto



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

4.8.2. pH

Se presenta los resultados para el potencial hidrogeno de acuerdo a cada muestreo realizado todos se encuentran medidos en unidad de pH.

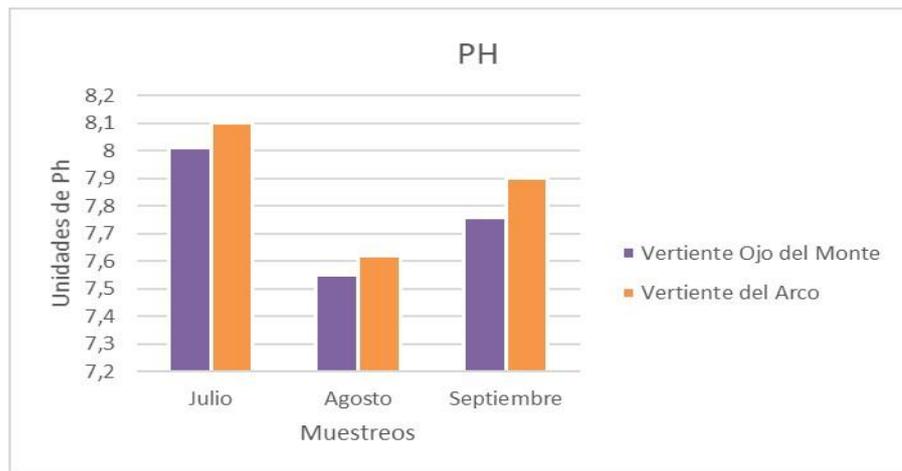
Tabla 35

Resultados pH

	Alta	Media	Baja
Vertiente ojo del monte	8.01	7.55	7.76
Vertiente del arco	8.1	7.62	7.9

Figura 17

pH



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

4.8.3. Variación de Temperatura

Se presenta los resultados de acuerdo a la variación de temperatura con cada muestreo analizado.

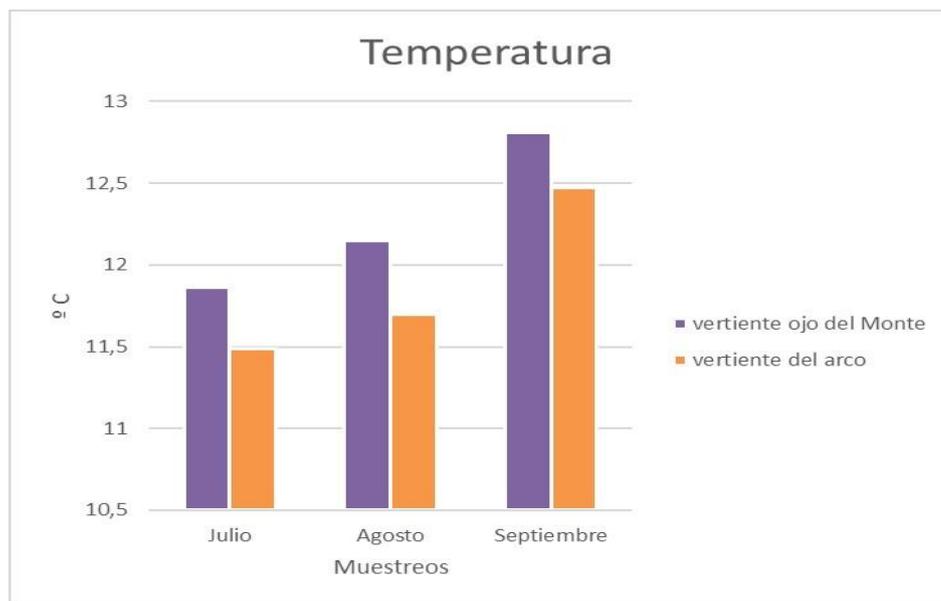
Tabla 36

Resultados de temperatura

	Alta	Media	Baja	Unidad
Vertiente ojo del monte	11.86	12.15	12.81	°C
Vertiente del arco	11.49	11.70	12.47	°C

Figura 18

Temperatura



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

4.8.4. Turbidez

Se presenta los resultados para la turbidez de acuerdo a las muestras presentadas.

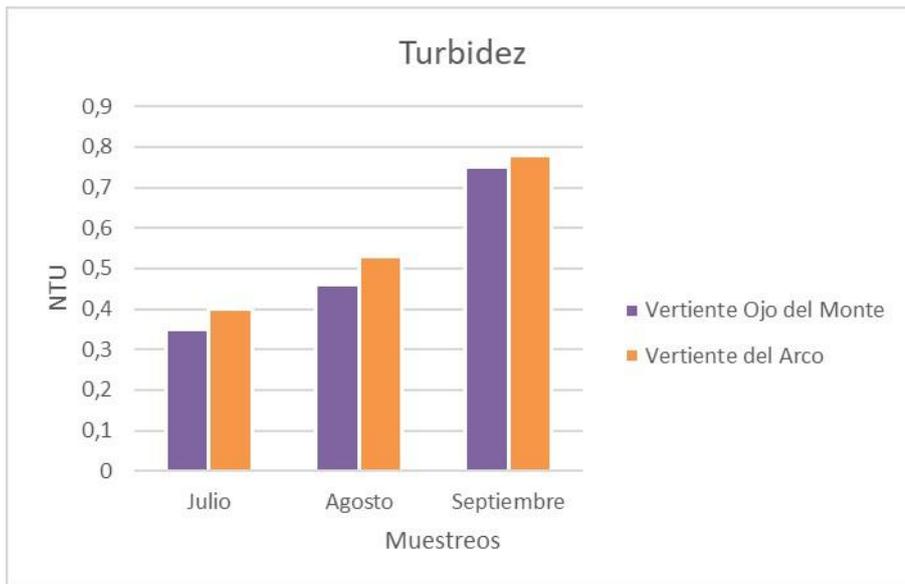
Tabla 37

Resultados turbidez

	Alta	Media	Baja	Unidad
Vertiente del ojo del monte	0.35	0.46	0.75	NTU
Vertiente del arco	0.4	0.53	0.78	NTU

Figura 19

Turbidez



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

4.9. Parámetros medidos en laboratorio

4.9.1. DBO₅

Se presenta los resultados para la DBO₅ de acuerdo el muestreo analizado se encuentra medido en mg de O₂ por cada litro de muestra.

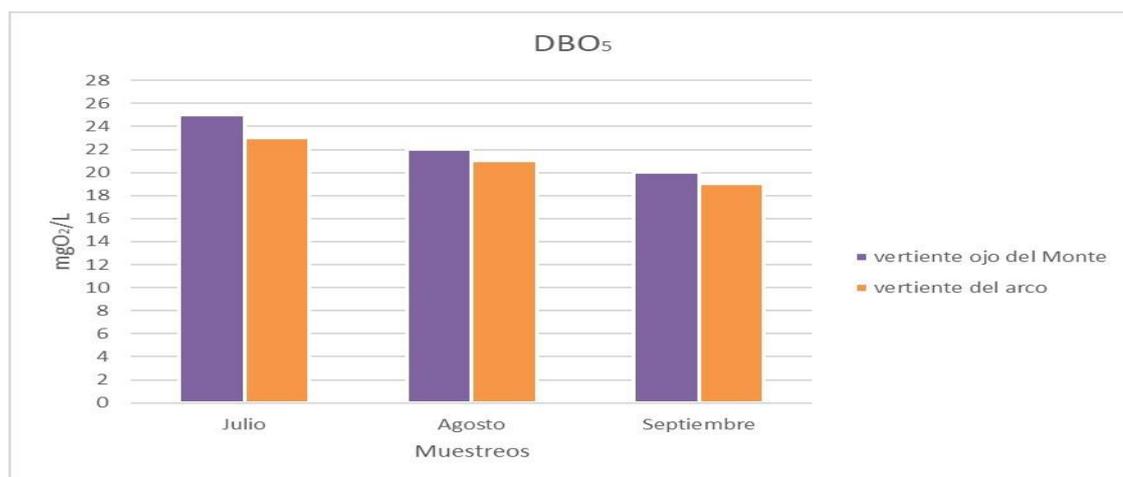
Tabla 38

Resultados DBO₅

	Alta	Media	Baja	Unidad
Vertiente ojo del monte	25	22	20	mgO ₂ /l
Vertiente del arco	23	21	19	mgO ₂ /l

Figura 20

DBO₅



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

4.9.2. DQO

Se presenta los resultados para la demanda química de oxígeno, fueron tomados por mg de O₂ por cada litro de agua.

