

Universidad Zamorano
Departamento de Ambiente y Desarrollo
Ingeniería en Ambiente y Desarrollo



Proyecto Especial de Graduación
Evaluación de la calidad de agua en sistemas comunitarios
seleccionados en la cuenca del Lago de Yojoa

Estudiante

Sofia Liseth Linares Lima

Asesores

Erika Alejandra Tenorio Moncada, M.Sc.

Efraín Jose Duarte Barrera, M.Sc.

Honduras, agosto 2025

Autoridades

KEITH ANDREWS

Rector i.a.

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

VICTORIA CORTÉS MATAMOROS

Directora Departamento de Ambiente y Desarrollo

JULIO NAVARRO

Secretario General

Agradecimientos

La investigación se desarrolló en el marco de la iniciativa SOS Yojoa, un proyecto implementado por la Asociación de Municipios para la Protección del Lago de Yojoa (AMUPROLAGO) y Zamorano con el financiamiento de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). Agradezco la colaboración de todo el equipo de SOS Yojoa. También, agradezco al equipo del Laboratorio de Calidad de Agua del Departamento de Ambiente y Desarrollo, sin su apoyo no hubiera sido posible este proyecto.

Contenido

Agradecimientos	3
Índice de Cuadros	6
Índice de Figuras	7
Índice de Anexos	8
Abstract.....	11
Introducción.....	12
Sitio de Estudio	15
Caracterización de Usos y Coberturas en las Obras de Captación para Cada Comunidad.....	16
Caracterización de Calidad de Agua.....	18
Análisis de Correlación entre Parámetros de Calidad de Agua en Comunidades de la Cuenca del Lago de Yojoa	19
Índices de Calidad de Agua (ICA)	20
Verificación de Cumplimiento de los Datos según la Normativa de Calidad de Agua.....	25
Plataforma Agua de Honduras.....	26
Resultados y Discusión.....	27
Usos y Coberturas de Suelos de las Áreas de Influencia Hídrica	27
Caracterización de la Calidad de Agua	28
Coliformes Fecales	28
Potencial de Hidrogeno (pH).....	30
Nitratos (NO_3^{-2})	31
Fosfatos (PO_4^{-3})	33
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	35
Turbiedad (NTU).....	36
Solidos Totales Disueltos (mg/L).....	38
Alcalinidad (mg/L CaCO_3).....	39

Dureza (mg/L CaCO ₃)	39
Calcio (mg/L)	40
Metales (mg/L).....	40
Índices de Calidad de Agua	40
Relación entre Parámetros	44
Conclusiones	48
Recomendaciones.....	49
Referencias.....	50
Anexos.....	53

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Comunidades y municipios de los sitios de muestreo	15
Cuadro 2 Usos y coberturas de suelos según la clasificación del Instituto de Conservación Forestal (ICF).	17
Cuadro 3 Métodos de análisis utilizados por parámetro de calidad de agua.....	19
Cuadro 4 Pesos relativos asignados a los parámetros de calidad de agua para el índice NSF	20
Cuadro 5 Pesos relativos W_i ajustados de los parámetros de calidad de agua evaluados en el lago de Yojoa	22
Cuadro 6 Rangos del índice de calidad de agua (NSF) y su categoría de clasificación según la NSF. ...	22
Cuadro 7 Clasificación del índice canadiense de calidad de agua.	23
Cuadro 8 Parámetros considerados según la normativa de calidad de agua hondureña.	25
Cuadro 9 Resumen de usos y coberturas para cada sitio de estudio	27
Cuadro 10 Incumplimiento de la normativa de calidad de agua en las comunidades	44

Índice de Figuras

Figura 1 Mapa de las obras de captación de las comunidades evaluadas.....	16
Figura 2 Concentración de Coliformes Fecales (UFC/100 ml) en las fuentes evaluadas por muestreo realizado.....	30
Figura 3 Concentración de pH en las fuentes evaluadas	31
Figura 4 Concentración de nitratos (mg/L) en las fuentes evaluadas	33
Figura 5 Concentración de fosfatos (mg/L) en las fuentes evaluadas	34
Figura 6 Temperatura °C en las fuentes evaluadas.....	36
Figura 7 Valores de turbiedad (NTU) en las fuentes evaluadas.....	37
Figura 8 Concentración de STD (mg/L) en las fuentes evaluadas.....	39
Figura 9 ICA de las comunidades evaluadas durante campañas de muestreo con el índice NSF	41
Figura 10 Comparación de la calidad de agua de los dos muestreos por comunidad con el índice canadiense.	42
Figura 11 Comparación entre índice canadiense y índice NSF	43
Figura 12 Mapa de calor de correlaciones utilizando el coeficiente de Pearson	45

Índice de Anexos

Anexo A Recolecta de muestras en tanques comunitarios	53
Anexo B Realización de análisis bacteriológicos en laboratorio móvil	54
Anexo C Conteo de placas de análisis bacteriológicos	55
Anexo D Subíndice de la temperatura para el índice NSF	56
Anexo E Subíndice de pH para índice NSF	57
Anexo F Subíndice de nitratos y nutrientes para índice NSF	58
Anexo G Subíndice para fosfatos y fósforo total para índice NSF	58
Anexo H Subíndice para Sólidos Totales Disueltos para índice NSF	60
Anexo I Subíndice de Coliformes Fecales para índice NSF.....	61
Anexo J Ejemplo realización de índice NSF para la comunidad Cerro Azul	62
Anexo K Clasificación de muestreos para el índice de NSF.....	63
Anexo L Clasificación de comunidades muestreo 1 según índice canadiense.....	63
Anexo M Clasificación de las comunidades en el segundo muestreo de índice canadiense	64
Anexo N Mapa de usos y coberturas Cerro Azul	66
Anexo O Mapa de usos y coberturas de Las Conchas.....	69
Anexo P Mapa de usos y coberturas de Santa Elena	71
Anexo Q Mapa de usos y coberturas de El Cedral	73
Anexo R Mapa de usos y coberturas de El cedral (Rebose).....	75
Anexo S Mapa de usos y coberturas de Agua Azul Rancho	77
Anexo T Mapa de usos y coberturas de Lomas del Águila.....	79
Anexo U Mapa de usos y coberturas de Nueva Esperanza.....	81
Anexo V Mapa de usos y coberturas de Monteverde	83
Anexo W Mapa de usos y coberturas de Higuerones	85
Anexo X Mapa de usos y coberturas de Pinares	87
Anexo Y Mapa de usos y coberturas los Andes	89

Anexo Z Cuadro de coordenadas de las comunidades evaluadas.	91
--	----

Resumen

Abastecimientos seguros de agua son clave para el desarrollo de las comunidades. El estudio evaluó la calidad del agua en 12 comunidades de la cuenca del Lago de Yojoa, con el objetivo de fortalecer la gestión comunitaria y contribuir a la toma de decisiones de las juntas administradoras de agua. La investigación se llevó a cabo en noviembre de 2024 y febrero de 2025, en coordinación con AMUPROLAGO. Durante estas fechas se realizaron dos campañas de muestreo en los puntos de entrada de agua a los tanques de almacenamiento comunitarios, analizando parámetros físicoquímicos y bacteriológicos conforme a la normativa nacional. Para interpretar los resultados, se aplicaron dos índices de calidad de agua: una versión adaptada del índice de la “National Sanitation Foundation” (NSF) y el Índice Canadiense de Calidad de Agua. Además, se utiliza un enfoque geoespacial para caracterizar el uso del suelo en las zonas de captación, a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Se observó que las comunidades con mayor cobertura boscosa presentaron mejor calidad de agua, contrario a aquellas con mayor área bajo actividades agrícolas o urbanas. Aunque los resultados de ambos índices clasificaron la mayoría de las muestras como de *buena calidad*, se identificaron incumplimientos normativos en parámetros críticos como coliformes fecales, pH, turbiedad y metales como hierro y aluminio. Se concluye que, a pesar de las características favorables de las fuentes, ninguna fuente es apta para consumo humano sin tratamiento, por lo que se recomienda proteger las fuentes e implementar tratamientos correctivos.

Palabras clave: Calidad de agua, coliformes fecales, contaminación, uso de la tierra

Abstract

Safe water supplies are key to community development. This study evaluated water quality in 12 communities within the Lake Yojoa watershed, with the aim of strengthening community-based water management and supporting decision-making by local water boards. The research was conducted in November 2024 and February 2025, in coordination with AMUPROLAGO. During these periods, two sampling campaigns were carried out at the water inlets of community storage tanks, analyzing physicochemical and bacteriological parameters in accordance with national regulations. To interpret the results, two water quality indices were applied: an adapted version of the National Sanitation Foundation (NSF) index and the Canadian Water Quality Index. Additionally, a geospatial approach was used to characterize land use in the water source areas through Geographic Information Systems (GIS). It was observed that communities with greater forest cover showed better water quality, in contrast to those with larger areas under agricultural or urban activities. Although both indices classified most samples as having *good quality*, non-compliance with regulatory standards was identified in critical parameters such as fecal coliforms, pH, turbidity, and metals like iron and aluminum. The study concludes that, despite favorable source characteristics, none of the water sources are suitable for human consumption without treatment. Therefore, it is recommended to protect the sources and implement corrective treatment measures.

Keywords: fecal coliforms, land use, pollution, water quality index

La calidad del agua representa un aspecto crucial, dado que la vida humana depende de estos recursos para la salud pública y el bienestar ambiental, especialmente en regiones donde las comunidades dependen de fuentes hídricas naturales. La legislación hondureña establece lineamientos claros para garantizar la vigilancia y el control de la calidad del agua suministrada por los prestadores de servicios de agua potable, con el objetivo de proteger la salud pública y garantizar el acceso a agua segura para la población, tanto a través de la *Ley General de Aguas* como a través de regulaciones específicas emitidas por la Secretaría de Salud. Estas normativas determinan los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que deben cumplirse; sin embargo, tanto a nivel de prestadores de servicios de agua potable como de Secretaría de Salud se identifican grandes debilidades en torno al cumplimiento de la ley y el establecimiento de medidas para garantizar la calidad de agua en la población (Norma técnica para la calidad del agua potable, 1995).

En Honduras, la cuenca del Lago de Yojoa representa una fuente importante de agua para las comunidades que en ella se encuentran. La gestión y conservación de estas fuentes requiere de una mejor comprensión de las amenazas para la cantidad y la calidad del agua por parte de las comunidades y los organismos encargados de la protección y gestión del agua. Esta región es una zona rica en recursos hídricos que proporciona diferentes servicios ambientales, como lo es el abastecimiento de agua para consumo humano, la provisión de hábitats para la biodiversidad y paisajes turísticos que sostienen la economía local. No obstante, enfrenta presiones significativas como la deforestación, la contaminación derivada de actividades pesqueras y comerciales, y la extracción de agua para generación hidroeléctrica. La gestión efectiva de esta cuenca requiere una comprensión integral de las amenazas que afectan tanto la cantidad como la calidad del recurso hídrico, así como un compromiso activo por parte de las comunidades locales y las instituciones responsables de su protección (Andino et al., 2006).

