

**VALORACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS COMO
MECANISMO PARA LA SOSTENIBILIDAD Y RESILIENCIA DE
LA BIODIVERSIDAD DE LOS ECOSISTEMAS DE LA
PARROQUIA QUIMIAG**

**Daniel Vistin
Eduardo Muñoz
Jaqueline Balseca
Jhoanna Londo**

2025

VALORACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS COMO MECANISMO PARA LA SOSTENIBILIDAD Y RESILIENCIA DE LA BIODIVERSIDAD DE LOS ECOSISTEMAS DE LA PARROQUIA QUIMIAG

Autores:

Daniel Adrian Vistin Guamantaqui

Eduardo Antonio Muñoz Jácome

Jaqueline Elizabeth Balseca Castro

Jhoanna Gabriela Londo León



VALORACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS COMO MECANISMO PARA LA SOSTENIBILIDAD Y RESILIENCIA DE LA BIODIVERSIDAD DE LOS ECOSISTEMAS DE LA PARROQUIA QUIMIAG

© 2025

Daniel Adrian Vistin Guamantaqui
Eduardo Antonio Muñoz Jácome
Jaqueline Elizabeth Balseca Castro
Jhoanna Gabriela Londo León

© 2025

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
Decanato de Investigaciones

Publicado por acuerdo con los autores.

Este libro se sometió a arbitraje bajo el sistema de dobles pares ciegos (externos)

Prohibido la reproducción de este libro, por cualquier medio, sin la previa autorización por escrito de los propietarios del *Copyright*.

El copyright estimula la creatividad, defiende la diversidad en el ámbito de las ideas y el conocimiento, promueve la libre expresión y favorece una cultura viva.

Corrección y diseño, respaldado por:

CienPapers, Editorial



HERRAMIENTAS DIGITALES PARA LA APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS MKT

Riobamba - Chimborazo, Ecuador Editorial
CienPapers, 2025
ISBN: 978-9942-51-553-7
Fecha de Publicación: 2025-06-24

Licencia Creative Commons: Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0




Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

AUTORES

Daniel Adrian Vistin Guamantaqui

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)


daniel.vistin@epoch.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0002-8313-9176>

Eduardo Antonio Muñoz Jácome

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)


eduardo.munoz@epoch.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0002-6870-3787>

Jaqueline Elizabeth Balseca Castro

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)

j_balseca@epoch.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0001-8402-770X>

Jhoanna Gabriela Londo León

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)

jhoanna.londo@epoch.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0002-8502-441X>

Dedicatoria

Para mi hija Amada Adriana Vistin Chamba, Luz de mis días y fuerza de mis sueños. Qué cada página de esta obra lleve impreso el amor infinito que siento por ti.

Daniel Adrian Vistin Guamantaqui

A quienes son el motor de mi vida, a Enmita mi esposa amada, a mis hijas Pauli, Giane y Cris a mis adorados nietos Valentina, Dylan y Sebastián, mi inspiración. A mis estudiantes de pre y posgrado. A mis compañer@s de trabajo y amig@s por su constante motivación para emprender permanentemente en proyectos de investigación y desarrollo con enfoque sostenible.

Eduardo Antonio Muñoz Jácome

A mi querido ángel en el cielo, mi madre Teresa Castro, que con su amor eterno y su luz infinita sigue guiando cada paso de mi vida. Esta obra es un homenaje a su memoria y legado. (†)

Jaqueline Elizabeth Balseca Castro

Dedico este trabajo a Dios, por ser mi guía constante; a mis padres, Juan Londo y Janneth León, por su amor, confianza y enseñanzas; a mis hijas Heilie y Elenita, que son mi inspiración y fuerza de cada día; a mi esposo Patricio Muñoz, por su apoyo incondicional en mi día a día; al Dr. Ivan Ramos por su liderazgo, confianza y valioso respaldo durante este proceso, y a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por ser un privilegio para crecer académica y laboralmente en una institución comprometida con el conocimiento, la excelencia y el servicio.

Jhoanna Gabriela Londo León

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE TABLAS	14
GLOSARIO DE SIGLAS Y ABREVIATURAS	17
PRÓLOGO.....	19
INTRODUCCIÓN.....	22
CAPÍTULO I	25
DIAGNÓSTICO BIOGEOGRÁFICO DE LOS ECOSISTEMAS DE LA PARROQUIA QUIMIAG.	25
1.1 Levantamiento cartográfico temático de la parroquia.	25
1.2 Comunidades de la Parroquiag Quimiag.....	27
1.3 Descripción de las comunidades de la parroquia Quimiag.	29
1.3.1 Comunidad El Cortijo.	29
1.3.2 Comunidad Puculpala	29
1.3.3 Comunidad Balcashi	30
1.3.4 Comunidad Guntuz	30
1.3.5 Barrio Guzo Libre	31
1.3.6 Comunidad Guzo.....	31
1.3.7 Barrio San José de Llulluchi	32
1.3.8 Barrio El Batán.....	32
1.3.9 Cooperativa El Toldo	33
1.3.10 Barrio Loma de Quito	33
1.3.11 Barrio Guabulag San Antonio	34
1.3.12 Barrio Guabulag La Joya.....	34
1.3.13 Barrio Guabulag Alto	35

1.3.14 Barrio Cuncún.....	35
1.3.15 Comunidad Guazazo	36
1.3.16 Cooperativa Rumipamba.....	36
1.3.17 Barrio El Paraíso	37
1.3.18 Comunidad Río Blanco	37
1.3.19 Comunidad Tumba San Francisco.....	38
1.3.20 Comunidad Sizate	38
1.3.21 Comunidad Bayo.....	39
1.3.22 Comunidad Puelazo.....	39
1.3.23 Comunidad San Pedro de Iguazo	40
1.3.24 Comunidad Santa Ana de Zaguán.....	40
1.3.25 Comunidad Palacio San Francisco.....	41
1.3.26 Comunidad Chañag San Miguel.....	41
1.3.27 Comunidad Laguna San Martín	42
1.3.28 Comunidad Chical Pucará.....	42
1.3.29 Comunidad Verdepamba.....	43
1.4 Levantamiento cartográfico temático de la parroquia y determinar el uso actual del suelo.....	43
1.5 Determinar las áreas prioritarias de conservación dentro de los ecosistemas de la parroquia.....	46
1.6 Resultados	47
1.7 Ecosistemas.....	51
1.8 Ecosistemas de la parroquia Quimiag.....	54
1.9 Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes (AsMn01).	55
1.10 Arbustal siempreverde y Herbazal del páramo (AsSn01).....	58
1.11 Bosque siempreverde del páramo (BsSn01).....	61