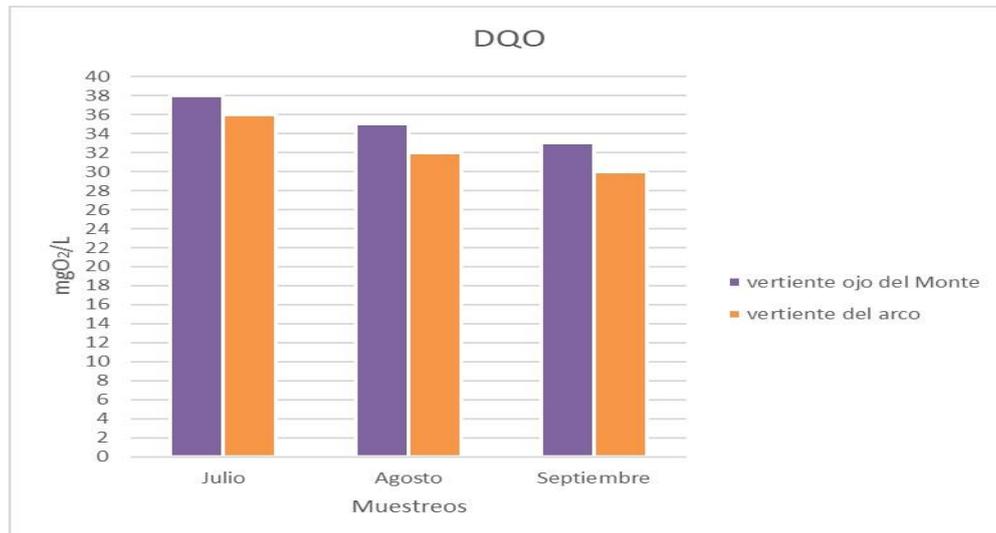
Tabla 39

Resultados DQO

	Alta	Media	Baja	Unidad
Vertiente ojo del monte	38	35	33	mgO ₂ /L
Vertiente del arco	36	32	30	mgO ₂ /L

Figura 21

DQO



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

4.9.3. Fosfatos

Se presenta los resultados de fosfatos, cada muestreo analizado en donde el resultado ha sido definido de manera general con el valor de 1 mg PO₄ por cada litro de agua.

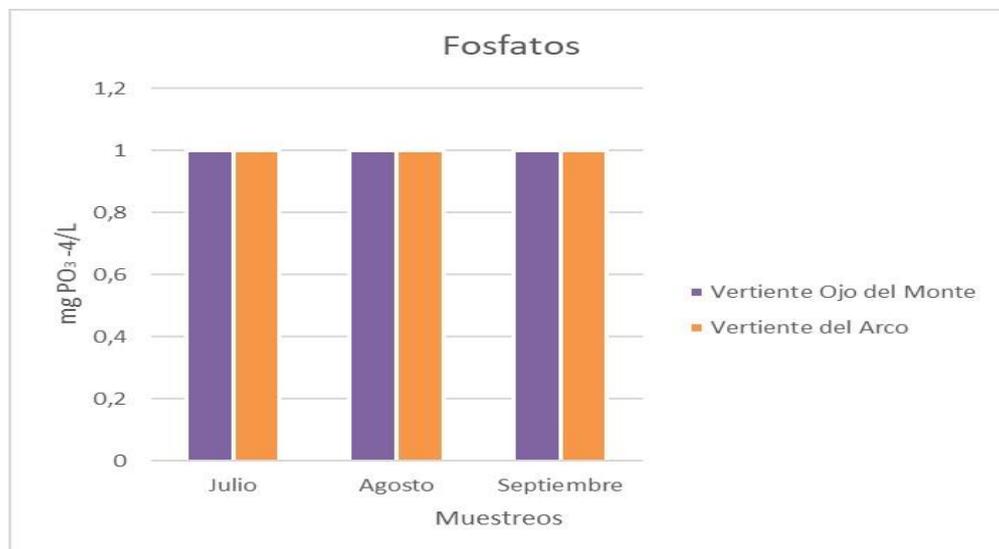
Tabla 40

Resultados fosfatos

	Alta	Media	Baja	Unidad
Vertiente ojo del monte	1	1	1	mgPO ₃₄ /L
Vertiente del arco	1	1	1	mgPO ₃ /L

Figura 22

Fosfatos



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

4.9.4. Nitratos

Se presenta los resultados de nitratos en cada muestreo analizado, se encuentran medidos en mg de NO₃ por litro de muestra.

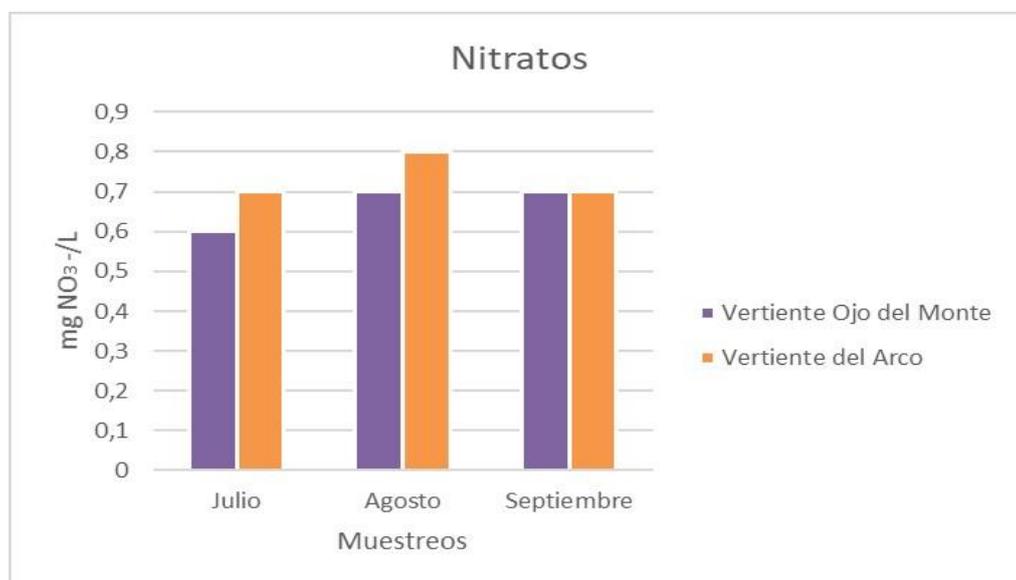
Tabla 41

Resultados nitratos

	Alta	Media	Baja	Unidad
Vertiente ojo del monte	0.6	0.7	0.7	mgNO ₃ /L
Vertiente del arco	0.7	0.8	0.7	mgNO ₃ /L

Figura 23

Nitratos



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

4.9.5. *Solidos disueltos totales*

Se presenta los resultados de nitratos en cada muestreo analizado, se encuentra medido en mg por cada litro de muestra.

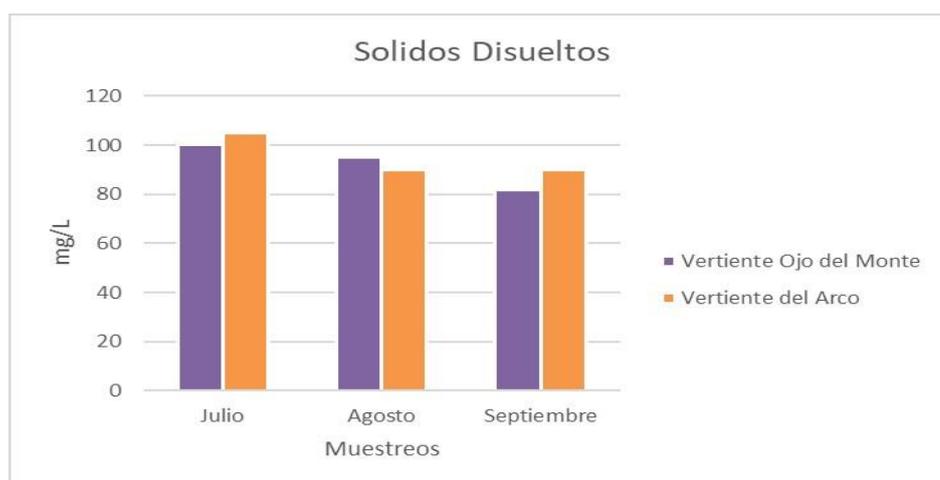
Tabla 42

Resultados solidos disueltos totales

	Alta	Media	Baja	Unidad
Vertiente ojo del monte	100	95	82	Mg/L
Vertiente del arco	105	90	90	Mg/L

Figura 24

Solidos Disueltos



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

4.9.6. Coliformes fecales

Se presenta los resultados obtenidos para coliformes fecales donde las pruebas resultaron negativas para ambos casos y se colocó el NMP/100mL <1.