El presente estudio tiene como objetivo contribuir a la toma de decisiones para la gestión de la calidad del agua en fuentes de abastecimiento de 12 comunidades del Lago de Yojoa mediante la

evaluación de calidad del agua en tanques de almacenamiento y la identificación de amenazas asociadas a la cobertura y el uso de suelo en sus zonas de influencia a las obras de captación.

Esta iniciativa se desarrolló en el marco del proyecto SOS Yojoa, que es implementado por la Asociación de Municipios para la Protección del Lago de Yojoa (AMUPROLAGO) en colaboración con la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano y el financiamiento de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). El proyecto busca fortalecer la capacidad de los actores claves en la gestión de los recursos naturales en la cuenca. En este sentido, la presente investigación forma parte de un proceso de fortalecimiento de las juntas de agua de la cuenca para la protección de sus fuentes de agua y la debida gestión del recurso hídrico en los sistemas de abastecimiento comunitario. Los objetivos específicos de este estudio son: a) Evaluar con base en normativa y mediante dos índices de calidad de agua, el agua para consumo de 12 comunidades en la Cuenca del Lago de Yojoa; b) Caracterizar los usos y coberturas del suelo en la zona de influencia directa de las obras de captación de agua de las comunidades y c) Identificar relaciones significativas entre los parámetros de calidad del agua caracterizados en las comunidades analizadas.

Cuadro 3

Métodos de análisis utilizados por parámetro de calidad de agua

Sitio de análisis	Parámetro	Método
<i>In Situ</i>	Conductividad eléctrica	2510.B Laboratory method
<i>In Situ</i>	Turbidez	2130 B. Nephelometric method
<i>In Situ</i>	Solidos Totales Disueltos	4500 B. Electrometric method
<i>In Situ</i>	Temperatura	4500 B. Electrometric method
<i>In Situ</i>	pH	4500 B. Electrometric method
<i>In Situ</i>	Salinidad	4500 B. Electrometric method
Laboratorio IAD	Nitratos	4500-NO3-C. Second Derivate Ultraviolet Spectrophotometric Method
Laboratorio IAD	Fosfatos	Azul de Fósforo Molibdeno
Laboratorio IAD	Sulfatos	4500 SO4.E Turbidimetric method
Laboratorio IAD	Alcalinidad	2320 B Titration
Laboratorio IAD	Dureza	2340 c. EDTA Titrimetric
Laboratorio IAD	Calcio (bajo elevada dureza)	3500 Ca B EDTA Titrimetric
Laboratorio IAD	Hierro	3500-Fe B. Phenantroline
Laboratorio IAD	Manganeso	8149 Hach PAN Method
Laboratorio IAD	Aluminio	3500-Al B. Eriochrome Cyanine R
Laboratorio en Campo	Coliformes totales	Membrane filter/Coli-blue
Laboratorio en Campo	Coliformes fecales	Método 9222/ Membrane filter

Nota. Tomado de APHA (2017)

Análisis de Correlación entre Parámetros de Calidad de Agua en Comunidades de la Cuenca del Lago de Yojoa

Se realizó un análisis de correlación entre los parámetros evaluados con el objetivo de identificar posibles relaciones lineales. Este tipo de análisis permite determinar si los parámetros se comportan de forma conjunta y en qué dirección lo hacen. Dado que se analizaron aproximadamente 18 parámetros, el análisis de correlación resulta útil para detectar patrones relevantes entre ellos. Para ello, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson (Halter, 2018). Los resultados se presentaron mediante un mapa de calor, el cual facilita la visualización de los patrones de correlación presentes en los datos. El análisis fue realizado con el “software JASP[®]”, que ofrece herramientas estadísticas confiables y eficientes para este tipo de estudios. Solo se analizaron los datos que presentaron un coeficiente de correlación de Pearson mayor a 0.600 y un valor *p* menor a 0.05, asegurando la significancia estadística y la relevancia de las relaciones entre las variables.

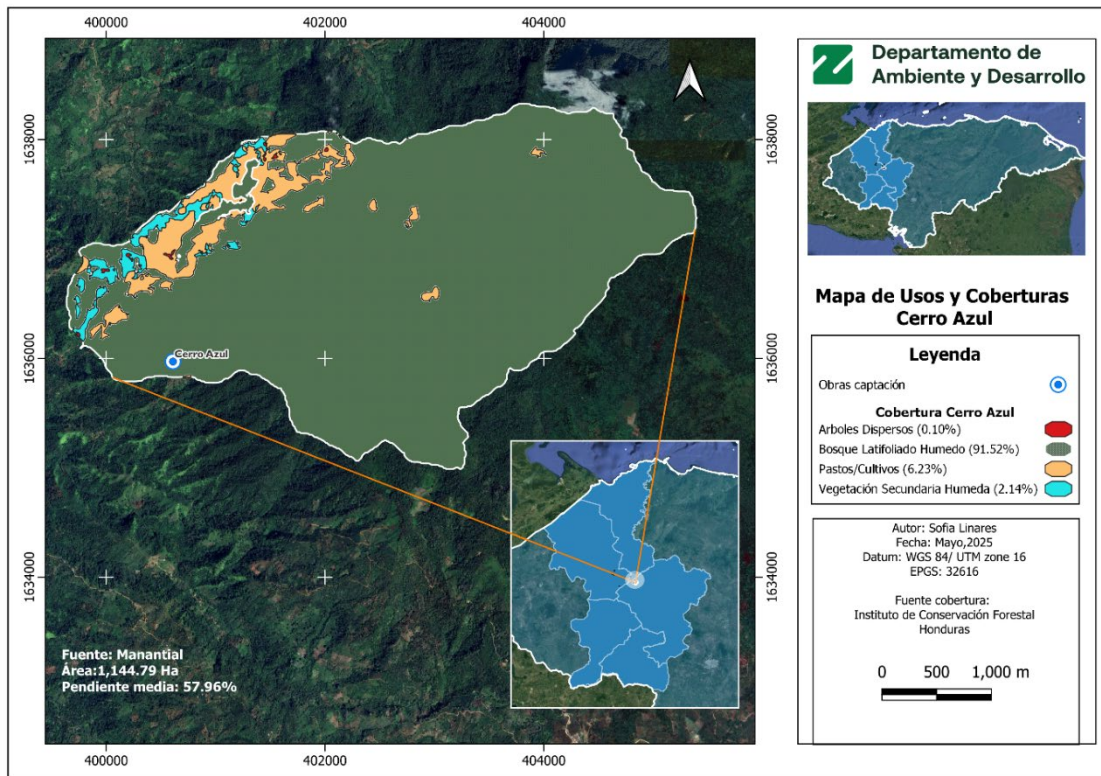
Anexo M

Clasificación de las comunidades en el segundo muestreo de índice canadiense

Comunidades	Muestreo 2	Clasificación
Cerro Azul	85.67	Buena
Las Conchas	82.48	Buena
Santa Elena	97.23	Excelente
El Cedral	97.61	Excelente
El Cedral (Rebose)	80.45	Buena
Los Andes	97.62	Excelente
Agua Azul Rancho	88.89	Buena
Lomas del Águila	90.10	Buena
Nueva Esperanza	84.77	Buena
Monteverde	88.85	Buena
Higuerones	81.84	Buena
Pinares	74.38	Favorable

Anexo N

Mapa de usos y coberturas Cerro Azul



Parámetros	Resultados Muestreo 1	Resultados Muestreo 2	Valor máximo permisible	Método de análisis
Turbiedad (NTU)	0.1	24.3	Máx.: 15	2130 Turbidity B. Nephelometric Method
Temperatura (°C)	22	23	< 25	2550 B. Laboratory and Fields Method
pH	6.1	6.1	6.00 - 9.00	4500-H+ pH Value B. Electrometric Method
Conductividad (µS/cm)	32.3	5.89	-----	2510 B Laboratory Method
Sólidos Disueltos (mg/L)	25.7	28.2	Máx.: 1,000	2520 B Electric Conductivity Method
Sulfatos (mg/L SO ₄)	2.20	2.5	Máx.: 400	4500 SO ₄ . E Turbidimetric Method
Aluminio (mg/L Al)	0.1	0.007	Máx.: 0.2	3500-Al B. Eriochrome Cyanine R (40 Lovibond)
Coliformes Fecales (UFC/100 ml)	2	0	Máx: 0	92221 standards total coliorm fermentation Technique
Fosfatos mg/l P	0.19	3.44	5	4500 P.E Ascorbic Acid Method
Nitratos mg/L	8.99	1.28	30	4500-N C. Persulfate Method
Hierro mg/L	0.21	0.3	Máx:0.3	3500-Fe B. Phenantroline Method (222 Lovibond)
Cobre mg/L	<0.05	<0.05	Máx: 2.0	3500- Cu C. Bathocuproine Method (153 Lovibond)
Manganeso mg/L	<0.01	<0.01	Máx:0.5	PAN Method (242 Lovibond)
Zinc mg/L	0.08	0.04	Máx:3	Cincon Method (8009 Hach US EPA)
Alcalinidad mg/L CaCO ₃	13	15	-----	2320 B Titration Method
Dureza mg/L CaCO ₃	<0.5	<0.5	400	2340 C. EDTA Titrimetric Method
Calcio mg/L	<0.1	<0.1	100	3500 Ca B. EDTA Titrimetric Method

En el mapa se observa que Cerro Azul presenta cuatro tipos de uso y cobertura del suelo, abarcando un área total de 1,144.79 ha. La cobertura dominante es el Bosque Latifoliado Húmedo, con un 91.52% del área. También se identifican áreas de Vegetación Secundaria Húmeda (2.14%),