1.12 Estratos diferenciados del Bosque siempreverde del páramo	63
1.12.1 Estrato arbóreo.	63
1.12.2 Estrato arbustivo-herbáceo.	63
1.13 Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn01).	64
1.13.1 Bosques de Clusia	66
1.13.2 Bosques enanos	67
1.14 Herbazal del páramo (HsSn02)	68
1.15 Herbazal de Bambusoideas	71
1.16 Herbazal húmedo montano alto superior del páramo (HsSn03).	72
1.17 Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del páramo (HsNn03). ...	75
1.18 Cuerpos de agua de la parroquia Quimiag	78
1.18.1 Ríos.	78
1.18.2 Lagunas.	79
1.19 Uso actual del suelo de la parroquia Quimiag.....	81
1.20 Cobertura vegetal y el cambio de uso de suelo.	82
1.21 Vegetación herbácea.	87
1.22 Vegetación arbustiva.	88
1.23 Vegetación arbustiva y herbácea del páramo.	90
1.24 Tierra agropecuaria.....	91
1.25 Área sin cobertura vegetal.....	92
1.26 Glaciar.	94
1.27 Cuerpo de agua natural.....	95
1.28 Bosque nativo.	96
1.29 Plantación forestal.	97
1.30 Zona antrópica, área poblada.	98

CAPÍTULO II.....	101
INVENTARIACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DE LOS COMPONENTES FLORA, FAUNA, CUANTIFICACIÓN DEL CARBONO ORGÁNICO TOTAL Y DETERMINACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA.....	101
2.1 Levantamiento de información sobre la flora en cada ecosistema.	101
2.2 Metodología.	103
2.3 Arbustal siempreverde montano del Norte de los Andes (AsMn01). .	104
2.4 Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo (AsSn01).....	106
2.5 Bosque siempreverde del Páramo (BsSn01).	107
2.6 Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn01).	109
2.7 Herbazal del Páramo (HsSn02).	110
2.8 Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo (HsSn03).	114
2.9 Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo (HsNn03)....	115
2.10 Levantamiento de información sobre la fauna en cada ecosistema...	118
2.11 Metodología.	120
2.12 Arbustal siempreverde montano del Norte de los Andes (AsMn01).	121
2.13 Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo (AsSn01).....	122
2.14 Bosque siempreverde del Páramo (BsSn01).	123
2.15 Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn01).	124
2.16 Herbazal del Páramo (HsSn02).	125
2.17 Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo (HsSn03).	126
2.18 Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo (HsNn03)..	126

2.19 Análisis del contenido de Carbono Orgánico Total en los ecosistemas de la parroquia Quimiag.....	127
2.20 Metodología.....	128
2.21 Método de laboratorio.....	130
2.22 Arbustal siempreverde montano del Norte de los Andes (AsMn01).	131
2.23 Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo (AsSn01).....	132
2.24 Bosque siempreverde del Páramo (BsSn01).....	134
2.25 Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn01).....	135
2.26 Herbazal del Páramo (HsSn02).....	137
2.27 Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo (HsSn03).....	138
2.28 Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo (HsNn03)..	140
2.29 Cuantificación del carbono orgánico total almacenado en el suelo de los ecosistemas.....	143
2.30 Metodología.....	145
2.31 Arbustal siempreverde montano del Norte de los Andes (AsMn01).	148
2.32 Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo (AsSn01).....	148
2.33 Bosque siempreverde del Páramo (BsSn01).....	149
2.34 Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn01).....	150
2.35 Herbazal del Páramo (HsSn02).....	151
2.36 Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo (HsSn03).....	152
2.37 Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo (HsNn03)..	153
2.38 Determinación de la oferta hídrica.....	154
2.39 Metodología.....	155
2.40 Arbustal siempreverde montano del Norte de los Andes (AsMn01).	157

2.41 Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo (AsSn01).....	159
2.42 Bosque siempreverde del Páramo (BsSn01).	161
2.43 Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn01).	163
2.44 Herbazal del Páramo (HsSn02).....	165
2.45 Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo (HsSn03).	167
2.46 Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo (HsNn03)..	169
2.47 Análisis de parámetros químicos del agua en los cauces de las microcuencas.....	172
2.48 Metodología.	173
2.49 Características del equipo de muestreo.	174
2.50 Fases de recolección de muestras de agua.....	174
2.51 Recomendaciones del muestreo de Calidad de Agua.....	176
2.52 Guía para la toma de muestras de agua	178
2.52.1 Tipos de muestras.....	178
2.52.2 Muestra Simple:	178
2.52.3 Limitaciones	179
2.53 Selección de técnicas de muestreo acorde a los objetivos del estudio:	179
2.53.1 Identificación de las muestras.	180
2.53.3 Muestras representativas en ríos:	180
2.53.4 Muestras representativas en redes de distribución:	180
2.54 Metodologías para el monitoreo de aguas.....	180
2.54.1 Preceptos para tener en cuenta durante el monitoreo	181
2.55 Generalidades de colecta, preservación y almacenamiento de muestras	182

2.55.1 Preservación de muestras	183
2.55.2 Adición de Reactivos Químicos:.....	183
2.55.3 Empleo de frío extremo:.....	183
2.56 Conservación utilizando frío moderado (4° C):	183
2.56.1 Precauciones Generales:.....	183
2.56.2 Asepsia:	184
2.56.3 Envases que utilizar:.....	184
2.57 Precauciones para evitar la contaminación de las muestras colectadas	184
2.58 Control de calidad en las operaciones de campo.....	186
2.58.1 Blanco de frasco:	186
2.58.2 Blanco de muestreadores:.....	187
2.58.3 Blanco de filtros:	187
2.58.5 Muestras duplicadas (alícuotas):	187
2.58.6 Muestras duplicadas en el tiempo:	188
2.59 Análisis de parámetros fisicoquímicos del agua del ecosistema Arbustal siempreverde montano del Norte de los Andes (AsMn01).	190
2.60 Análisis de parámetros químicos del agua del ecosistema Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo (AsSn01).....	192
2.61 Análisis de parámetros químicos del agua del ecosistema Bosque siempreverde del Páramo (BsSn01).	195
2.62 Análisis de parámetros químicos del agua del ecosistema Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn01).	197
2.63 Análisis de parámetros químicos del agua del ecosistema Herbazal del Páramo (HsSn02).	200

2.64 Análisis de parámetros químicos del agua del ecosistema Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo (HsSn03).....	203
2.65 Análisis de parámetros químicos del agua del ecosistema Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo (HsNn03).	205
CAPÍTULO III	208
VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS.....	208
3.1 Definir las áreas prioritarias de conservación dentro de los ecosistemas de la parroquia.....	208
3.2 Metodología.	212
3.3 Resultados.	217
3.4 Valoración de los servicios ecosistémicos de la parroquia	222
3.5 Métodos de Valoración.	228
3.6 Métodos basados en valores de mercado.	229
3.7 Métodos basados en preferencias reveladas.....	229
3.8 Costos Evitados (MCE).....	231
3.9 Métodos basados en preferencias declaradas.	231
3.10 Otros enfoques valoración económica.	233
3.11 Criterios para la valoración de servicios ecosistémicos.	233
3.12 Fases para la Valoración Económica Ambiental.....	234
3.13 Primera fase: Identificación y Caracterización	235
3.14 Segunda fase: Selección de la metodología de valoración.....	237
3.15 Tercera fase: Aplicación de la metodología de valoración y estimación del valor.....	238
3.16 Formulas y cálculos.....	240