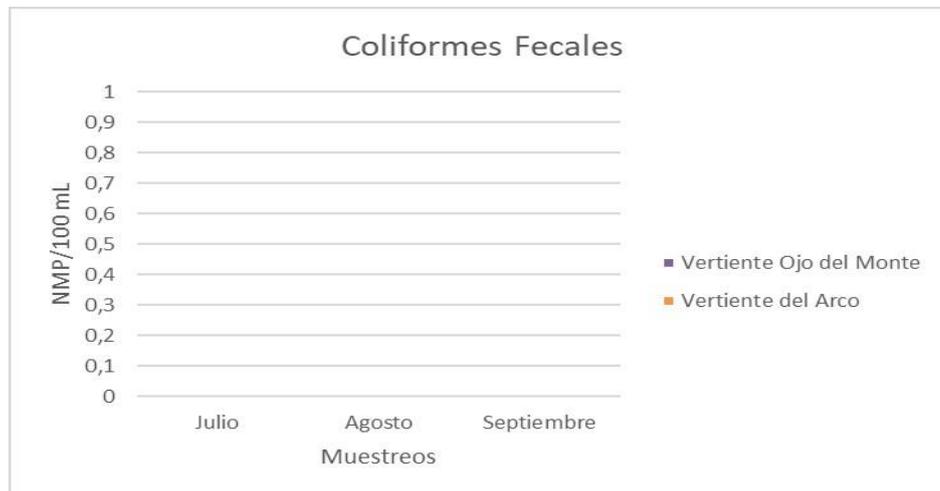
Tabla 43

Resultados coliformes fecales

	Alta	Media	Baja	Unidad
Vertiente ojo del monte	<1	<1	<1	NMP/100L
Vertiente del arco	<1	<1	<1	NMP/100L

Figura 25

Coliformes Fecales



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

4.10. Índice de Calidad de Agua ICA-NSF

Tabla 44

Resultados del índice de calidad del agua ICA-NSF

Punto de muestreo	Sitio	Mes	Año	ICA-NSF	Calidad de agua
Vertiente ojo del monte	ojo de agua Cumbiteo	Julio	2022	74,4	Buena
		Agosto	2022	75,76	Buena
		Septiembre	2022	75,83	Buena
Vertiente del arco	Barrio San Roque	Julio	2022	75,01	Buena
		Agosto	2022	75,93	Buena
		Septiembre	2022	75,17	Buena

Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

La interpretación de la tabla 44 es que los resultados calculados para el índice de calidad de agua se encuentran entre 74,4 a 75,93 unidades, ubicándose en un rango medio alto cuya calidad es buena para los puntos y muestreos realizados.

4.10.1. Estándares de aplicación desarrollados por ICA-NSF

En los dos puntos analizados la calidad del agua ha sido buena, oscilando entre 71 a 90 unidades, lo que se considera agua de buena calidad y requiere un tratamiento ligero debido a la presencia de algunos contaminantes.

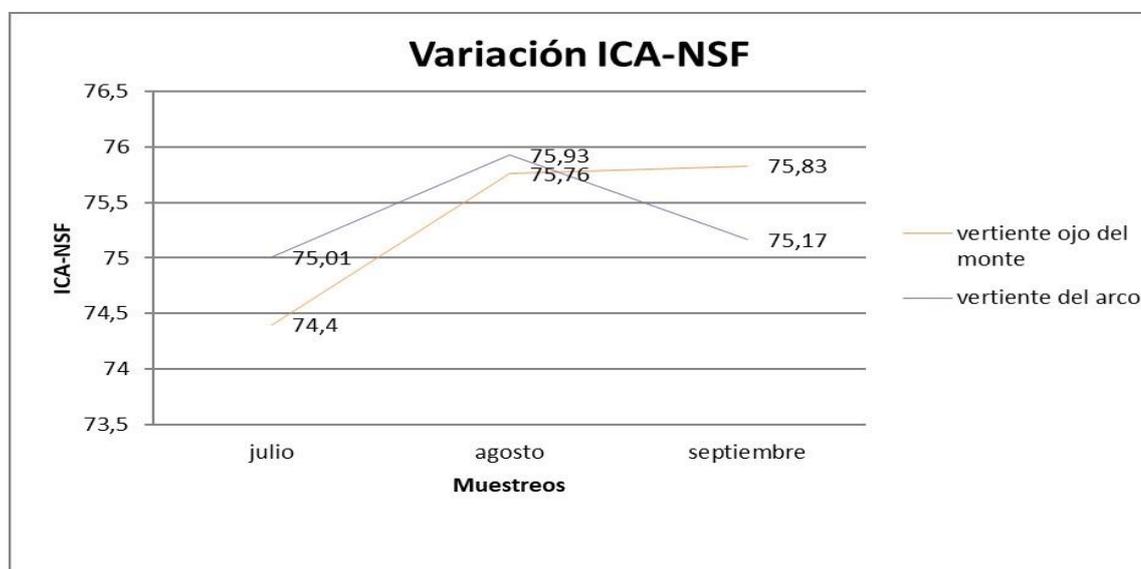
4.10.2. Variación ICA-NSF

En la Figura 26, los indicadores de calidad del agua calculados para cada punto de muestreo en el respectivo mes presentan una variación considerable y de manera variada, entonces para este punto “vertiente ojo del monte” la variación a partir del primer muestreo fue de 1,92% en el mes de Julio y 0,09% para el mes de agosto de 2022.

En el punto “vertiente del arco” la variación en el mes de Julio fue de 1,23% y en el mes de septiembre fue de 1,01%.

Figura 26

Variación del ICA-NSF en cada punto de muestreo realizado



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

4.10.3. Variación caudal ICA-NSF

Los resultados para los caudales de acuerdo a cada muestreo y punto analizado se presentan en la tabla 45; cuyos valores en el punto “vertiente ojo del monte” están entre 6,25 y 6,32, y en el punto “vertiente del arco” están entre 5,15 y 5,71, estos se encuentran medidos en litros por segundo.

Tabla 45

Caudales de la quebrada Cumbiteo en puntos de muestreo

Punto de muestreo	Sitio	Caudal (L/s)		
		Julio	Agosto	Septiembre
Vertiente ojo del monte	Planta de agua potable junto con el ojo de agua Cumbiteo	6,25	6,32	6,26
Vertiente del arco	Vertiente Ojo del Monte Barrio San Roque	5,15	5,45	5,71

Nota: Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

La variación del caudal en cada punto de muestreo se presenta en la Figura 27, donde se logran cambios en general pequeños, pero no significativos.

Figura 27

Variación del Caudal.



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

4.10.4. Comparación de Resultados de los análisis de agua con la Ordenanza Ambiental

Vigente

En la Tabla 46 se analizan los valores obtenidos para cada parámetro desarrollado en campo según los límites máximos permisibles para el agua de consumo humano y uso doméstico en el anexo 1 del acuerdo ministerial 0.97 A. Los parámetros como el oxígeno disuelto, pH, temperatura y turbidez si cumplen con los valores que indica la ordenanza 0.97.

Tabla 46

Resultados obtenidos en campo comparados con el acuerdo ministerial 0.97 A.