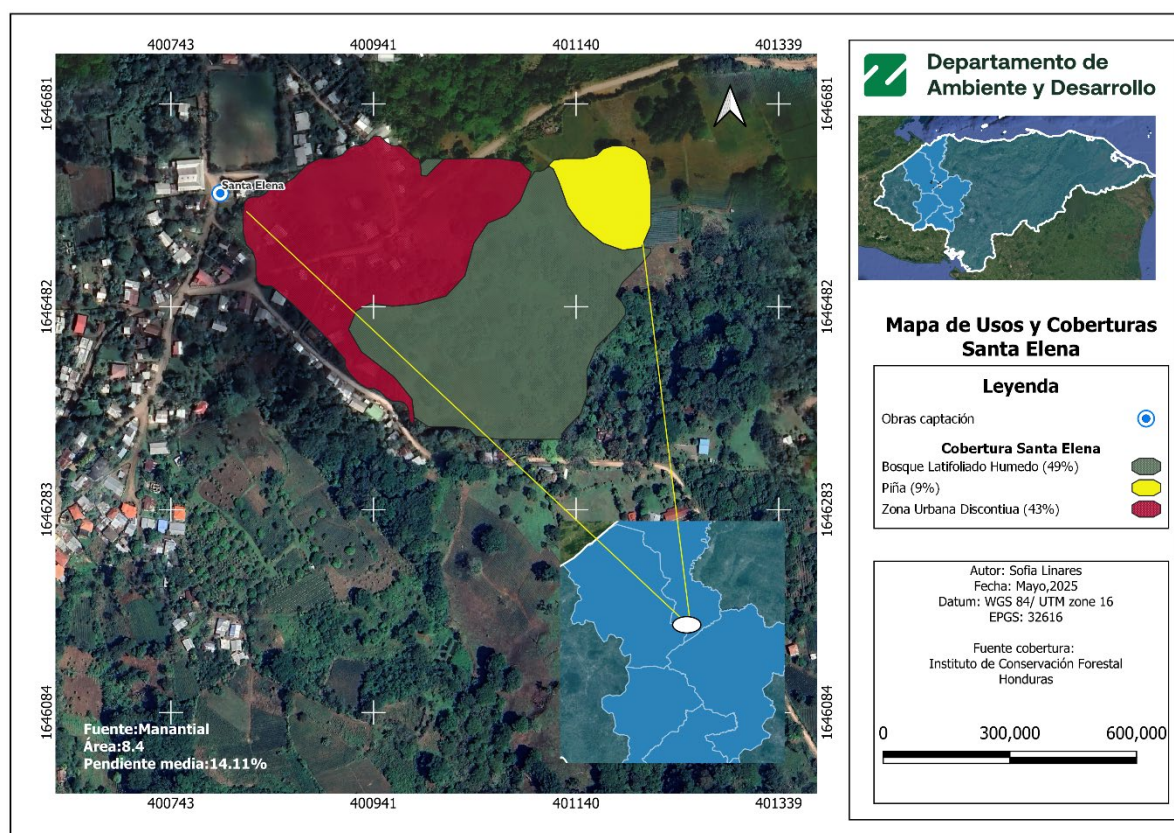
Árboles Dispersos (0.10%) y Pastos y Cultivos (6.23%). Esto indica que, en su mayoría, se trata de una zona de bosque denso, con una pequeña porción de vegetación secundaria y un sector agropecuario intensivo. Este último ocupa aproximadamente 71.29 h y puede afectar la calidad del agua debido al mal manejo, provocando arrastre de contaminantes hacia los cuerpos de agua, lo cual se refleja en los valores elevados de algunos parámetros evaluados los cuales son coliformes fecales, nitratos, fosfatos, turbiedad.

Parámetros	Resultados Muestreo 1	Resultados Muestreo 2	Valor máximo permisible	Método de análisis
Fosfatos mg/l P	0.17	1.89	5	4500 P.E Ascorbic Acid Method
Nitratos mg/L	23.2	21.7	30	4500-N C. Persulfate Method
Hierro mg/L	0.12	0.15	Máx:0.3	3500-Fe B. Phenantroline Method (222 Lovibond)
Cobre mg/L	<0.05	<0.05	Máx: 2.0	3500- Cu C. Bathocuproine Method (153 Lovibond)
Manganeso mg/L	0	<0.01	Máx:0.5	PAN Method (242 Lovibond)
Zinc mg/L	0.07	0.04	Máx:3	Cincon Method (8009 Hach US EPA)
Alcalinidad mg/L CaCO ₃	0	22.3	-----	2320 B Titration Method
Dureza mg/L CaCO ₃	<0.5	<0.5	400	2340 C. EDTA Titrimetric Method
Calcio mg/L	<0.1	<0.1	100	3500 Ca B. EDTA Titrimetric Method

En el mapa de la comunidad Las Conchas se identifican tres tipos de cobertura del suelo, con un área total de 59.22 ha. La cobertura predominante es Bosque Latifoliado Húmedo, que representa el 85% del área (50.44 ha). Además, se observa un 5% de Vegetación Secundaria Húmeda (2.89 ha) y un 10% de Pastos y Cultivos (5.89 ha). En su mayoría, el área está compuesta por bosque denso, acompañado de vegetación secundaria y una porción agropecuaria. Esta última, al tratarse de un uso intensivo del suelo, se relaciona con los resultados obtenidos en los parámetros de calidad del agua, como coliformes fecales, nitratos y fosfatos, evidenciando un posible impacto de las actividades agrícolas sobre la fuente de agua.

Anexo P

Mapa de usos y coberturas de Santa Elena



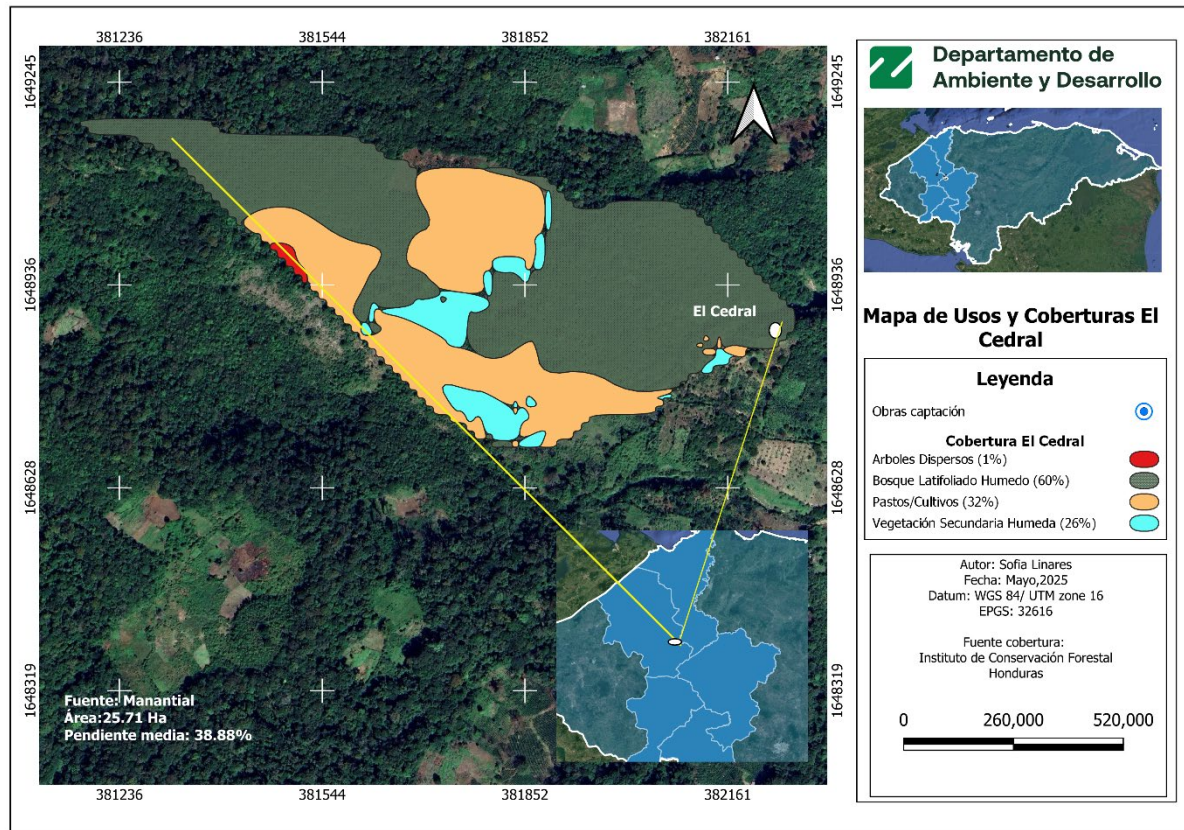
Parámetros	Resultados Muestreo 1	Resultados Muestreo 2	Valor máximo permisible	Método de análisis
Turbiedad (NTU)	0.1	24.3	Máx.: 15	2130 Turbidity B. Nephelometric Method
Temperatura (°C)	22.1	24	< 25	2550 B. Laboratory and Fields Method
pH	6.1	6.1	6.00 - 9.00	4500-H+ pH Value B. Electrometric Method
Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	32.3	5.89	-----	2510 B Laboratory Method
Sólidos Disueltos (mg/L)	25.7	28.2	Máx.: 1,000	2520 B Electric Conductivity Method
Sulfatos (mg/L SO_4)	2.2	2.5	Máx.: 400	4500 SO_4 . E Turbidimetric Method
Aluminio (mg/L Al)	0.1	0.007	Máx.: 0.2	3500-Al B. Eriochrome Cyanine R (40 Lovibond)
Coliformes Fecales (UFC/100 ml)	2	0	Máx: 0	92221 standards total coliform fermentation Technique
Fosfatos mg/l P	0.18	3.44	5	4500 P.E Ascorbic Acid Method
Nitratos mg/L	22.1	24	30	4500-N C. Persulfate Method

Parámetros	Resultados Muestreo 1	Resultados Muestreo 2	Valor máximo permisible	Método de análisis
Hierro mg/L	0.21	0.3	Máx:0.3	3500-Fe B. Phenantroline Method (222 Lovibond)
Cobre mg/L	<0.05	<0.05	Máx: 2.0	3500- Cu C. Bathocuproine Method (153 Lovibond)
Manganeso mg/L	<0.01	<0.01	Máx:0.5	PAN Method (242 Lovibond)
Zinc mg/L	0.08	0.04	Máx:3	Cincon Method (8009 Hach US EPA)
Alcalinidad mg/L CaCO3	0	10.5	-----	2320 B Titration Method
Dureza mg/L CaCO3	<0.5	<0.5	400	2340 C. EDTA Titrimetric Method
Calcio mg/L	<0.1	<0.1	100	3500 Ca B. EDTA Titrimetric Method

En el mapa de la comunidad de Santa Elena se identifican tres tipos de cobertura del suelo, con un área total de 8.4 ha. Es importante señalar que este mapa representa únicamente la zona de protección del cuerpo de agua. La cobertura predominante corresponde a Bosque Latifoliado Húmedo, con un 49% (4.06 ha). Le sigue la zona urbana discontinua, que representa un 43% (3.57 ha), y un 9% (0.74 Ha) de cultivo de piña. Por lo tanto, esta zona de protección está compuesta principalmente por un bosque denso, una porción urbana y un área agropecuaria intensiva. Según los análisis obtenidos y relacionado a los usos se encontraron parámetros elevados que están relacionados a las áreas que se tienen de cultivo y a la zona urbana, se encontraron coliformes fecales, nitratos, fosfatos, turbiedad.