3.17 Estimación de los servicios ecosistémicos con índices funcionales específicos	241
3.18 Métodos de valoración.	244
3.19 Servicios Ecosistémicos de la parroquia Quimiag.	244
3.20 Lineamientos de acción para la valoración de los servicios ecosistémicos.....	245
3.21 Análisis y priorización de los servicios ecosistémicos.....	247
3.22 Estado tendencias de los servicios ecosistémicos y los conflictos de interés	249
3.23 Análisis del marco institucional y constitucional.....	254

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Ubicación de las comunidades de la parroquia Quimiag 28
- Figura 2. Ubicación de la Parroquia Quimiag. 48
- Figura 3. Comunidad Verdepamba. 49
- Figura 4. Parroquia Quimiag y Parque Nacional Sangay. 50
- Figura 5. Parroquia Quimiag y Área Protegida PNS. 51
- Figura 6. Ecosistemas de la Parroquia Quimiag. 54
- Figura 7. Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes (AsMn01). 56
- Figura 8. Arbustal siempreverde y Herbazal del páramo (AsSn01). 58
- Figura 9. Bosque siempreverde del páramo (BsSn01). 61
- Figura 10. Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn01). 64
- Figura 11. Herbazal del Páramo (HsSn02). 68
- Figura 12. Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo (HsSn03). 72
- Figura 13. Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo (HsNn03). 75
- Figura 14. Uso de suelo de la Parroquia Quimiag. 86
- Figura 15. Vegetación Herbácea. 88
- Figura 16. Vegetación arbustiva. 89
- Figura 17. Vegetación arbustiva y herbácea, páramo. 91
- Figura 18. Tierra agropecuaria. 92
- Figura 19. Área sin cobertura vegetal. 93
- Figura 20. Glaciar 94
- Figura 21. Cuerpo de agua natural. 96
- Figura 22. Bosque nativo 97
- Figura 23. Plantación forestal. 98
- Figura 24. Zona antrópica, área poblada 99

- Figura 25. Red Carbono orgánico de la parroquia Quimiag. 129
- Figura 26. Red Carbono orgánico AsMn01. 131
- Figura 27. COT Arbustal siempreverde montano del Norte de los Andes (AsMn01). 132
- Figura 28. Red Carbono orgánico AsSn01. 133
- Figura 29. COT Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo (AsMn01). 133
- Figura 30. Red Carbono orgánico de BsSn01. 134
- Figura 31. COT Bosque siempreverde del Páramo (BsSn01). 135
- Figura 32. Red Carbono orgánico de BsAn01. 136
- Figura 33. COT Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn01). 136
- Figura 34. Red Carbono orgánico de HsSn02. 137
- Figura 35. COT Herbazal de páramo (HsSN02). 138
- Figura 36. Red Carbono orgánico de HsSn03. 139
- Figura 37. COT Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo (HsSn03). 140
- Figura 38. Red Carbono orgánico de HsNn03. 141
- Figura 39. Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo (HsNn03). 141
- Figura 40. Carbono orgánico total mínimo y máximo de los ecosistemas 142
- Figura 41. Curva carbono orgánico total promedio de los ecosistemas. 142
- Figura 42. Marcha analítica para la determinación de COT 146
- Figura 43. Carbono orgánico total de AsMn01. 148
- Figura 44. Carbono orgánico total de AsSn01. 149
- Figura 45. Carbono orgánico total de BsSn01. 150
- Figura 46. Carbono orgánico total de BsAn01. 151

- Figura 47. Carbono orgánico total de HsSn02. 152
- Figura 48. Carbono orgánico total de HsSn03. 153
- Figura 49. Carbono orgánico total de HsNn03. 154
- Figura 50. Isoyetas precipitación anual ecosistemas de la parroquia Quimiag. 156
- Figura 51. Isoyetas precipitación anual AsMn01. 157
- Figura 52. Isoyetas precipitación anual AsSn01. 159
- Figura 53. Isoyetas precipitación anual BsSn01. 161
- Figura 54. Isoyetas precipitación anual BsAn01. 163
- Figura 55. Isoyetas precipitación anual (HsSn02). 165
- Figura 56. Isoyetas precipitación anual (HsSn03). 167
- Figura 57. Isoyetas precipitación anual (HsNn03). 169
- Figura 58. Tabla resumen de la oferta hídrica por ecosistema. 170
- Figura 59. Análisis físico químico y microbiológico del ecosistema Arbustal siempreverde montano del Norte de los Andes (AsMn01). 192
- Figura 60. Análisis físico, químico y microbiológico del ecosistema Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo (AsSn01). 195
- Figura 61. Análisis físico químico y microbiológico del ecosistema Bosque siempreverde del Páramo (BsSn01). 197
- Figura 62. Análisis físico químico y microbiológico del ecosistema Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn01). 200
- Figura 63. Análisis físico químico y microbiológico del ecosistema Herbazal del Páramo (HsSn02). 202
- Figura 64. Análisis físico químico y microbiológico del ecosistema Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo (HsSn03). 204
- Figura 65. Análisis físico químico y microbiológico del ecosistema Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo (HsNn03). 206

Figura 66. Proceso metodológico propuesto para identificar áreas prioritarias de conservación. 216

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores diagnósticos Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes 57

Tabla 2. Factores diagnósticos Arbustal siempreverde y Herbazal del páramo 59

Tabla 3. Factores diagnósticos del Bosque siempreverde del páramo 61

Tabla 4. Factores diagnósticos del Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes 65

Tabla 5. Factores diagnósticos Herbazal del páramo 69

Tabla 6. Factores diagnósticos Herbazal húmedo montano alto superior del páramo 73

Tabla 7. Factores diagnósticos del Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del páramo 76