Parámetro	Punto de muestreo	julio	agosto	septiembre	Límite máximo permisible
Oxígeno disuelto (mg O₂/L)	Vertiente ojo del monte	10,76	10,61	10,51	80 % de saturación
	Vertiente del arco	10,68	10,75	10,47	
Potencial de hidrógeno (unidades de pH)	Vertiente ojo del monte	8,01	7,55	7,76	6 a 9
	Vertiente del arco	8,1	7,62	7,9	
Temperatura (°C)	Vertiente del arco	12,06	12,15	13,07	Condición Natural +/- 3 °C
	Vertiente ojo del monte	12,49	12,05	13,22	
Turbidez (NTU)	Vertiente del arco	0,35	0,46	0,75	5
	Vertiente ojo del monte	0,4	0,53	0,78	

Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Como se indica en la Tabla 46, los resultados obtenidos del parámetro de la DBO₅ si cumplen con el acuerdo ministerial 0.97 A vigente ambiental y la DQO cumple con la ordenanza normativa. Por otro lado, los parámetros de fosfatos, nitratos, sólidos

disueltos y coliformes fecales sí cumplieron con los límites anteriores de forma individual, cumpliendo con la normativa legal.

Tabla 47

Resultados obtenidos en laboratorio comparados con acuerdo ministerial 0.97 A en el anexo 2 de la tesis.

Parámetro	Punto de muestreo	julio	agosto	septiembre	Límite máximo permisible
DBO5 (mg O2/L)	Vertiente ojo del monte	25	22	20	250
	Vertiente del arco	23	21	19	
DQO (mg O2/L)	Vertiente ojo del monte	38	35	33	500
	Vertiente del arco	36	32	30	
Fosfatos (mg PO4 IDEM 3-L)	Vertiente ojo del monte	1	1	1	1,5
	Vertiente del arco	1	1	1	
Nitratos (mg NO3 IDEM- /L)	Vertiente ojo del monte	0,6	0,7	0,7	50
	Vertiente del arco	0,7	0,8	0,7	
Sólidos disueltos (mg/L)	Vertiente ojo del monte	100	95	82	1600
	Vertiente del arco	105	90	90	
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	Vertiente ojo del monte	<1	<1	<1	1000
	Vertiente del arco	<1	<1	<1	

Nota. Elaborado por Lizbeth Narvárez (2022)

Los resultados presentados aquí demuestran que el ICA-NSF posee una calidad de consumo buena en el punto denominado “vertiente ojo monte” respecto a los resultados que presentan Cortes y Simba (2020) en donde en el punto denominado “agua potable 1” la calidad que presenta el agua es regular dando a conocer que ha existido una mejora considerable en la calidad y que la población tenga acceso a este líquido vital en buenas condiciones. Respecto a los parámetros medidos en campo y en laboratorio, según la OMS (2008) (OMS, 2008), establece que “las disposiciones legales y organizativas destinadas a garantizar el cumplimiento de las leyes, reglamentos o códigos de conducta relacionados con el agua potable, generalmente considerarán intervenciones de organismos de monitoreo independientes. Por lo tanto, el presente trabajo es consistente ya que todos los parámetros han sido comparados con el acuerdo ministerial 0.97 A, cumpliendo en algunos puntos con los límites máximos permisibles.

Respecto a lo que se observa en la encuesta realizada con la pregunta 10, la misma nos arroja que el 96% de las personas encuestadas consideran que el agua de la parroquia de Aloasí es de buena calidad, dando a conocer que si están en lo correcto de acuerdo al análisis de calidad del agua ICA realizado, que arroja en los diferentes muestreos una calidad buena para el agua que recibe la población.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La cuenca hidrográfica de la parroquia de Aloasí tiene una superficie de 279,03 km² y su forma representativa es muy alargada, con baja tendencia a inundaciones. De acuerdo a su función hidrológica, el área de estudio se encuentra cercana al bosque protector Umbría en el barrio San Roque. La red de agua es de tercer orden, con un total de 97 cuerpos de agua dulce.

Según el análisis ambiental del área de estudio, la isoyeta con mayor cobertura es aquella cuyo valor está en 1.188,65 mm por año y la precipitación de menor cobertura es de 900,72 mm por año. Asimismo, la temperatura con mayor cobertura es de 13,04 y la de menor cobertura es 12,63 grados centígrados. Además, se ha determinado que la mayor parte de la región está dominada por un clima mesotérmico templado frío, es un clima subhúmedo con poca escasez de agua, cubriendo 169,38 kilómetros cuadrados.

Teniendo en cuenta el estudio de propiedades del suelo de la cuenca hidrológica, se determinaron 2 órdenes según el método de clasificación de suelos, entre los cuales el suelo inceptisol fue el más representativo y ocupó 191,41 kilómetros cuadrados. De igual forma, la más representativa es de tipo muy escarpado con una pendiente mayor a 82%, cubriendo un área de 165,34 kilómetros cuadrados. Por ello, el proceso de erosión se acelera un poco más y su productividad no es tan alta.

De acuerdo con lo calculado, la magnitud de la escorrentía superficial en la cuenca de estudio arroja un valor de 618,09 mm por año, esto se debe a que su coeficiente de escorrentía esta alrededor de 0,5 y representa una tasa de retención de agua media para esta cuenca.

De acuerdo con lo que se determinó la calidad del agua potable, la que además se distribuye en la comunidad occidental de la Parroquia de Aloasí y en concreto en el barrio San Roque, donde se ubica la planta de tratamiento de agua potable y que representa a esta zona; por lo tanto, para cada punto de muestreo durante los tres análisis mensuales realizados, se obtuvo una calidad buena en el rango de 74,4 a 75,93 en cada uno de los muestreos realizados, porque los resultados de ICA-NSF mostraron diferencias bajas y ajustadas entre todos los valores dentro de un intervalo definido. Respecto a la calidad obtenida, muestra que existe un nivel bajo de contaminación, pero aún no es nula, debido a las actividades ganaderas y agrícolas que se realizan en esta zona.

Además, al comparar los resultados de los parámetros de calidad medidos en sitio con los valores de los límites máximos permisibles para agua potable y de servicio, que solo requiere purificación de rutina, se encontró que el oxígeno disuelto si cumple con los límites que se encuentran en acuerdo ministerial ambiental vigente, en ambos puntos de muestreo “vertiente ojo del monte” y “vertiente del arco”. Asimismo, en cuanto a los parámetros medidos en laboratorio, la DBO₅ si cumple con los valores mencionados en la normativa ambiental vigente en ningún punto de muestreo.

La escorrentía superficial se obtuvo mediante la estimación a partir de tablas con datos de precipitación de las estaciones meteorológicas cercanas a las vertientes principales del Rio Negro.

5.2. Recomendaciones

- Para proteger el lugar de toma de agua y otras estructuras hidráulicas en el abastecimiento de agua, se debe pensar en construir un cerco para evitar el ingreso de particulares y ganado del sector.
- Para un mayor rango de estudio respecto a la calidad de agua se pueden tomar las parroquias más cercanas y realizar un estudio ICA para la realización de una comparativa en la calidad de agua que consumen la población del cantón Mejía.
- Para el cálculo de la escorrentía superficial es de mayor facilidad utilizar los coeficientes de escorrentía de la cuenca, y la precipitación.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Albensota, M. (2000). *Climatología*.
- Aranda, C. (2013). *Proceso de ciclo Hidrológico*.
- Bateman, A. (2007). *Hidrología Aplicada*.
- Campas, O. (2018). Calidad Microbiológica de agua. *RESPIN*, 13.
- Constitución de la Republica del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador 2008. *Incluye Reformas*, 1–136.
https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Corradine, M. (2017). *Caracterización Físico Biótica de la Cuenca*. 33.
- Encimas, M. (2011). *Medio ambiente y contaminación*.
- Ibañez, S. (2014). *Morfología de las cuencas hidrográficas*. 14.
- Ibañez, S., Moreno, H., & Gisbert, J. (2010). *Morfología de las cuencas hidrográficas*. *Universidad Politécnica de Valencia*, 12.
- INEC. (2016). https://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/catalog/639/get_microdata
- Lozano, W. (2013). *Calidad Físicoquímica Agua*.
- Mayoral, R. (2000). *Parametros sociales, ambientales*.

Michael, K. (2013). Acumulación y dirección de la escorrentía superficial. *Revista Geográfica*, 29.

Monsalve, G. (2002). *Hidrología en la Ingeniería*.

Mora, B. (2019). *Caracterización y clasificación de la red hidrológica*.