Anexo Q

Mapa de usos y coberturas de El Cedral



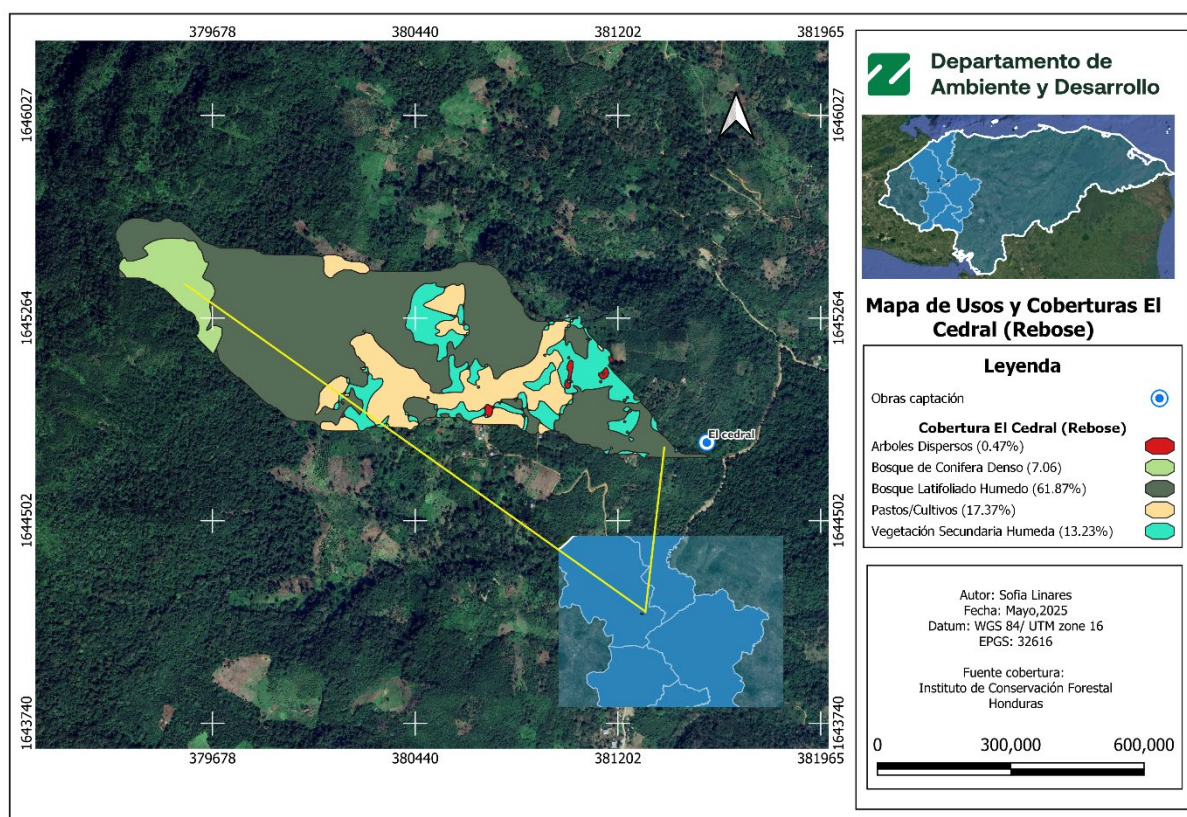
Parámetro	Resultados Muestreo 1	Resultados Muestreo 2	Valor máximo permisible	Método de análisis
Turbiedad (NTU)	0.12	0	Máx.: 15	2130 Turbidity B. Nephelometric Method
Temperatura (°C)	24	24.3	< 25	2550 B. Laboratory and Fields Method
pH	7.64	8.94	6.00 - 9.00	4500-H+ pH Value B. Electrometric Method
Conductividad (μS/cm)	4.38	31.5	-----	2510 B Laboratory Method
Sólidos Disueltos (mg/L)	320	11	Máx.: 1,000	2520 B Electric Conductivity Method
Sulfatos (mg/L SO ₄)	<2.0	2.1	Máx.: 400	4500 SO ₄ . E Turbidimetric Method
Aluminio (mg/L Al)	0.1	0.13	Máx.: 0.2	3500-Al B. Eriochrome Cyanine R (40 Lovibond)
Coliformes Fecales (UFC/100 ml)	6	0	Máx.: 0	92221 standards total coliform fermentation Technique
Fosfatos mg/l P	0.06	1.68	5	4500 P.E Ascorbic Acid Method

Parámetro	Resultados Muestreo 1	Resultados Muestreo 2	Valor máximo permisible	Método de análisis
Nitratos mg/L	24	24	30	4500-N C. Persulfate Method
Hierro mg/L	0.23	0.12	Máx:0.3	3500-Fe B. Phenantroline Method (222 Lovibond)
Cobre mg/L	<0.05	<0.05	Máx: 2.0	3500- Cu C. Bathocuproine Method (153 Lovibond)
Manganeso mg/L	<0.01	<0.01	Máx:0.5	PAN Method (242 Lovibond)
Zinc mg/L	<0.02	0.05	Máx:3	Cincon Method (8009 Hach US EPA)
Alcalinidad mg/L CaCO ₃	0	118	-----	2320 B Titration Method
Dureza mg/L CaCO ₃	<0.5	100	400	2340 C. EDTA Titrimetric Method
Calcio mg/L	<0.1	91	100	3500 Ca B. EDTA Titrimetric Method

En este mapa se observan cuatro coberturas diferentes, con un área total de 25.71 ha, la mayor proporción corresponde a Bosque Latifoliado Húmedo, con un 60% (15.43 ha), seguido por Vegetación Secundaria Húmeda con un 26% (6.68 ha). La cobertura de árboles dispersos representa apenas un 1% (0.26 ha), y los Pastos y Cultivos abarcan un 13% (3.34 ha). Esta cuenca se caracteriza por estar compuesta principalmente por bosque denso, vegetación secundaria y un área agropecuaria intensiva. A pesar de ello, se registran valores elevados de Sólidos Totales Disueltos (STD) debido a las condiciones más húmedas causadas por las lluvias y coliformes fecales. Los demás parámetros evaluados se mantienen dentro de los rangos esperados para un área con predominancia de cobertura boscosa, lo que contribuye al mantenimiento de una calidad de agua adecuada.

Anexo R

Mapa de usos y coberturas de El cedral (Rebose)



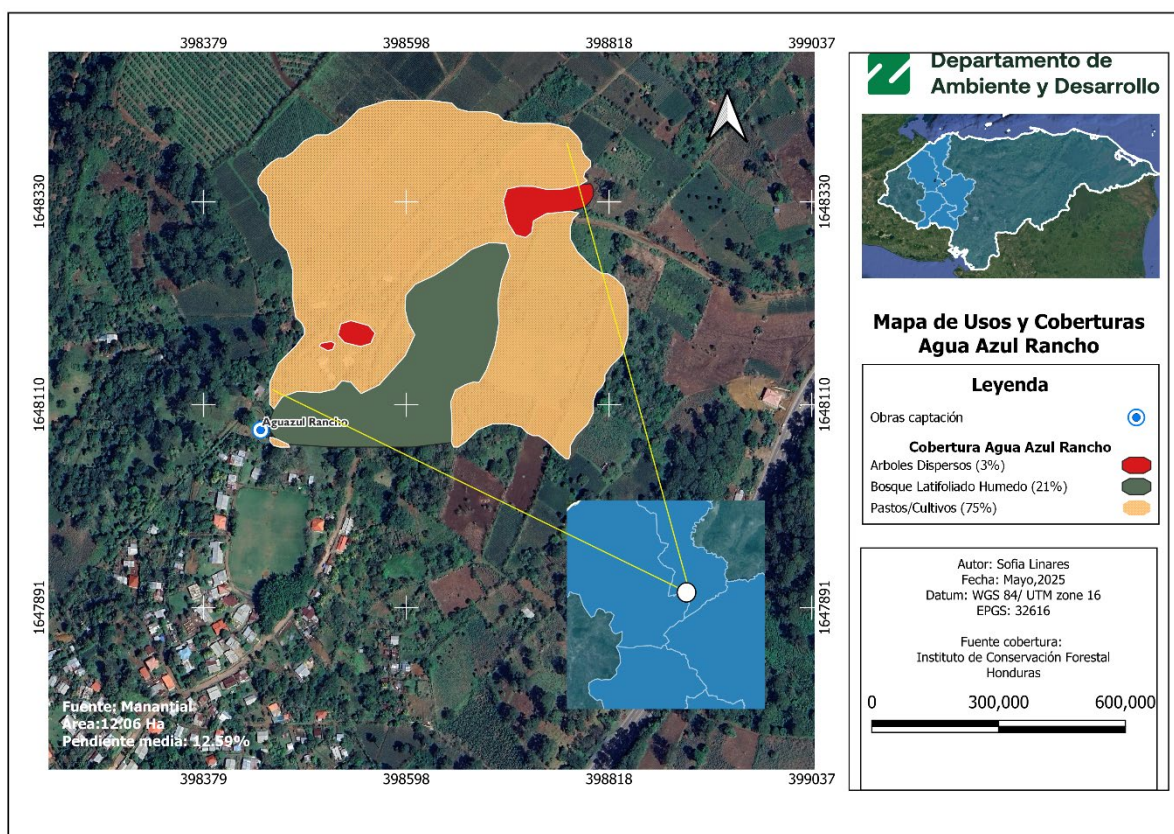
Parámetros	Resultados Muestreo 1	Resultados Muestreo 2	Valor máximo permisible	Método de análisis
Turbiedad (NTU)	0.6	0	Máx.: 15	2130 Turbidity B. Nephelometric Method
Temperatura (°C)	24	24.3	< 25	2550 B. Laboratory and Fields Method
pH	8.94	8.38	6.00 - 9.00	4500-H+ pH Value B. Electrometric Method
Conductividad (µS/cm)	31.5	348.5	-----	2510 B Laboratory Method
Sólidos Disueltos (mg/L)	11	264	Máx.: 1,000	2520 B Electric Conductivity Method
Sulfatos (mg/L SO ₄)	3.9	4.1	Máx.: 400	4500 SO ₄ . E Turbidimetric Method
Aluminio (mg/L Al)	0.15	0.3	Máx.: 0.2	3500-Al B. Eriochrome Cyanine R (40 Lovibond)
Coliformes Fecales (UFC/100 ml)	0	60	Máx: 0	92221 standards total coliform fermentation Technique
Fosfatos mg/l P	0.07	1.54	5	4500 P.E Ascorbic Acid Method
Nitratos mg/L	22.9	21.3	30	4500-N C. Persulfate Method