Tabla 8. Registro de especies representativas del ecosistema (AsMn01). 105

Tabla 9. Registro Especies representativas del ecosistema AsSn01 106

Tabla 10. Registro Especies representativas del ecosistema BsSn01 108

Tabla 11. Registro Especies representativas del ecosistema BsAn01 109

Tabla 12. Registro de especies en el ecosistema HsSn02 111

Tabla 13. Registro de especies en el ecosistema HsSn03 114

Tabla 14. Registro de especies identificadas en el ecosistema HsNn03. 116

Tabla 15. Registro de fauna en el ecosistema AsMn01 122

Tabla 16. Registro de fauna en el ecosistema AsSn01. 123

Tabla 17. Registro de fauna en el ecosistema BsSn01. 123

Tabla 18. Registro de fauna en el ecosistema BsAn01. 124

Tabla 19. Registro de fauna en el ecosistema HsSn02. 125

Tabla 20. Registro de fauna en el ecosistema HsSn03. 126

Tabla 21. Registro de fauna en el ecosistema HsNn03. 127

- Tabla 22. Determinación de la oferta hídrica del ecosistema Arbustal siempreverde montano del Norte de los Andes (AsMn01). 158
- Tabla 23. Determinación de la oferta hídrica del ecosistema Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo (AsSn01). 160
- Tabla 24. Determinación de la oferta hídrica del ecosistema Bosque siempreverde del Páramo (BsSn01). 162
- Tabla 25. Determinación de la oferta hídrica del ecosistema Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn01). 164
- Tabla 26. Determinación de la oferta hídrica del ecosistema Herbazal del Páramo (HsSn02). 166
- Tabla 27. Determinación de la oferta hídrica del ecosistema Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo (HsSn03). 168
- Tabla 28. Determinación de la oferta hídrica del ecosistema Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo (HsNn03). 170
- Tabla 29. Parámetros de análisis microbiológicos del agua. 188
- Tabla 30. Parámetros de análisis físicos del agua. 188
- Tabla 31. Parámetros de análisis químicos del agua. 189
- Tabla 32. Criterios utilizados en el análisis de prioridades ecológicas. 213
- Tabla 33. El método seleccionado para la identificación de áreas prioritarias 214
- Tabla 34. Clasificación de amenazas de las especies del ecosistema AsSn01 217
- Tabla 35. Clasificación de amenazas de las especies del ecosistema HsSn02. 219
- Tabla 36. Servicios ecosistémicos de bosques y posibles impactos por cambio de uso de suelo. 224

Tabla 37. Rasgos funcionales (RF), características ecológicas (CE) y medidas de los árboles relacionados con los servicios ecosistémicos. 243

Tabla 38. Análisis y priorización de los servicios ecosistémicos. 248

Tabla 39. Identificación del estado y tendencias de los SE y los conflictos de interés 250

Tabla 40. Compromisos o disyuntivas de los actores relacionados con los factores del Cambio. 254

Tabla 41. Análisis del marco institucional y constitucional. 256

Tabla 42. Matriz 5 - Incentivos económicos por servicios ecosistémicos 258

GLOSARIO DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
PDOT	Plan De Ordenamiento Territorial
VASEQUI	Valoración de los servicios ecosistémicos como mecanismo para la sostenibilidad y resiliencia de la biodiversidad de los ecosistemas de la parroquia Quimiag
AsMn01	Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes
AsSn01	Arbustal siempreverde y Herbazal del páramo
BsSn01	Bosque siempreverde del páramo
BsAn01	Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes
HsSn02	Herbazal del páramo
HsSn03	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo
HsNn03	Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del páramo
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
IGM	Instituto Geográfico Militar
UGI	Unión Geográfica Internacional
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
ANP	Áreas Naturales Protegidas
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
CONAF	Corporación Nacional Forestal
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización

COS	Carbono Orgánico del suelo
COT	Carbono Orgánico Total
PNS	Parque Nacional Sangay

PRÓLOGO

En un mundo donde la crisis ambiental y el cambio climático exigen respuestas urgentes y eficaces, los ecosistemas de páramo emergen como verdaderos bastiones de biodiversidad y servicios ecosistémicos fundamentales para la humanidad. La parroquia Quimiag, enclavada en los Andes ecuatorianos, es un testimonio vivo de la importancia ecológica y económica de estos entornos. En este contexto, el presente libro, titulado *Valoración de los servicios ecosistémicos como mecanismo para la sostenibilidad y resiliencia de la biodiversidad de los ecosistemas de páramo de la parroquia Quimiag, Ecuador*, ofrece una mirada integral sobre el valor de estos ecosistemas y su papel crucial en la mitigación del cambio climático y el bienestar humano.

El páramo es una de las regiones más frágiles y, al mismo tiempo, una de las más esenciales para la provisión de servicios ecosistémicos. Entre sus beneficios más destacados se encuentran la regulación del ciclo del agua, la captura de carbono, la conservación de la biodiversidad y la protección del suelo. Sin embargo, estos ecosistemas enfrentan presiones significativas derivadas de la actividad humana, incluyendo la expansión agropecuaria, la quema indiscriminada y el cambio climático. Ante esta realidad, la valoración de sus servicios no solo se convierte en una herramienta para su conservación, sino también en un mecanismo que permite articular estrategias de desarrollo sostenible.

Uno de los aspectos más relevantes abordados en esta obra es el impacto positivo que los páramos de Quimiag tienen sobre la flora y fauna locales. La biodiversidad de estos ecosistemas alberga una riqueza de especies adaptadas a condiciones extremas, muchas de ellas endémicas y en peligro de extinción. La conservación de esta biodiversidad es crucial para el equilibrio ecológico y el mantenimiento de los procesos

naturales que garantizan la resiliencia del ecosistema. A través de un análisis riguroso, este libro resalta la necesidad de implementar estrategias de manejo sostenible que protejan estas especies y sus hábitats, asegurando su permanencia para las futuras generaciones.

Otro eje fundamental de esta investigación es el estudio del carbono orgánico del suelo, un indicador clave del papel del páramo en la captura y almacenamiento de carbono. Con una superficie de 13.610 hectáreas, los páramos de Quimiag representan una reserva natural de carbono que podría ser aprovechada en el mercado de bonos de carbono. La posibilidad de comercializar estos bonos ofrece una oportunidad única para financiar iniciativas de conservación y restauración ecológica, convirtiendo la protección ambiental en una estrategia económica viable para las comunidades locales. La monetización de los servicios ecosistémicos a través de estos mecanismos financieros podría transformar la percepción de los páramos, de simples terrenos de uso tradicional a activos estratégicos en la lucha contra el cambio climático.

Además, este libro enfatiza la relevancia del páramo en la oferta hídrica de la región. Los páramos actúan como verdaderas esponjas naturales que regulan el flujo de agua, garantizando el suministro a las comunidades locales y a ecosistemas más bajos. La pérdida de esta capacidad reguladora tendría efectos devastadores en la seguridad hídrica, con implicaciones directas en la agricultura, el abastecimiento humano y la estabilidad de los ecosistemas. La protección de los páramos no solo es una cuestión ecológica, sino también una prioridad para la seguridad y el desarrollo sostenible.

El abordaje de estos temas en el presente libro no solo se fundamenta en rigurosos estudios científicos, sino que también está impulsado por la urgencia de generar conciencia y promover acciones concretas. La

investigación aquí presentada sienta las bases para el diseño de políticas públicas, la gestión de recursos naturales y la implementación de estrategias de desarrollo sustentable que permitan compatibilizar la conservación con el bienestar de las comunidades locales.