Núñez, S. (2020). Tipos de precipitaciones. *Ecología Verde*, 10.

Pillajo, S. (2016). *Flora y Fauna de Machachi*.

Portillo, G. (2020). Tipos de precipitaciones. *Fenómenos Meteorológicos*, 20.

Sanchez, M. (2018). *Análisis de la calidad Biológica de las fuentes hídricas*.

Sánchez Proaño, R. (2018). Tratamiento de aguas residuales de cargas industriales con oxidación avanzada en sistemas convencionales. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida* 27 (1), 103-111.

Sánchez Proaño, R. (2021). Análisis de la primarización de la economía en América Latina desde la base material del método dialéctico . *ConcienciaDigital*, 4(3.2), 79-94.
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.2.1852>

Sánchez Proaño, R. (2022). *Metabolismo social en el uso del agua para la producción florícola*.
Universidad Andina Simón Bolívar.

Triviño Pérez, A., & Ortiz Rojas, S. (2004). Metodología para la modelación distribuida de la escorrentía superficial y la delimitación de zonas inundables en ramblas y ríos-rambla

mediterráneos. *Investigaciones Geográficas*, 35, 67.

<https://doi.org/10.14198/ingeo2004.35.08>

Universidad de Coruña. (2012). Tema 9. Geomorfología aplicada. *Departamento de Tecnología de la Construcción*, 1–39.

Valdivielso, A. (2018). Escorrentía. *IAGUA*, 5.

Villa, M. (2018). Calidad del agua. *UTPL*, 10.

Zita, A. (2020). *Precipitación*.

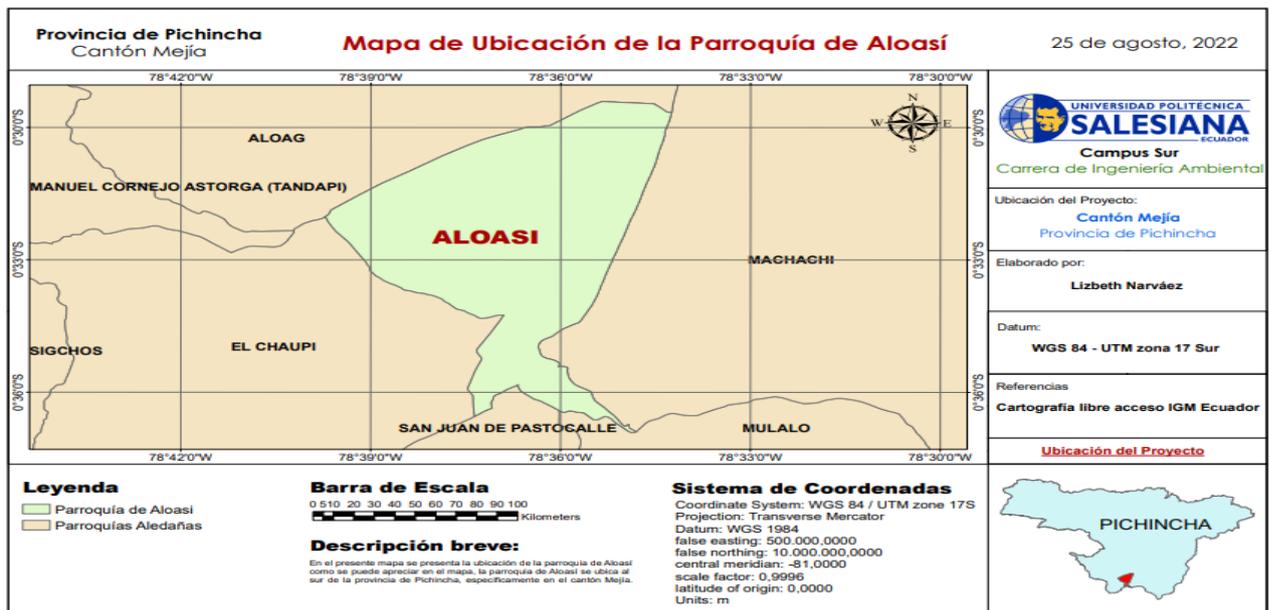
7. ANEXOS

Anexo 1

Mapas

Figura 28

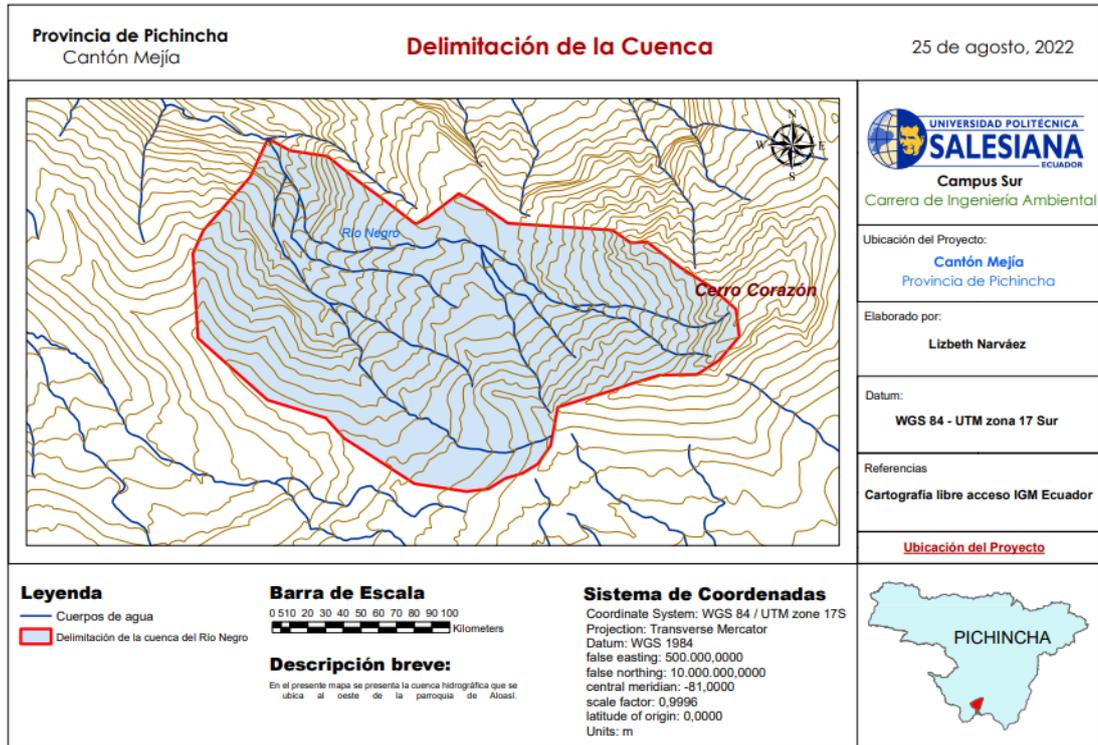
Mapa de ubicación geográfica de la parroquia de Aloasí