Parámetros	Resultados Muestreo 1	Resultados Muestreo 2	Valor máximo permisible	Método de análisis
Hierro mg/L	0.12	0.11	Máx:0.3	3500-Fe B. Phenantroline Method (222 Lovibond)
Cobre mg/L	<0.05	<0.05	Máx: 2.0	3500- Cu C. Bathocuproine Method (153 Lovibond)
Manganeso mg/L	0.02	<0.01	Máx:0.5	PAN Method (242 Lovibond) Cincon Method (8009 Hach US EPA)
Zinc mg/L	0.08	0.06	Máx:3	
Alcalinidad mg/L CaCO ₃	133	22.5	-----	2320 B Titration Method
Dureza mg/L CaCO ₃	132	127.5	400	2340 C. EDTA Titrimetric Method
Calcio mg/L	132	3.5	100	3500 Ca B. EDTA Titrimetric Method

En el mapa para esta cuenca presentada es muy similar al descrito anteriormente y esto es debido a que están conectada, sin embargo, esta se encuentra más alejada por lo que tiene una mayor área siendo de 96.02 Ha contado con cinco coberturas diferentes, esta se encuentra en su mayoría compuesta por bosque latifoliado húmedo con 61.87% (59.41 Ha), vegetación secundaria húmeda 13.23% (12.7 Ha), también se tiene bosque de conífera denso con un 7.06% que equivale a (6.78 Ha), tiene pastos y cultivos con un 17.37% (16.68 Ha) y por ultimo arboles dispersos con 0.47% (0.45 Ha), se compone en bosque denso y a la vez una parte de bosque ralo con vegetación secundaria húmeda, una porción agropecuario intensivo y una parte de otro ecosistema, en general esta cuenca presenta un problema de coliformes fecales y elevados STD y calcio, los otros parámetros no se encuentran tan elevados, esto está asociado a que tiene un área grande de pastos y cultivos y en zonas dispersas, por lo que esto hace que le agua se contamine dándonos los resultados obtenidos.

Anexo S

Mapa de usos y coberturas de Agua Azul Rancho



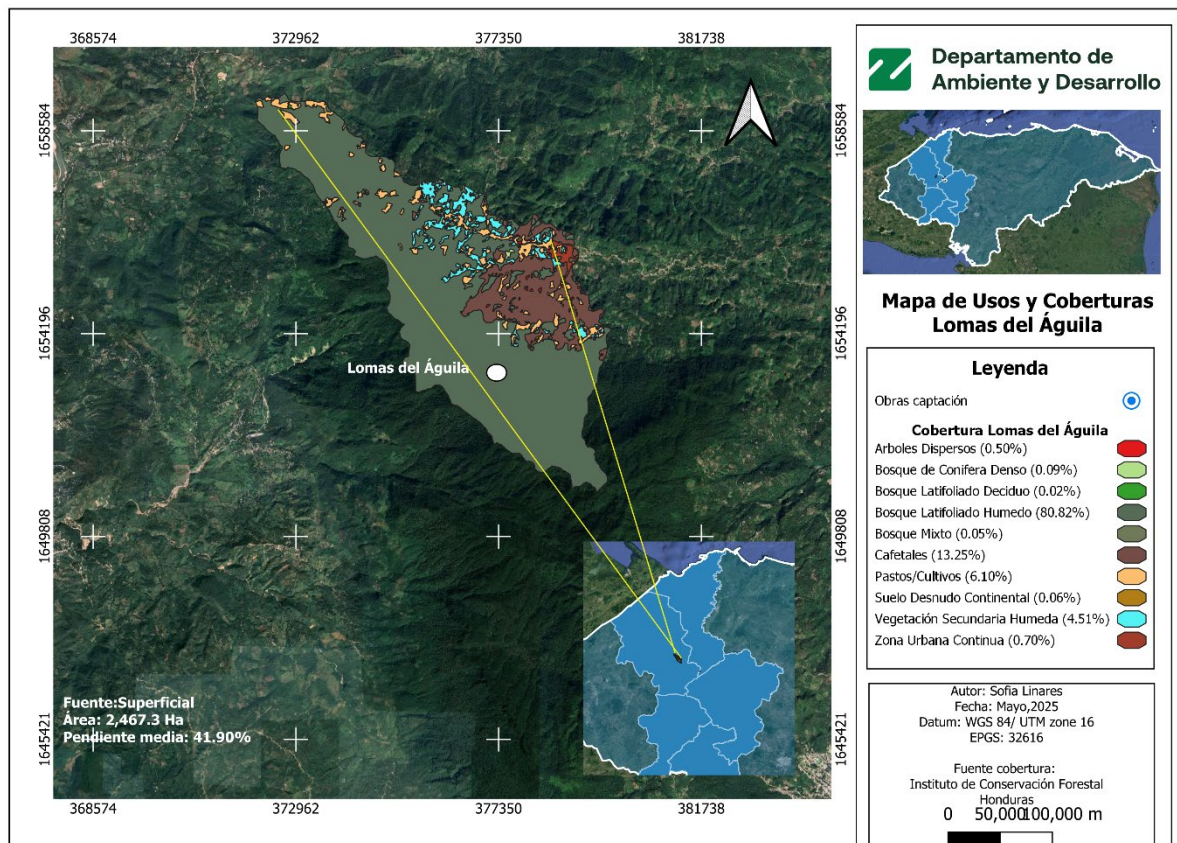
Parámetros	Resultados Muestreo 1	Resultados Muestreo 2	Valor máximo permisible	Método de análisis
Turbiedad (NTU)	1	20.4	Máx.: 15	2130 Turbidity B. Nephelometric Method
Temperatura (°C)	24	24	< 25	2550 B. Laboratory and Fields Method
pH	7	7	6.00 - 9.00	4500-H+ pH Value B. Electrometric Method
Conductividad (μS/cm)	34.8	39.7	-----	2510 B Laboratory Method
Sólidos Disueltos (mg/L)	27	29	Máx.: 1,000	2520 B Electric Conductivity Method
Sulfatos (mg/L SO ₄)	2.10	<2	Máx.: 400	4500 SO ₄ . E Turbidimetric Method
Aluminio (mg/L Al)	0.02	0.09	Máx.: 0.2	3500-Al B. Eriochrome Cyanine R (40 Lovibond)
Coliformes Fecales (UFC/100 ml)	130	20	Máx: 0	92221 standards total coliorm fermentation Technique
Fosfatos mg/l P	0.28	2	5	4500 P.E Ascorbic Acid Method

Parámetros	Resultados Muestreo 1	Resultados Muestreo 2	Valor máximo permisible	Método de análisis
Nitratos mg/L	24	24	30	4500-N C. Persulfate Method
Hierro mg/L	0.13	0.16	Máx:0.3	3500-Fe B. Phenantroline Method (222 Lovibond)
Cobre mg/L	<0.05	<0.05	Máx: 2.0	3500- Cu C. Bathocuproine Method (153 Lovibond)
Manganeso mg/L	<0.01	<0.01	Máx:0.5	PAN Method (242 Lovibond)
Zinc mg/L	0.06	<0.02	Máx:3	Cincon Method (8009 Hach US EPA)
Alcalinidad mg/L CaCO ₃	13	17.5	-----	2320 B Titration Method
Dureza mg/L CaCO ₃	<0.5	<0.5	400	2340 C. EDTA Titrimetric Method
Calcio mg/L	<0.1	<0.1	100	3500 Ca B. EDTA Titrimetric Method

En este mapa se observa la presencia de tres coberturas distintas en un área relativamente pequeña de protección de cuenca, con una extensión total de 12.06 ha. La cobertura dominante corresponde a pastos y cultivos, con un 75% (9.09 ha), seguida por bosque latifoliado con un 21% (2.55 ha), y árboles dispersos con un 3% (0.42 ha). Esta zona presenta un uso principalmente agropecuario intensivo, acompañado de bosque denso y otro tipo de ecosistema. Es una de las áreas con mayores niveles de contaminación por coliformes fecales, turbiedad, lo cual se atribuye al uso predominante del suelo que rodea el cuerpo de agua. Además, se registran otros parámetros con valores elevados, producto del mal manejo del uso agropecuario, lo que, sumado a la erosión y escorrentía superficial, impacta negativamente en la calidad del agua que llega a las comunidades.

Anexo T

Mapa de usos y coberturas de Lomas del Águila



Parámetros	Resultados Muestreo 1	Resultados Muestreo 2	Valor máximo permisible	Método de análisis
Turbiedad (NTU)	4	3.5	Máx.: 15	2130 Turbidity B. Nephelometric Method
Temperatura (°C)	24	21	< 25	2550 B. Laboratory and Fields Method
pH	8	8	6.00 – 9.00	4500-H+ pH Value B. Electrometric Method
Conductividad (µS/cm)	180	10.8	-----	2510 B Laboratory Method
Sólidos Disueltos (mg/L)	180	11	Máx.: 1,000	2520 B Electric Conductivity Method
Sulfatos (mg/L SO ₄)	2.20	2.2	Máx.: 400	4500 SO ₄ . E Turbidimetric Method
Aluminio (mg/L Al)	0.05	0.14	Máx.: 0.2	3500-Al B. Eriochrome Cyanine R (40 Lovibond)
Coliformes Fecales (UFC/100 ml)	80	20	Máx: 0	92221 standards total 79oliform fermentation Technique