Este libro es, por lo tanto, una contribución valiosa para investigadores, académicos, formuladores de políticas y cualquier persona interesada en la sostenibilidad de los páramos. Su lectura nos invita a reflexionar sobre la interconexión entre la naturaleza y la sociedad, y sobre la necesidad de adoptar medidas que aseguren la permanencia de estos ecosistemas en un mundo en constante transformación. La parroquia de Quimiag es solo un ejemplo de la riqueza y el potencial de los páramos ecuatorianos; sin embargo, su conservación depende de nuestra acción y compromiso.

En tiempos de crisis ambiental, reconocer el valor de los servicios ecosistémicos es dar un paso firme hacia un futuro más sostenible y resiliente. Que este libro sea una guía y una inspiración para todos aquellos que buscan soluciones basadas en la naturaleza y en el conocimiento científico para proteger nuestro patrimonio natural.

INTRODUCCIÓN

La valoración de los servicios ecosistémicos se ha convertido en una herramienta esencial para comprender y promover la sostenibilidad de los entornos naturales. En el contexto de la parroquia Quimiag, localizada en la región andina del Ecuador, los ecosistemas de páramo desempeñan un papel fundamental en la regulación climática, el almacenamiento de carbono y la provisión de recursos hídricos. No obstante, estos ecosistemas se encuentran bajo una creciente presión debido a factores como el cambio climático, la expansión de actividades agropecuarias y la degradación del suelo. En este contexto, el presente libro *Valoración de los servicios ecosistémicos como mecanismo para la sostenibilidad y resiliencia de la biodiversidad de los ecosistemas de páramo de la parroquia Quimiag, Ecuador* ofrece un análisis detallado de la situación actual de los siete ecosistemas de la parroquia, enfocándose en la biodiversidad vegetal, el contenido de carbono orgánico en el suelo y la oferta hídrica.

El estudio abarca un territorio de 13.610 hectáreas, donde la interacción entre el medio físico y biótico configura un paisaje de gran importancia ecológica. La metodología aplicada combina herramientas de análisis espacial, trabajo de campo y revisión bibliográfica, permitiendo una evaluación integral de los beneficios que estos ecosistemas ofrecen tanto a la biodiversidad como a las comunidades locales.

En primer lugar, la caracterización de la flora de estos ecosistemas ha permitido identificar especies clave que contribuyen a la estabilidad del páramo. Muchas de estas especies desempeñan funciones ecológicas esenciales, como la retención de humedad, la fijación de carbono y la generación de hábitats para la fauna. El mantenimiento de la biodiversidad vegetal es, por lo tanto, un pilar fundamental para la

resiliencia de estos ecosistemas, ya que la alteración de la cobertura vegetal podría desencadenar procesos de degradación irreversibles.

Otro aspecto clave de este estudio es la evaluación del carbono orgánico del suelo, un indicador de la capacidad del páramo para actuar como sumidero de carbono. Los suelos de estos ecosistemas poseen una alta capacidad de almacenamiento de carbono debido a sus características físicoquímicas, lo que los convierte en aliados esenciales en la mitigación del cambio climático. Sin embargo, la alteración de los patrones de uso del suelo podría comprometer esta función, liberando grandes cantidades de carbono a la atmósfera y contribuyendo al calentamiento global. Por ello, el estudio subraya la importancia de implementar estrategias de manejo sostenible que permitan conservar y restaurar la calidad de estos suelos.

La oferta hídrica es otro de los ejes de análisis de este libro, dado que los páramos de la parroquia Quimiag representan una fuente vital de agua para los ecosistemas circundantes y para las comunidades locales. Estos ecosistemas actúan como reguladores naturales del ciclo hídrico, almacenando y liberando agua de manera gradual. La pérdida de la capacidad de retención hídrica podría generar efectos negativos en la disponibilidad de agua potable y en la actividad agrícola, afectando la seguridad hídrica de la región. A través de mediciones detalladas y modelizaciones hidrológicas, esta investigación proporciona información clave para el diseño de estrategias de conservación y uso eficiente del recurso hídrico.

Uno de los aportes más relevantes de este libro radica en su enfoque hacia la resiliencia de los ecosistemas de páramo. La resiliencia ecológica se define como la capacidad de un ecosistema para resistir y recuperarse de perturbaciones, manteniendo su funcionalidad y servicios ecosistémicos.

La información presentada aquí permite identificar los principales factores que influyen en la capacidad de resiliencia de los páramos de Quimiag y sugiere estrategias para fortalecer su conservación en el contexto del cambio global.

El análisis de los siete ecosistemas de la parroquia Quimiag no solo permite entender la dinámica ecológica de la región, sino también contribuir con información valiosa para la toma de decisiones en materia de políticas públicas y gestión ambiental. En este sentido, el presente libro busca servir como una herramienta de referencia para investigadores, académicos, técnicos en conservación y formuladores de políticas, brindando una visión clara sobre la necesidad de proteger estos ecosistemas y garantizar su funcionalidad a largo plazo.

En síntesis, la parroquia Quimiag alberga un patrimonio natural invaluable que, si es gestionado de manera adecuada, puede convertirse en un modelo de sostenibilidad y resiliencia en los Andes ecuatorianos. La información contenida en este libro no solo resalta la importancia de los páramos como proveedores de servicios ecosistémicos esenciales, sino que también enfatiza la urgencia de implementar estrategias de conservación y restauración para asegurar su viabilidad en el futuro. La valoración de estos ecosistemas es, en definitiva, un paso fundamental hacia la construcción de un modelo de desarrollo que equilibre la preservación ambiental con el bienestar humano

CAPÍTULO I

Diagnóstico biogeográfico de los ecosistemas de la parroquia Quimiag

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO BIOGEOGRÁFICO DE LOS ECOSISTEMAS DE LA PARROQUIA QUIMIAG.

1.1 Levantamiento cartográfico temático de la parroquia.

Al hablar de ecosistemas se considera y se toma en cuenta la distribución de los organismos, al igual que la composición de las especies, es decir que su estructura es cambiante con el paso del tiempo, las plantas y animales presentes interactúan de manera que forman entidades integradas y dinámicas como respuesta a las gradientes ambientales en las que se encuentran, el objetivo de la identificación de los ecosistemas es para entender el funcionamiento de los seres vivos y el medio ambiente en que se localizan (Maass & Martínez Yrizar, 2009, pág. 18)