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 29

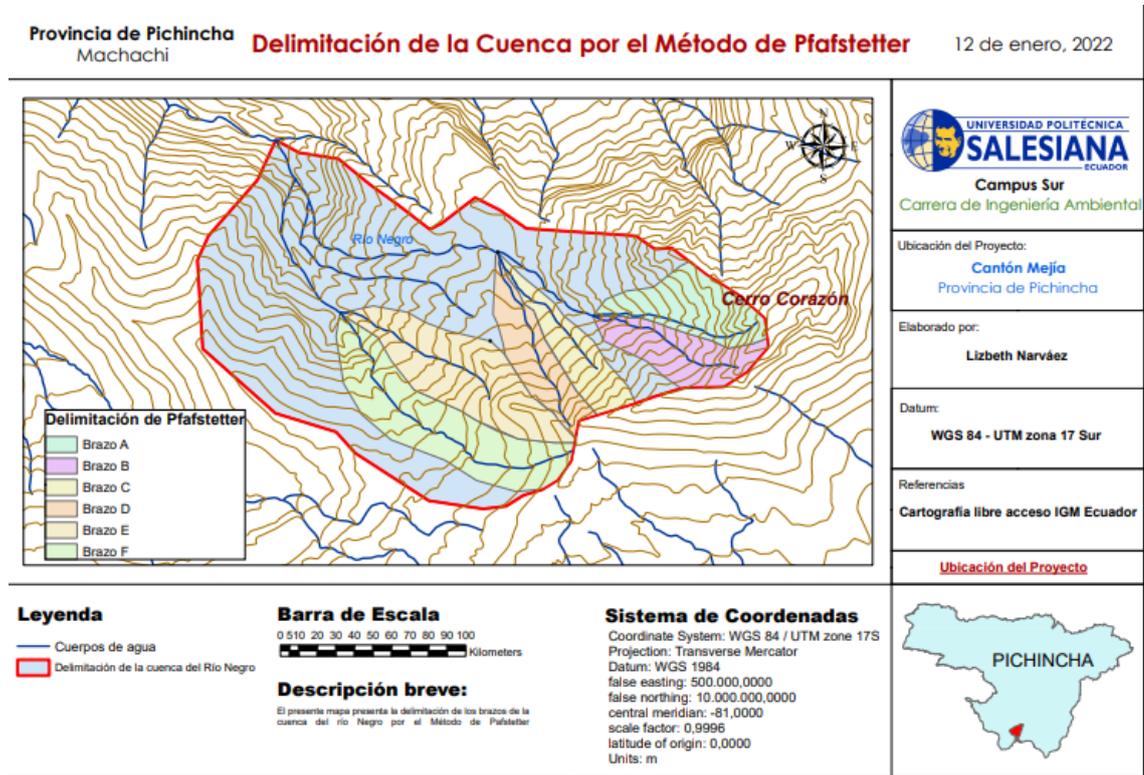
Mapa de delimitación de la cuenca



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 30

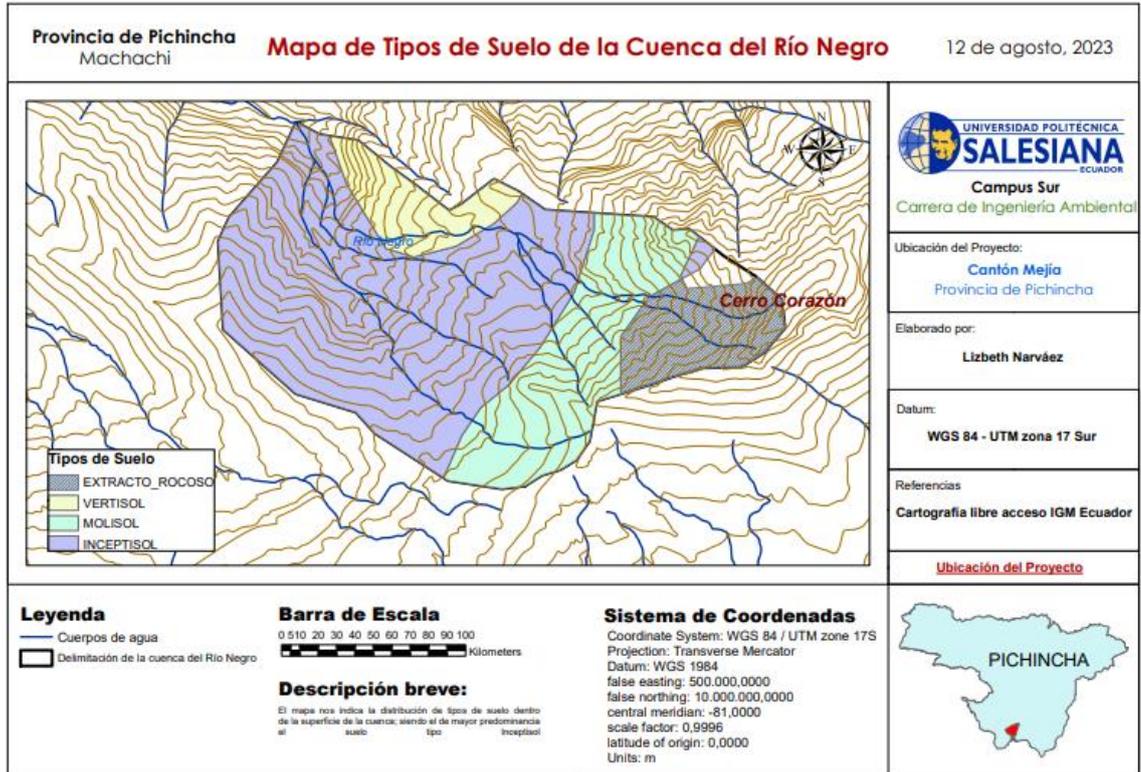
Mapa de delimitación Pfafstetter



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 31

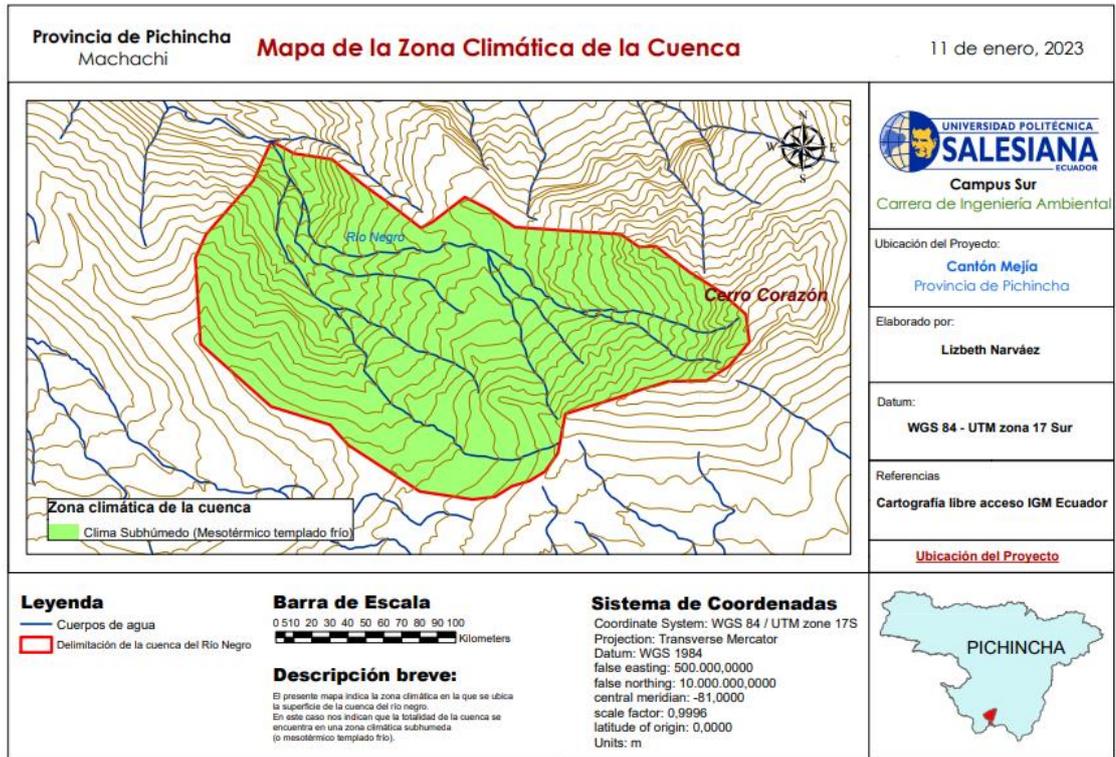
Mapa del uso de suelo de Aloasí