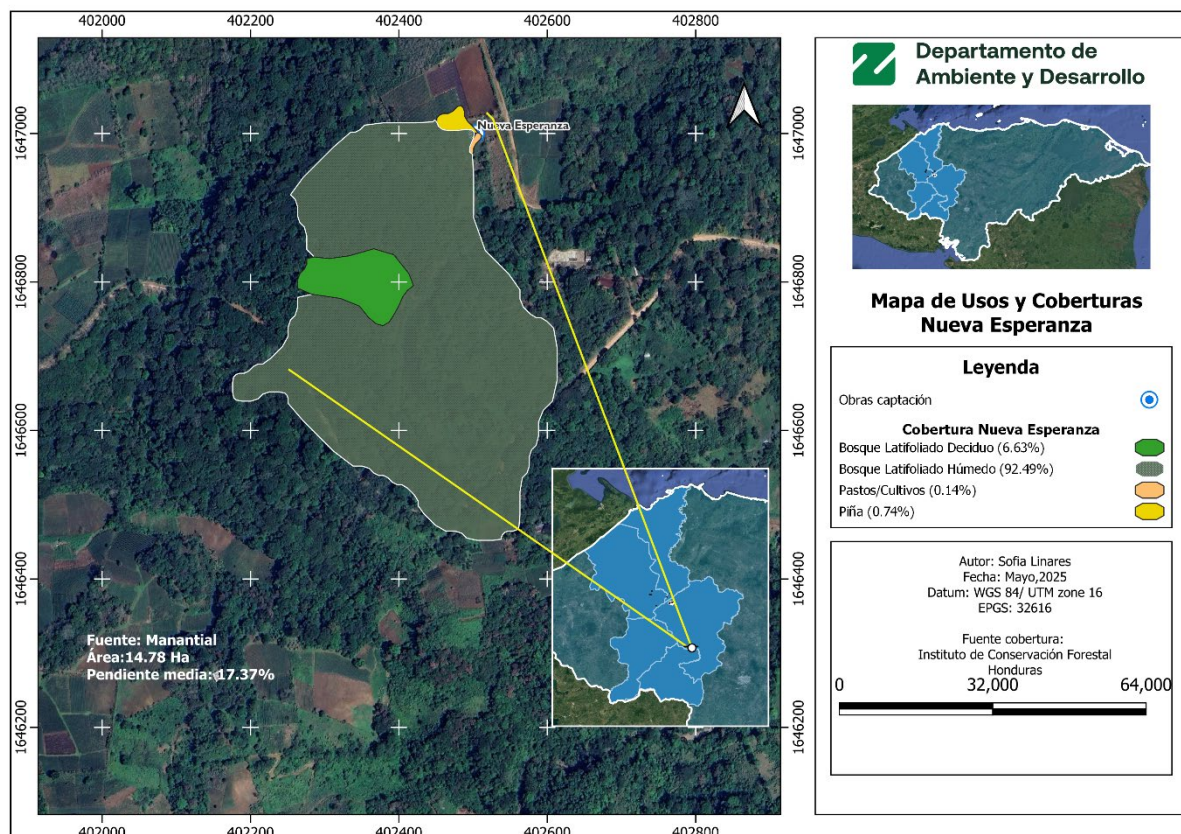
Parámetros	Resultados Muestreo 1	Resultados Muestreo 2	Valor máximo permisible	Método de análisis
Fosfatos mg/l P	0.06	2	5	4500 P.E Ascorbic Acid Method
Nitratos mg/L	24	21	30	4500-N C. Persulfate Method
Hierro mg/L	0.17	0.11	Máx:0.3	3500-Fe B. Phenantroline Method (222 Lovibond)
Cobre mg/L	<0.05	<0.05	Máx: 2.0	3500- Cu C. Bathocuproine Method (153 Lovibond)
Manganeso mg/L	<0.01	<0.01	Máx:0.5	PAN Method (242 Lovibond)
Zinc mg/L	0.1	<0.02	Máx:3	Cincon Method (8009 Hach US EPA)
Alcalinidad mg/L CaCO3	61	81	-----	2320 B Titration Method
Dureza mg/L CaCO3	<0.5	74	400	2340 C. EDTA Titrimetric Method
Calcio mg/L	58	57	100	3500 Ca B. EDTA Titrimetric Method

En este mapa se puede observar toda la cuenca de Lomas del Águila, con un área total de 2,467.3 ha y nueve tipos de uso de suelo diferentes. La cobertura predominante es bosque latifoliado húmedo, que representa el 80.82% (1,994.06 ha), seguido por cafetales con un 13.35% (326.97 ha) y vegetación secundaria húmeda con un 4.51% (111.25 ha). Además, se encuentra una zona de pastos y cultivos que ocupa el 6.10% (150.58 ha), bosque de conífera denso con un 0.09% (2.21 ha), bosque latifoliado deciduo con 0.02%, zona urbana continua con 0.70% (17.21 ha), suelo desnudo continental con 0.06% (1.52 ha), bosque mixto con 0.05% (1.23 ha) y árboles dispersos con 0.50% (12.25 ha).

Esta cuenca está compuesta principalmente por bosque denso, áreas de bosque ralo, vegetación secundaria, cafetales y agroforestería, así como zonas de agropecuario intensivo, suelo desnudo y áreas urbanas. Los resultados obtenidos se asocian con los diferentes usos de suelo debido a que se obtienen valores elevados de coliformes fecales, nitratos, fosfatos y STD, el mal manejo de estas actividades contribuye a la contaminación del agua mediante procesos de erosión y escorrentía que afectan la calidad del recurso hídrico.

Anexo U

Mapa de usos y coberturas de Nueva Esperanza



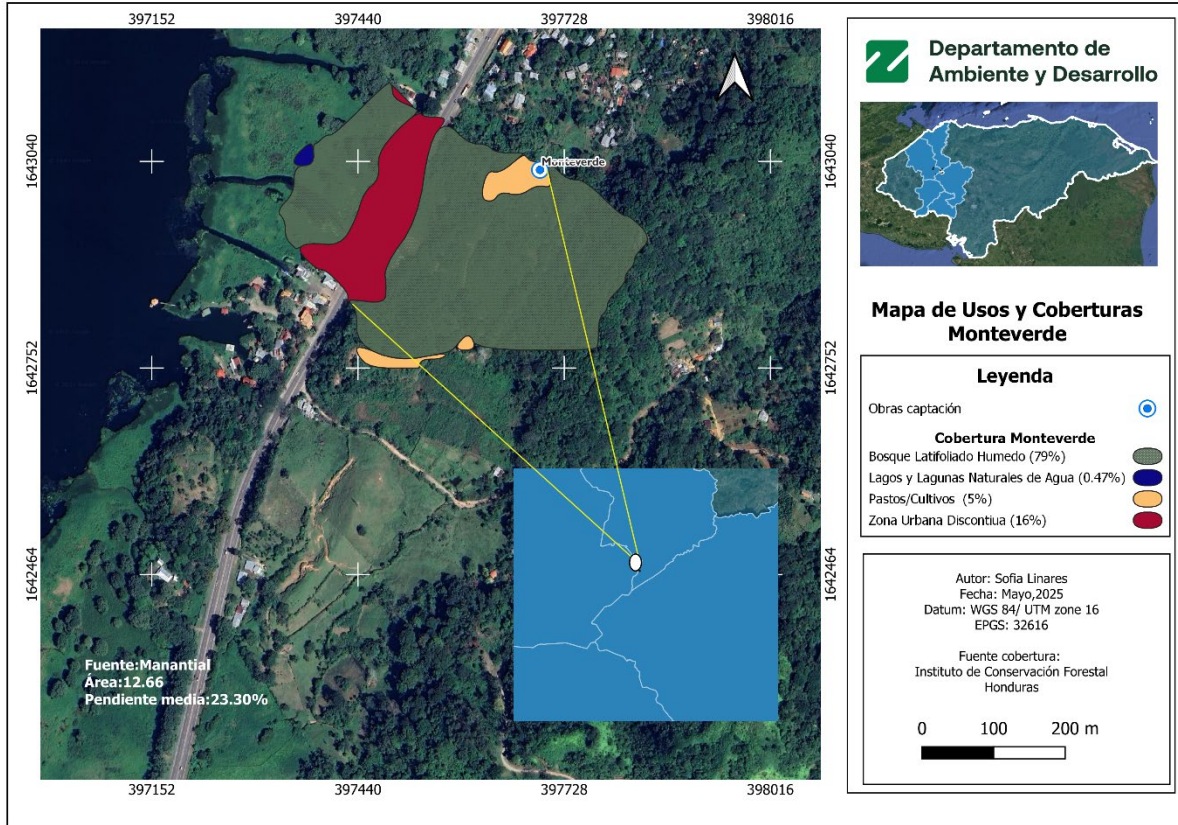
Parámetros	Resultados Muestreo 1	Resultados Muestreo 2	Valor máximo permisible	Método de análisis
Turbiedad (NTU)	1	21.3	Máx.: 15	2130 Turbidity B. Nephelometric Method
Temperatura (°C)	24	23	< 25	2550 B. Laboratory and Fields Method
pH	8	7	6.00 - 9.00	4500-H+ pH Value B. Electrometric Method
Conductividad (μS/cm)	56	36.3	-----	2510 B Laboratory Method
Sólidos Disueltos (mg/L)	36	25	Máx.: 1,000	2520 B Electric Conductivity Method
Sulfatos (mg/L SO ₄)	<2	<2	Máx.: 400	4500 SO ₄ . E Turbidimetric Method
Aluminio (mg/L Al)	0.1	0.21	Máx.: 0.2	3500-Al B. Eriochrome Cyanine R (40 Lovibond)
Coliformes Fecales (UFC/100 ml)	10	30	Máx: 0	92221 standards total coliform fermentation Technique

Parámetros	Resultados Muestreo 1	Resultados Muestreo 2	Valor máximo permisible	Método de análisis
Fosfatos mg/l P	0.25	2	5	4500 P.E Ascorbic Acid Method
Nitratos mg/L	24	23	30	4500-N C. Persulfate Method
Hierro mg/L	0.21	<0.1	Máx:0.3	3500-Fe B. Phenantroline Method (222 Lovibond)
Cobre mg/L	0.13	<0.05	Máx: 2.0	3500- Cu C. Bathocuproine Method (153 Lovibond)
Manganeso mg/L	<0.01	<0.01	Máx:0.5	PAN Method (242 Lovibond)
Zinc mg/L	0.05	0.06	Máx:3	Cincon Method (8009 Hach US EPA)
Alcalinidad mg/L CaCO ₃	26	0.06	-----	2320 B Titration Method
Dureza mg/L CaCO ₃	<0.5	<0.5	400	2340 C. EDTA Titrimetric Method
Calcio mg/L	<0.1	<0.1	100	3500 Ca B. EDTA Titrimetric Method

En este mapa se puede observar cuatro coberturas diferente, esta zona delimitada es el área de protección de la cuenca, con un área de 14.78, ha, se tiene en su mayoría bosque latifoliado húmedo con 92.49% (13.67 ha), se tiene un bosque latifoliado deciduo con 6.63% (0.98 ha), Se tiene un área de cultivo de piña que es de 0.11 ha (0.74%), se tiene también un 0.14% (0.02 ha) que es ocupado por pastos y cultivos. Esta área de protección es en su mayoría un bosque denso con área agropecuario intensivo esta zona tiene problemas por las zonas que so dedicas a el área agropecuaria, sin embargo, se tiene una zona muy extensa de bosque que es muy importante para poder tener la mejor calidad. Los parámetros que hacen que se asocie a el área de cultivo son coliformes fecales, nitratos, fosfatos, turbiedad.