Actualmente la evaluación de los ecosistemas es de gran relevancia, permitiéndonos estudiar, valorar y comunicar de manera veraz el estado en el que se encuentran, al mismo tiempo se identifica y delimita el tipo de ecosistemas, con ello se hace más fácil identificar la clase de seres vivos que se desarrollan en un mismo lugar y que pueden ocupar escalas espaciales completamente diferentes, encontrando especies de distribución restringida hasta animales o plantas de distribución continental, igualmente sucede con el medio físico, pues algunas condiciones tienen ocurrencia particular en un área pequeña mientras otras pueden extenderse regionalmente. Desde esta perspectiva, existe un sinnúmero de componentes actuando a escalas muy diferentes que dificultan identificar clara y naturalmente la unidad, si bien, en algunos casos, se presentan elementos conspicuos que parecen separar unidades más o menos claras (un bosque de un lago, por ejemplo, o de un páramo),

no siempre es así y entra a mediar la subjetividad con la que un observador decida cuáles serán los componentes que prevalecerán en la delimitación de cada unidad, en lugar de ser discriminables naturalmente (Armenteras, y otros, 2016, pág. 84)

La clasificación ecológica de la parroquia Químiag de acuerdo con el Ministerio del Ambiente (2014), mencionado en (Chiquito, 2017), cuenta con el ecosistema Bosque Seco Montano – Bajo (b.s.M.B.), que lo comparte con Guaslán, Penipe, Químiag, Punín, Pungala, Calpi, curso medio del Río Chimbo y Pangor, partes altas de Pallatanga hacia el monte Calubí y Pistishi. Cubre un área de 814.405 Ha, así mismo los suelos son derivados de materiales volcánicos, principalmente cenizas, productos de la desintegración y meteorización de la cangagua

Para un mejor entendimiento de la valoración de la biodiversidad, tomaremos como punto de partida el análisis de ecosistemas como el elemento de estructura de la biodiversidad. Por ejemplo, el ecosistema páramo es de gran importancia porque se genera y acumula el agua que sirve para riego, consumo humano, producción de energía, etc. Una vez definido el concepto de ecosistema, se debe explicar el concepto de manejo, en donde, la importancia del manejo radica precisamente en su efectividad para conservar los diferentes elementos de la biodiversidad y asegurar su uso sustentable, vemos que cuando este conjunto de elementos que conforman un ecosistema se encuentra amenazados o se encuentra en peligro de desaparición, se los considera como ecosistemas frágiles, el Ecuador cuenta con algunas leyes ambientales, sobre la tierra, el agua, organización social, además casi todos los pueblos indígenas tienen sus regulaciones internas, lamentablemente, la interpretación y el desconocimiento de estas normas han provocado problemas, injusticias

y conflictos que agudizan la tensión social de la zona (García , Varillas , Falconí, & ECOLEX, 2007).

Mediante este estudio se pretende cuantificar los servicios ecosistémicos que son generados por los ambientes que posee la parroquia Quimiag los cuales hasta la actualidad no ha sido valorizados económicamente ya que al generar esta información crucial serviría como un mecanismo para la sostenibilidad ecológica de sus ecosistemas permitiendo conservar su biodiversidad y al mismo tiempo salvaguardar estos imprescindibles servicios.

Esta importante contribución dirigida a la sostenibilidad del medio ambiente se desarrolla durante los años 2022 y 2023 gracias al apoyo de las autoridades de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Quimiag que apoyados en investigadores de la facultad de Recursos Naturales, técnicos del GAD Quimiag, líderes comunales y técnicos del Ministerio del Ambiente y Agua acoplando conocimientos hacen posible que una nueva herramienta se pueda viabilizar en favor de la biodiversidad y de las comunidades que se encuentran dentro de la parroquia.

1.2 Comunidades de la Parroquia Quimiag.

En la parroquia de Quimiag la población reconoce cuatro sectores principales, el sector norte, sur, parte baja y centro, en su conjunto están conformados por 31 asentamientos humanos, entre cooperativas, barrios y comunidades Figura 1, existen también asociaciones de productores y haciendas. En el sector norte de la parroquia existe un sector conocido como Chiniloma, el mismo que presenta un conflicto de pertenencia con el cantón Chambo y la Parroquia de Quimiag, de la misma manera en el

sector norte en la zona del Nevado Altar, existen haciendas que están dentro del límite territorial de la Parroquia de Quimiag, pero que sus propietarios realizan sus diligencias en el cantón Penipe en la parroquia de la Candelaria por tener una mayor cercanía a los mismos (PDOT, 2019-2023).

Figura 1. Ubicación de las comunidades de la parroquia Quimiag



Fuente: Los autores

1.3 Descripción de las comunidades de la parroquia Quimiag.

1.3.1 Comunidad El Cortijo.



Fuente: Los autores

La Comunidad El Cortijo está ubicado en el sector sur de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 170.1 ha, y se ha contabilizado una población de 68 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.2 Comunidad Puculpala



Fuente: Los autores

La Comunidad Puculpala está ubicada en el sector Sur de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 816,73 ha, y se ha contabilizado una población de 345 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.3 Comunidad Balcashi



Fuente: Los autores

La Comunidad Balcashi está ubicada en el sector Sur de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 987,7 ha, y se ha contabilizado una población de 512 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.4 Comunidad Guntuz



Fuente: Los autores

La Comunidad Guntuz está ubicada en el sector Sur de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 428,00 ha, y se ha contabilizado una población de 410 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.5 Barrio Guzo Libre



Fuente: Los autores

La Comunidad Guzo Libre está ubicada en el sector Sur de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 43,75 ha, y se ha contabilizado una población de 132 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.6 Comunidad Guzo



Fuente: Los autores

La Comunidad Guzo está ubicada en el sector Sur de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 105.23 ha, y se ha contabilizado una población de 132 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.7 Barrio San José de Llulluchi



Fuente: Los autores

El Barrio San José de Llulluchi está ubicada en el sector Centro de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 81,4 ha, y se ha contabilizado una población de 124 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.8 Barrio El Batán



Fuente: Los autores

El Barrio El Batán está ubicada en el sector Centro de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 95,42 ha, y se ha contabilizado una población de 41 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.9 Cooperativa El Toldo



Fuente: Los autores

La Cooperativa El Toldo está ubicada en el sector Centro de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 938,07 ha, y se ha contabilizado una población de 103 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.10 Barrio Loma de Quito



Fuente: Los autores

El Barrio Loma de Quito está ubicada en el sector Centro de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 40,55 ha, y se ha contabilizado una población de 97 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.11 Barrio Guabulag San Antonio



Fuente: Los autores

El Barrio Guabulag San Antonio está ubicada en el sector Centro de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 17,52 ha, y se ha contabilizado una población de 67 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.12 Barrio Guabulag La Joya



Fuente: Los autores

El Barrio Guabulag La Joya está ubicada en el sector Centro de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 34,05 ha, y se ha contabilizado una población de 164 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.13 Barrio Guabulag Alto



Fuente: Los autores

El Barrio Guabulag Alto está ubicada en el sector Centro de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 89,71 ha, y se ha contabilizado una población de 63 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.14 Barrio Cuncún.