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 32

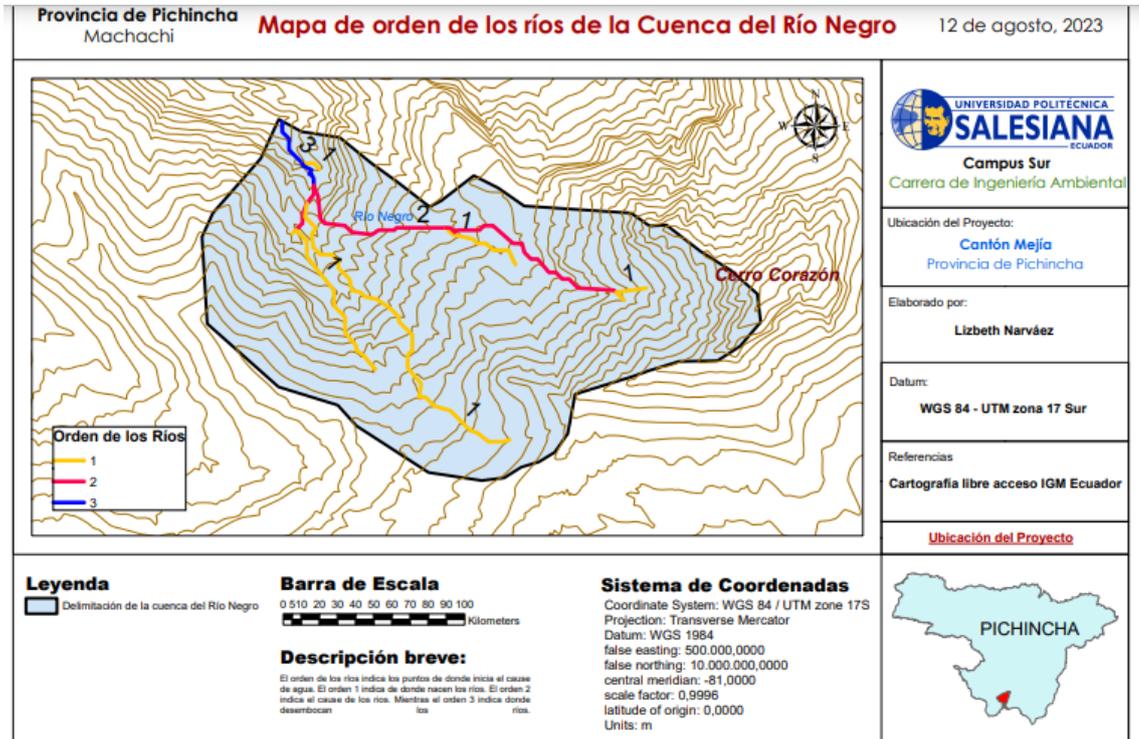
Mapa de la zona climática de Aloasí



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 33

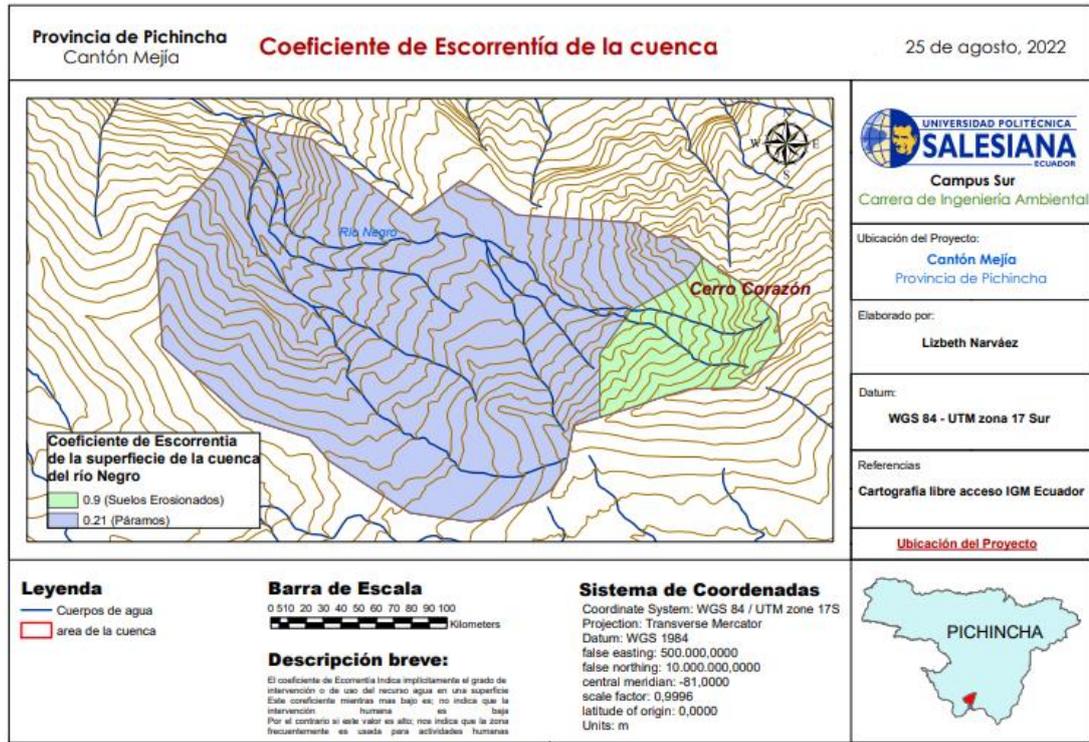
Mapa de la red hídrica y orden de los ríos de Aloasí



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 34

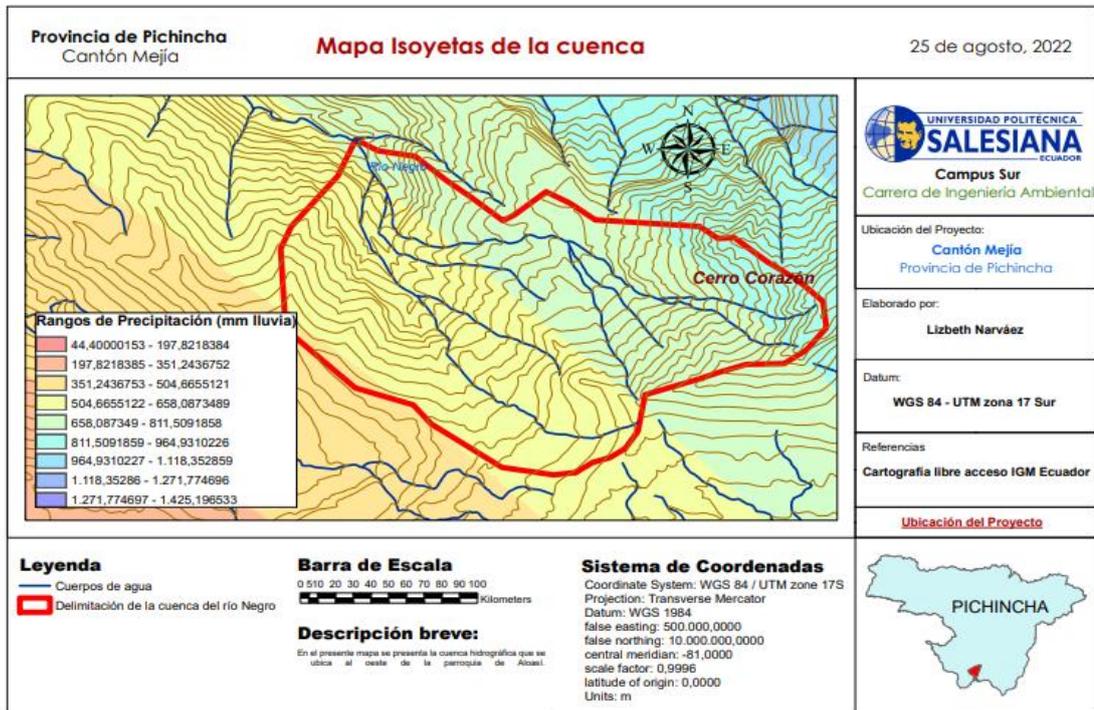
Mapa de coeficiente de escorrentía de la cuenca de Aloasí