Anexo V

Mapa de usos y coberturas de Monteverde



Parámetros	Resultado Muestreo 1	Resultado Muestreo 2	Valor máximo permisible	Método de análisis
Turbiedad (NTU)	0	3.5	Máx.: 15	2130 Turbidity B. Nephelometric Method
Temperatura (°C)	18	17	< 25	2550 B. Laboratory and Fields Method
pH	6	6	6.00 - 9.00	4500-H+ pH Value B. Electrometric Method
Conductividad (µS/cm)	55.6	39.7	-----	2510 B Laboratory Method
Sólidos Disueltos (mg/L)	41	11	Máx.: 1,000	2520 B Electric Conductivity Method
Sulfatos (mg/L SO ₄)	2.20	<2	Máx.: 400	4500 SO ₄ . E Turbidimetric Method
Aluminio (mg/L Al)	0.23	0.28	Máx.: 0.2	3500-Al B. Eriochrome Cyanine R (40 Lovibond)
Coliformes Fecales (UFC/100 ml)	1	20	Máx: 0	92221 standards total coliform fermentation Technique
Fosfatos mg/l P	0.14	6	5	4500 P.E Ascorbic Acid Method
Nitratos mg/L	18	17	30	4500-N C. Persulfate Method

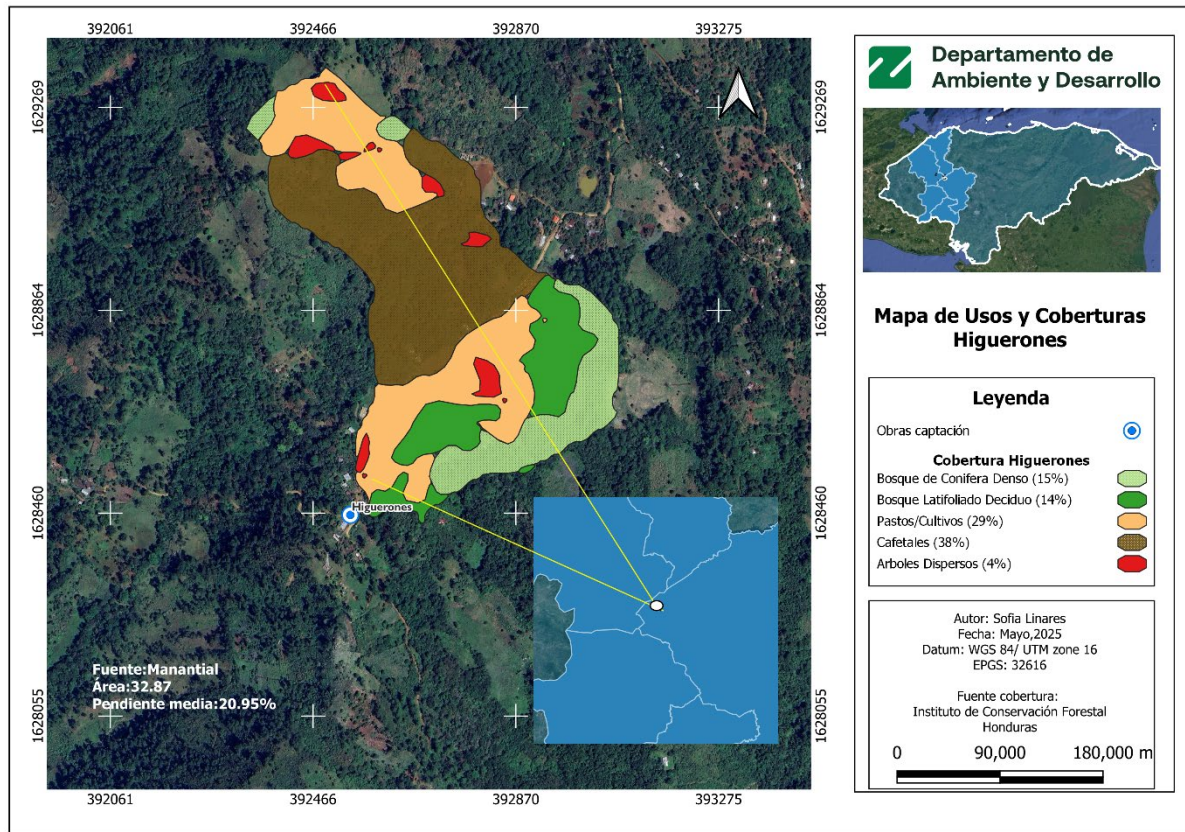
Parámetros	Resultado Muestreo 1	Resultado Muestreo 2	Valor máximo permisible	Método de análisis
Cobre mg/L	0.07	<0.05	Máx: 2.0	3500- Cu C. Bathocuproine Method (153 Lovibond)
Manganeso mg/L	<0.01	0.03	Máx:0.5	PAN Method (242 Lovibond)
Zinc mg/L	0.04	0.06	Máx:3	Cincon Method (8009 Hach US EPA)
Alcalinidad mg/L CaCO ₃	16	13	-----	2320 B Titration Method
Dureza mg/L CaCO ₃	<0.5	<0.5	400	2340 C. EDTA Titrimetric Method
Calcio mg/L	<0.1	<0.1	100	3500 Ca B. EDTA Titrimetric Method

En este mapa se presentan cuatro coberturas diferentes. La delimitación corresponde a un área de 12.66 hectáreas, ya que no se trata de una cuenca hidrográfica, sino de la zona de protección de una fuente de captación de agua. La cobertura predominante es el bosque latifoliado húmedo, con 10.02 ha (79%). También se identifican zonas urbanas discontinuas con 2.01 ha (16%), áreas de pastos y cultivos con 0.57 ha (5%) y cuerpos de agua (lagos y lagunas naturales) con 0.06 ha (0.47%).

Esta zona se caracteriza principalmente por un bosque denso, una franja urbana discontinua, una pequeña área agropecuaria intensiva y presencia de cuerpos de agua. De acuerdo con el análisis realizado, esta comunidad presentó valores elevados en algunos parámetros de calidad del agua, coliformes fecales, turbiedad, nitratos, fosfatos. Los cuales se asocian con la influencia de las áreas urbanas y agropecuarias. Estas actividades humanas, junto con un inadecuado manejo tanto en las viviendas como en las prácticas agrícolas, estarían contribuyendo a la contaminación del recurso hídrico.

Anexo W

Mapa de usos y coberturas de Higueros



Parámetros	Resultados Muestra 1	Resultados Muestreo 2	Valor máximo permisible	Método de análisis
Turbiedad (NTU)	1	11.3	Máx.: 15	2130 Turbidity B. Nephelometric Method
Temperatura (°C)	18	18	< 25	2550 B. Laboratory and Fields Method
pH	7	8	6.00 - 9.00	4500-H+ pH Value B. Electrometric Method
Conductividad (µS/cm)	461	38.1	-----	2510 B Laboratory Method
Sólidos Disueltos (mg/L)	343	15	Máx.: 1,000	2520 B Electric Conductivity Method
Sulfatos (mg/L SO ₄)	<2	<2	Máx.: 400	4500 SO ₄ . E Turbidimetric Method
Aluminio (mg/L Al)	0.14	0.44	Máx.: 0.2	3500-Al B. Eriochrome Cyanine R (40 Lovibond)
Coliformes Fecales (UFC/100 ml)	10	40	Máx: 0	92221 standards total coliform fermentation Technique
Fosfatos mg/l P	0.50	6	5	4500 P.E Ascorbic Acid Method
Nitratos mg/L	18	18	30	4500-N C. Persulfate Method

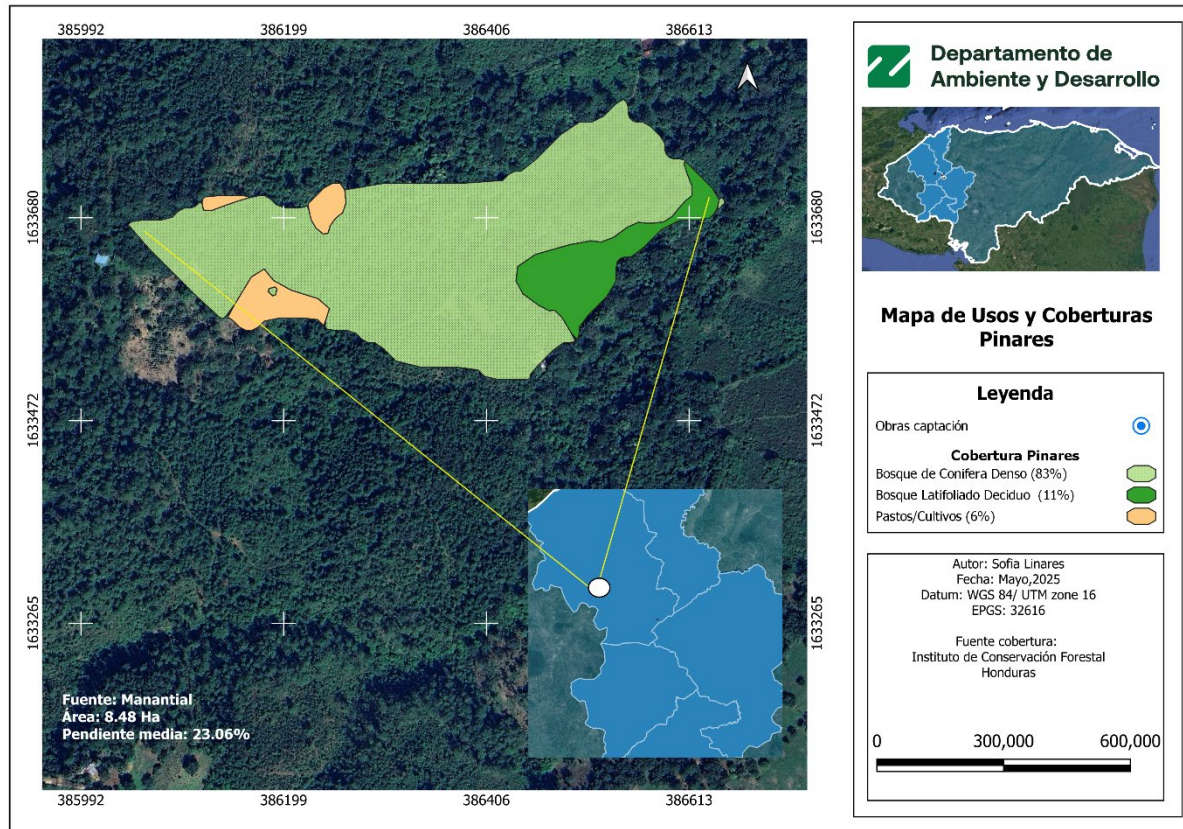
Parámetros	Resultado Muestreo 1	Resultado Muestreo 2	Valor máximo permisible	Método de análisis
Cobre mg/L	<0.05	<0.05	Máx: 2.0	3500- Cu C. Bathocuproine Method (153 Lovibond)
Manganeso mg/L	<0.01	<0.01	Máx:0.5	PAN Method (242 Lovibond)
Zinc mg/L	<0.06	0.04	Máx:3	Cincon Method (8009 Hach US EPA)
Alcalinidad mg/L CaCO ₃	144	94.5	-----	2320 B Titration Method
Dureza mg/L CaCO ₃	109	94.5	400	2340 C. EDTA Titrimetric Method
Calcio mg/L	<0.1	104	100	3500 Ca B. EDTA Titrimetric Method

En este mapa se presentan cinco coberturas diferentes dentro de un área total de 32.87 hectáreas, correspondiente a la zona de protección de la cuenca. La cobertura predominante corresponde a cafetales, que abarcan el 38% (12.56 ha), seguidos por pastos y cultivos con un 29% (9.52 ha). Asimismo, se identifican áreas de bosque de coníferas densas con un 15% (4.87 ha), bosque latifoliado deciduo con un 14% (4.62 ha) y zonas con árboles dispersos que representan el 4% (1.3 ha).