Fuente: Los autores

El Barrio Cuncún está ubicada en el sector Centro de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 89,69 ha, y se ha contabilizado una población de 79 habitantes (PDOT, 2019-2023)

1.3.15 Comunidad Guazazo



Fuente: Los autores

La comunidad Guazazo está ubicada en el sector Bajo de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 170,22 ha, y se ha contabilizado una población de 121 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.16 Cooperativa Rumipamba



Fuente: Los autores

La Cooperativa Rumipamba está ubicada en el sector Bajo de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 19,03 ha, y se ha contabilizado una población de 63 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.17 Barrio El Paraíso



Fuente: Los autores

El Barrio El Paraíso está ubicada en el sector Bajo de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 85,13 ha, y se ha contabilizado una población de 42 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.18 Comunidad Río Blanco



Fuente: Los autores

La Comunidad Río Blanco está ubicada en el sector Sur de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 775,24 ha, y

se ha contabilizado una población de 109 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.19 Comunidad Tumba San Francisco.



Fuente: Los autores

La Comunidad Tumba San Francisco está ubicada en el sector Bajo de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 112,61 ha, y se ha contabilizado una población de 164 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.20 Comunidad Sizate



Fuente: Los autores

La Comunidad Bayo está ubicada en el sector Sur de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 125,8 ha, y se ha contabilizado una población de 101 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.21 Comunidad Bayo



Fuente: Los autores

La Comunidad Bayo está ubicada en el sector Sur de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 125,8 ha, y se ha contabilizado una población de 101 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.22 Comunidad Puelazo



Fuente: Los autores

La Comunidad Puelazo está ubicada en el sector Norte de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 345,19 ha, y se ha contabilizado una población de 264 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.23 Comunidad San Pedro de Iguazo



Fuente: Los autores

La Comunidad San Pedro de Iguazo está ubicada en el sector Norte de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 176,45 ha, y se ha contabilizado una población de 130 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.24 Comunidad Santa Ana de Zaguán.



Fuente: Los autores

La Comunidad Santa Ana de Zaguán está ubicada en el sector Norte de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 543,86 ha, y se ha contabilizado una población de 250 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.25 Comunidad Palacio San Francisco.



Fuente: Los autores

La Comunidad Palacio San Francisco está ubicada en el sector Norte de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 296,25 ha, y se ha contabilizado una población de 290 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.26 Comunidad Chañag San Miguel.



Fuente: Los autores

La Comunidad Chañag San Miguel está ubicada en el sector Norte de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 205,7 ha, y se ha contabilizado una población de 206 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.27 Comunidad Laguna San Martín



Fuente: Los autores

La Comunidad Laguna San Martín está ubicada en el sector Norte de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 89,87 ha, y se ha contabilizado una población de 183 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.28 Comunidad Chical Pucará



Fuente: Los autores

La Comunidad Chical Pucará está ubicada en el sector Norte de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 1219,08 ha, y se ha contabilizado una población de 163 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.3.29 Comunidad Verdepamba



Fuente: Los autores

La Comunidad Verdepamba está ubicada en el sector Norte de la parroquia Quimiag, la cual se encuentra ocupando una superficie de 314,91 ha, y se ha contabilizado una población de 169 habitantes (PDOT, 2019-2023).

1.4 Levantamiento cartográfico temático de la parroquia y determinar el uso actual del suelo.

Caracterizar la distribución espacial de ecosistemas requiere un proceso que traduzca relaciones entre comunidades bióticas, factores biofísicos y procesos ecosistémicos que definen su ocurrencia en un territorio determinado, de forma general, esto requiere establecer un modelo donde la variable de respuesta es la distribución de unidades discretas pertenecientes a distintos tipos de ecosistemas (Austin, 2002).

De forma óptima, las variables independientes deberían representar la distribución espacial de factores directamente relacionados con la ecología básica de las especies que constituyen los ecosistemas caracterizados tales como la temperatura, concentraciones de nutrientes, disponibilidad de agua, entre otros, pero para disponer de una caracterización acorde con la realidad es necesario contar con información a detalle y actualizada de absolutamente todos los factores biofísicos que ocurren en un territorio determinado, de igual forma, dichas variables deberían representar procesos ecosistémicos (regímenes de fuego, inundaciones) que juegan un papel sustancial en el mantenimiento de las comunidades bióticas. En la práctica, limitaciones en disponibilidad de información, especialmente para áreas extensas, requieren la utilización de variables que representan indirectamente estos factores y procesos (Austin, 2002).

Para el modelo de representación cartográfica de los ecosistemas establecidos por el (MAE, Metodología para la Representación Cartográfica de los Ecosistemas del Ecuador, 2012), que se aplicó se toma en cuenta dos lineamientos metodológicos:

El primero constituye una caracterización de la distribución de comunidades de vegetación en campo mediante el uso de protocolos que permiten realizar comparaciones sistemáticas sobre la estructura y composición de la flora, es decir que en este proceso, se combina un trabajo de levantamiento de información primaria en campo y posterior a esto un procesamiento y análisis de los datos con la finalidad de determinar la ocurrencia de distintas comunidades y su vinculación con las variables biofísicas utilizando métodos estadísticos que luego permiten extrapolar espacialmente la distribución de dichas

comunidades en lugares donde no se disponen de datos en campo tomado de Pickett and Cadenasso (2002) de (MAE, Metodología para la Representación Cartográfica de los Ecosistemas del Ecuador, 2012).

El segundo camino metodológico toma un enfoque más deductivo que parte de una estratificación de factores biofísicos para generar un conjunto de unidades discretas, en donde estas unidades se relacionan con la distribución de ecosistemas para generar un mapa según (Sayre, Comer, Warne, & Cress, 2009), (MAE, Metodología para la Representación Cartográfica de los Ecosistemas del Ecuador, 2012). El supuesto básico detrás de este enfoque es que la distribución de los ecosistemas varía espacialmente con la distribución geográfica de sus componentes estructurales (bioclima, geoforma).

En la presente metodología se integra un enfoque deductivo, es decir un modelo de representación de ecosistemas basado en un conjunto de factores biofísicos, con información de campo que caracteriza la composición y estructura de los ecosistemas existentes en la parroquia, de esta forma el modelo de representación descrito en esta sección junto con el documento del sistema de clasificación de ecosistemas del Ecuador se vincula empíricamente para comprobar la hipótesis de la influencia de distintos factores biofísicos sobre la distribución de la biodiversidad a escala de ecosistemas. En esta sección se especifican conceptualmente los factores diagnósticos propuestos para el modelo de representación de ecosistemas para el Ecuador continental y se establecen los elementos metodológicos necesarios para su representación espacial y su integración a nivel nacional de estos importantes ecosistemas presentes en la parroquia.