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 35

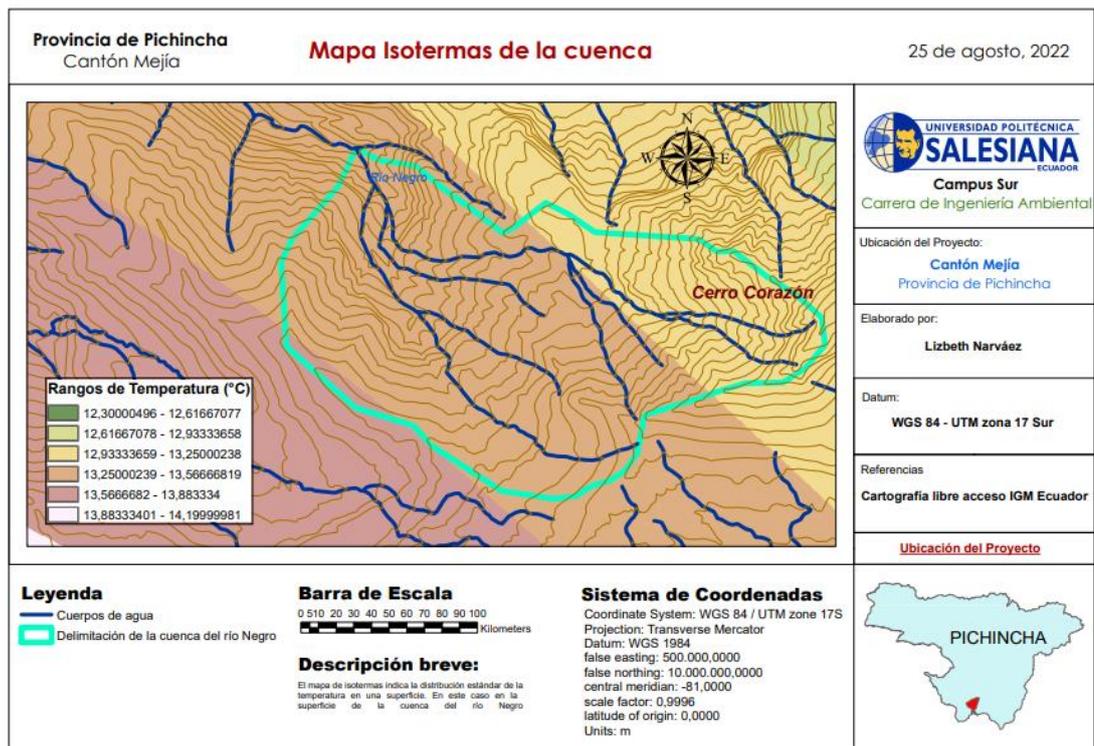
Mapa de Isoyetas (pluviosidad) de Aloasí



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 36

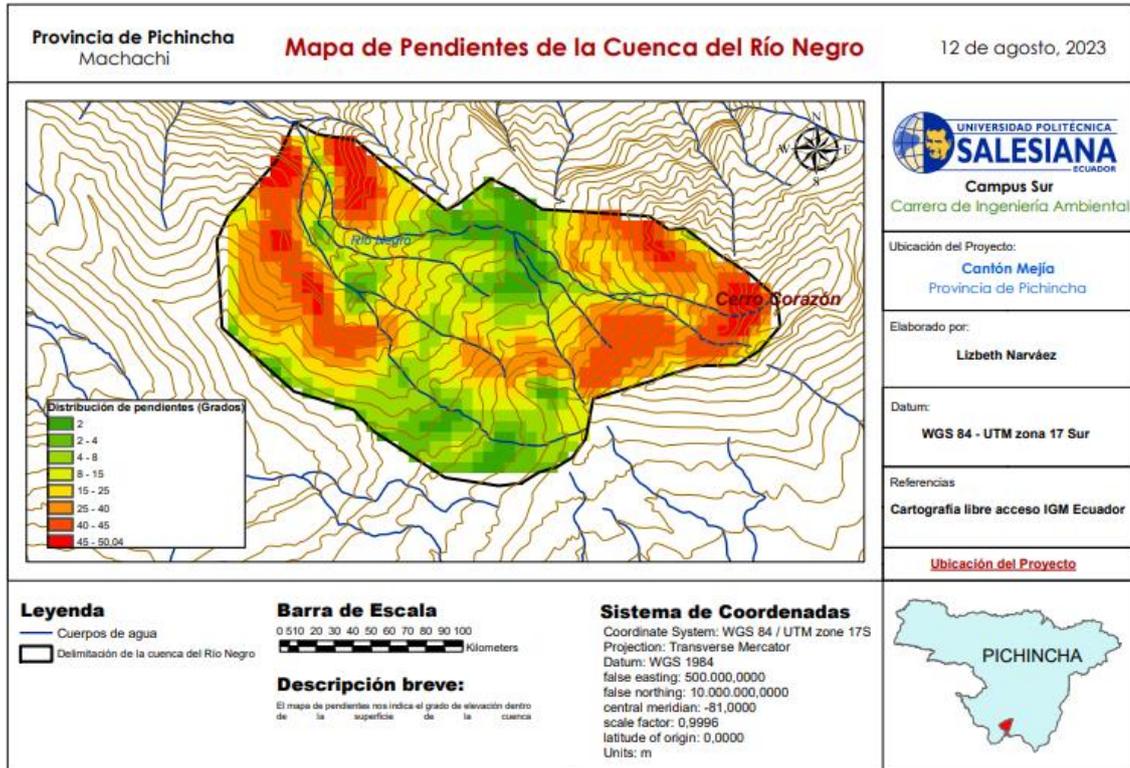
Mapa de Isotermas(Temperatura) de Aloasí



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 37

Mapa de pendientes de la parroquia Aloasí



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 38

Mapa Áreas protegidas de la parroquia Aloasi



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Anexo 2

Acuerdo Ministerial 0.97 A: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes para el recurso agua.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sust. solubles en hexano	mg/l	70,0
Explosivos o inflamables	Sustancias	mg/l	Cero
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	1,0
Cinc	Zn	mg/l	10,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg/l	0,1
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	250,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500,0
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	60,0
Organofosforados	Especies Totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sólidos Sedimentables	SD	ml/l	20,0
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	220,0
Sólidos totales	ST	mg/l	± 600,0
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	400,0
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C		< 40,0
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0

Nota. Se podrán utilizar aguas con turbidez y ocasionalmente conteos de coliformes fecales superiores a los valores indicados en esta tabla siempre que las propiedades del agua tratada cumplan con las normas INEN correspondientes.

Anexo 3

Realización del muestreo para calidad de agua

Figura 39

Asamblea de socialización acerca del proyecto



Nota. Elaborada por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 40

Planta de tratamiento de agua potable barrio Umbría



Nota. esta figura fue presentada por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 41

Captación del agua



Nota. La figura fue presentada por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 42

Planta de tratamiento de agua potable 1



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 43

Muestreo de agua



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 44

Fuente de tratamiento de agua 1 barrio Umbría



Nota.

Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 45

Muestras de aguas



Nota.

Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Medición en laboratorio para parámetros de calidad de agua

Figura 46

Materiales y equipos utilizados para laboratorio



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 47

Materiales y reactivos utilizados para laboratorio



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Materiales utilizados para las pruebas in situ

Figura 48

Oxímetro



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváz (2022)

Figura 49

Phmetro



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 50

Análisis laboratorio



Nota.

Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 51

Materiales de laboratorio



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 52

Viales HANA de bajo rango para el análisis de la DQO



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 53

Análisis de coliformes fecales para aguas



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 54

Muestreo de agua residual en la planta de tratamiento de agua barrio San Roque



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 55

Muestreo en el Barrio San Roque de la parroquia de Aloasi



Nota. Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Anexo 4

Realización de encuesta

Figura 56

Encuestas habitantes de la parroquia de Aloasí



Nota.

Elaborado por Lizbeth Narváez (2022)

Figura 57

Encuesta realizada a la población de Aloasí

Encuesta sobre la calidad de agua en Aloasi
Buenos días me presento soy tesista de la Universidad Politécnica Salesiana y voy a realizar unas preguntas sobre el uso del agua.

1. ¿Cuál es su género?
Masculino
Femenino
Otro
2. ¿Cuál cree que es el principal agente contaminante del agua hoy en día?
El hombre
Los animales
Las industrias
otro
3. Cree que el agua que llega hasta nuestras casas es totalmente potable?
Si
No
No sabe no responde
4. ¿Cuántas veces al día hace uso o empleo del agua?
3 veces
5 veces
10 veces
20 o más veces
5. ¿Le preocupa la falta de agua en el futuro?
Si
No
Es importante
No es importante
6. ¿Conoce alguna iniciativa que se esté llevando a cabo a favor del agua?
Si
No
7. ¿Cuál cree que es el cuerpo de agua más contaminado en nuestros días?
Los ríos
Los mares
Los lagos
Otra
8. ¿Arroja basuras, desechos, sustancias químicas, entre otros a los cuerpos de agua?
Si
No
9. Ha recibido alguna capacitación sobre el uso y manejo adecuado del agua
Si
No
10. Usted considera que la calidad del agua en su sector es
Buena
Regular
.. .

Nota. Elaborado por Lizbeth Narváz (2022)