Esta zona combina sistemas agroforestales como los cafetales, áreas de uso agropecuario intensivo y fragmentos de bosque denso, junto con otros ecosistemas. Los resultados de los análisis de calidad del agua muestran que la comunidad presentó valores elevados en varios parámetros coliformes fecales, STD, aluminio, calcio, fosfatos, turbiedad, nitratos, lo cual podría estar relacionado con el tipo de uso del suelo, especialmente en zonas de cultivo. Esto sugiere una posible contaminación del recurso hídrico derivada del manejo inadecuado de insumos agrícolas y la ausencia de prácticas de conservación que protejan la fuente de agua.

Anexo X

Mapa de usos y coberturas de Pinares



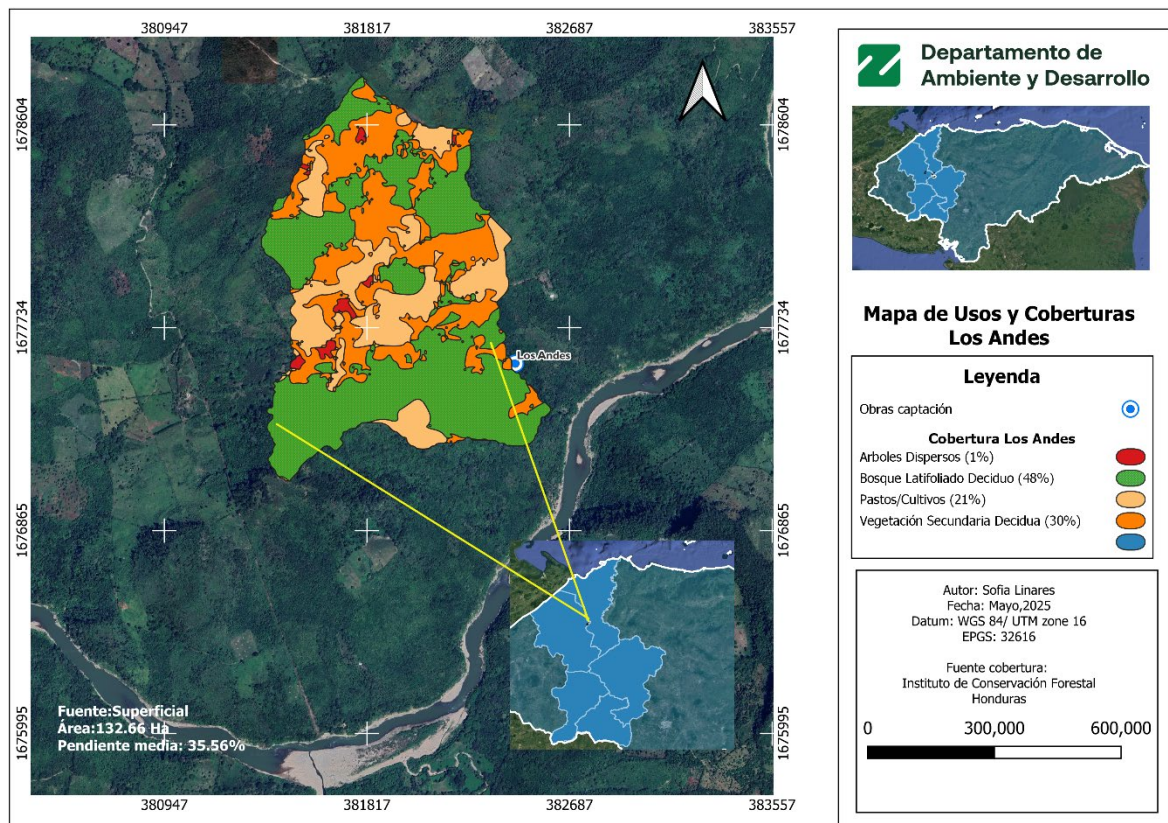
Parámetros	Resultados Muestreo 1	Resultados Muestreo 2	Valor máximo permisible	Método de análisis
Turbiedad (NTU)	1.53	1.3	Máx.: 15	2130 Turbidity B. Nephelometric Method
Temperatura (°C)	20	20	< 25	2550 B. Laboratory and Fields Method
pH	6.65	7.73	6.00 - 9.00	4500-H+ pH Value B. Electrometric Method
Conductividad (µS/cm)	73	13.9	-----	2510 B Laboratory Method
Sólidos Disueltos (mg/L)	55.3	5.2	Máx.: 1,000	2520 B Electric Conductivity Method
Sulfatos (mg/L SO ₄)	<2	<2	Máx.: 400	4500 SO ₄ . E Turbidimetric Method
Aluminio (mg/L Al)	0.1	0.11	Máx.: 0.2	3500-Al B. Eriochrome Cyanine R (40 Lovibond)
Coliformes Fecales (UFC/100 ml)	106	140	Máx: 0	92221 standards total coliform fermentation Technique
Fosfatos mg/l P	0.15	1.03	5	4500 P.E Ascorbic Acid Method
Nitratos mg/L	20	20	30	4500-N C. Persulfate Method

Parámetros	Resultado Muestreo 1	Resultado Muestreo 2	Valor máximo permisible	Método de análisis
Cobre mg/L	<0.05	<0.05	Máx: 2.0	3500- Cu C. Bathocuproine Method (153 Lovibond)
Manganeso mg/L	<0.01	<0.01	Máx:0.5	PAN Method (242 Lovibond)
Zinc mg/L	0.06	0.04	Máx:3	Cincon Method (8009 Hach US EPA)
Alcalinidad mg/L CaCO ₃	0	22.5	-----	2320 B Titration Method
Dureza mg/L CaCO ₃	<0.5	22.5	400	2340 C. EDTA Titrimetric Method
Calcio mg/L	<0.1	21	100	3500 Ca B. EDTA Titrimetric Method

En este mapa se identifican tres coberturas diferentes dentro de un área de 8.48 ha, correspondiente a la zona de protección del cuerpo de agua. La cobertura predominante es bosque de conífera denso, con un 83% (7.07 ha), seguido por bosque latifoliado decíduo con un 11% (0.9 ha), y finalmente pastos y cultivos con un 6% (0.51 ha). Se trata de un área mayormente cubierta por bosque denso, pero con una zona de uso agropecuario intensivo. En cuanto a los parámetros evaluados, se obtienen valores elevados en coliformes fecales, nitratos, fosfatos, los cuales se asocian al uso de pastos y cultivos presentes en la zona. Esto sugiere un manejo inadecuado de las prácticas agrícolas y ganaderas, lo cual repercute negativamente en la calidad del agua.

Anexo Y

Mapa de usos y coberturas los Andes



Parámetro	Resultados Muestreo 1	Resultados Muestreo 2	Valor máximo permisible	Método de análisis
Turbiedad (NTU)	0.5	0.5	Máx.: 15	2130 Turbidity B. Nephelometric Method
Temperatura (°C)	23.6	20.1	< 25	2550 B. Laboratory and Fields Method
pH	8.38	7.52	6.00 - 9.00	4500-H+ pH Value B. Electrometric Method
Conductividad (µS/cm)	421	8.46	-----	2510 B Laboratory Method
Sólidos Disueltos (mg/L)	312	14	Máx.: 1,000	2520 B Electric Conductivity Method
Sulfatos (mg/L SO ₄)	<2.0	<2	Máx.: 400	4500 SO ₄ . E Turbidimetric Method
Aluminio (mg/L Al)	0.12	0.14	Máx.: 0.2	3500-Al B. Eriochrome Cyanine R (40 Lovibond)
Coliformes Fecales (UFC/100 ml)	12	0	Máx: 0	92221 standards total coliform fermentation Technique
Fosfatos mg/l P	0.10	2.72	5	4500 P.E Ascorbic Acid Method
Nitratos mg/L	23.6	2.72	30	4500-N C. Persulfate Method

Parámetros	Resultado Muestreo 1	Resultado Muestreo 2	Valor máximo permisible	Método de análisis
Cobre mg/L	0.1	<0.05	Máx: 2.0	3500- Cu C. Bathocuproine Method (153 Lovibond)
Manganeso mg/L	0.02	<0.01	Máx:0.5	PAN Method (242 Lovibond)
Zinc mg/L	0.06	0.04	Máx:3	Cincon Method (8009 Hach US EPA)
Alcalinidad mg/L CaCO ₃	74	105.5	-----	2320 B Titration Method
Dureza mg/L CaCO ₃	34	87	400	2340 C. EDTA Titrimetric Method
Calcio mg/L	<0.1	45	100	3500 Ca B. EDTA Titrimetric Method

Este mapa presenta cuatro tipos de uso del suelo dentro de un área total de 132.66 hectáreas. La cobertura predominante corresponde a bosque latifoliado deciduo, con un 49% (63.91 ha), seguido por vegetación secundaria decidua con un 30% (39.88 ha), pastos y cultivos con un 21% (27.27 ha) y árboles dispersos con un 1% (1.59 ha). En función de estas coberturas, el área se caracteriza como un paisaje con predominio de bosque denso, presencia de vegetación secundaria, zonas de actividad agropecuaria intensiva y otros ecosistemas asociados.

Anexo Z*Cuadro de coordenadas de las comunidades evaluadas.*

Comunidad	X	Y
Aguazul Rancho	398441	1648083
Las Conchas	398482	1638409
Cerro Azul	400611	1635971
Lomas del Águila	376980	1653583
El cedral	381537	1644796
El cedral (Rebose)	382268	1648891
Santa Elena	400791	1646593
Los Andes	382454	1677581
Nueva Esperanza	402503.8	1647000
Monteverde	397694.1	1643028
Higuerones	392540	1628456
Pinares	386360	1633704