1.5 Determinar las áreas prioritarias de conservación dentro de los ecosistemas de la parroquia

Las metodologías para identificar áreas prioritarias para la conservación tienen diferentes aproximaciones, desde las meramente intuitivas o cualitativas hasta las analíticas cuantitativas (SEMARNAT, 2006), por lo que la investigación se centra, fundamentalmente, en el desarrollo de métodos y modelos cuantitativos específicos para la conservación de la biodiversidad (Ceballos, y otros, 2009), considerando también que dentro de estos se encuentra uno de los servicios ecosistémicos más importantes que es proteger y que a la vez se conservan otros servicios ambientales relacionados.

Los métodos cualitativos también se deben contemplar ya que estos se basan principalmente en análisis simples y se definen, en gran medida, por el juicio de expertos. Desde el punto de vista histórico, estos métodos se han utilizado para la selección de áreas naturales protegidas y prioritarias (SEMARNAT, 2006); se utilizan además criterios como el valor escénico del paisaje, los usos recreativos, la presencia o ausencia de aprovechamientos forestales o la disponibilidad del terreno (Chávez, González, & Hernández, 2014). Estos métodos igualmente se consideran simples, rápidos, fáciles de aplicar y de costo bajo en comparación con los de tipo cuantitativo, sin embargo, dado el carácter subjetivo que cada experto utiliza para la definición de las áreas, los resultados pueden volverse irrepetibles e inconsistentes (SEMARNAT, 2006).

Además, presentan gran incertidumbre y un margen de error elevado en las delimitaciones de las áreas prioritarias, por lo tanto, ante la crisis ambiental actual y la necesidad de alcanzar una mayor precisión en los estudios, es indispensable que las áreas prioritarias sean identificadas a

través de métodos más exactos o cuantitativos (Pedraza, 2008); por ello, en la presente revisión no se soslaya el análisis de las metodologías cualitativas.

Mientras que los métodos cuantitativos reducen la incertidumbre y la inconsistencia de los resultados mediante diferentes aproximaciones estadísticas; además es factible ejecutar análisis cuantitativos de la información biofísica del área de interés, con el apoyo de la estadística espacial se pueden generar modelos predictivos de los fenómenos, a diferentes escalas espacio-temporales, de esta manera, una característica básica de los métodos cuantitativos es la utilización de modelos espaciales estadísticos y de optimización para el procesamiento de sus criterios, aunque también integran en su proceso metodológico técnicas cualitativas como la realización de talleres locales, la aplicación de encuestas; y la consulta a expertos, entre otros (Pedraza, 2008).

1.6 Resultados

Los ecosistemas frágiles son considerados aquellos cuyas condiciones de vida están muy cerca o en los límites de tolerancia a los impactos naturales o antrópicos y que corren riesgo de destrucción a causa de sus características biofísicas, balanceadas por muchos factores (clima, suelos, agua, biodiversidad, geomorfología) y sus funciones combinadas, su cercanía a regiones densamente pobladas y pobres, su riqueza en determinados recursos valiosos Figura 2 (Llerena, y otros, 2010).

Al igual que la mayoría de bosques nublados de montaña del trópico son considerados ecosistemas muy frágiles porque juegan un papel hidrológico y ecológico muy importante y se están convirtiendo en uno de los ecosistemas más amenazados por su rápida colonización y su

relativamente escasa extensión forestal, por lo que muchas instituciones y órganos de decisión todavía no tienen conciencia de las graves consecuencias de la desaparición de estos bosques, cuya deforestación puede desencadenar procesos erosivos realmente catastróficos (Llerena, y otros, 2010).

Además del peligro de erosión y de su importante función como reguladores hidrológicos, hay varios argumentos a favor de los bosques nublados de montaña que ameritan su protección, investigación, adecuada gestión y la difusión de su valor y potencial para la sociedad en general y para las poblaciones que dependen de ellos en particular (Llerena, y otros, 2010).

Figura 2. Ubicación de la Parroquia Quimiag.



Fuente: Los autores

La parroquia Quimiag se encuentra ubicada en la provincia de Chimborazo, en el cantón Riobamba, cuenta con una extensión de 13 610 ha, distribuidas en formaciones de páramo, pastos y cultivos, incluidas zonas de vegetación arbustiva, zonas de rivera de río, zonas pobladas, zonas de afloramiento rocoso, bosque plantado, bosque natural, cuerpo de agua y áreas de conservación Figura 3 (PDOT, 2019-2023).

Figura 3. Comunidad Verdepamba.



Fuente: Los autores

El área de estudio está delimitado geográficamente al norte con el cantón Penipe, separado por el río Blanco que nace de los deshielos de los Altares, al sur con el cantón Chambo por la quebrada Llucud, al este con la Provincia de Morona Santiago, cantón Guamboya, específicamente con la parroquia Pablo VI (PDOT, 2019-2023), y al oeste con la parroquia Cubijes Figura 4.

Se debe mencionar que la parroquia Quimiag es colindante con el Área protegida denominada Parque Nacional Sangay, mismo que posee una gran relevancia biológica, ecológica y cultural, ocupando una extensión de 502,067 ha del territorio nacional, se extiende por la Cordillera Oriental de los Andes por lo que se pueden encontrar una variedad de ecosistemas (ECOLAP & MAE, 2007).

Figura 4. Parroquia Quimiag y Parque Nacional Sangay.



Fuente: Los autores

El parque Nacional Sangay, se encuentra dentro de la parroquia Quimiag, ocupando una superficie de 0,47 ha, ubicadas específicamente al Este del área de estudio Figura 4, en una Hacienda privada y en la Asociación Zoila Martínez, en la figura se aprecia de manera cercana el área que ocupa la reserva en tres secciones Figura 5.

Figura 5. Parroquia Quimiag y Área Protegida PNS.



Fuente: Los autores

1.7 Ecosistemas.

Los ecosistemas en un principio solo se consideraban como un dominio de intercambios de energía, a través del tiempo se ha derivado el concepto del mismo desde su sentido original en diferentes acepciones y significados parciales, y ha existido confusiones por los diferentes puntos de vista ambientalistas y ecosistémicos, o al hablar acerca de ecosistemas naturales y humanos diferenciando unos de otros, al mismo tiempo para la mayoría de ecólogos el termino ecosistema, en lugar de constituir un concepto integrador, se ha transformado en un objeto

externo denotando las entidades que existen dentro de la naturaleza independientemente de sus funciones (Malpartida & Lavanderos, 1995).

La biodiversidad es la variabilidad dentro de una naturaleza viviente, expresada en niveles de organización biológica como son genes, especies, poblaciones, comunidades o ecosistemas que están ubicadas en una porción geográfica del territorio, ya sea una localidad, una región o país, para identificar la biodiversidad es necesario realizar un inventario, mediante este permitirá conocer la representación del capital natural, también conocido como biodiversidad, el estado en el que se encuentra y las posibilidades para utilizarlo sosteniblemente. Inicialmente se han seleccionado cinco ejes temáticos que constan de vegetación, flora, fauna, clima, de los cuales se recolecta información actualizada y generar bases de datos taxonómicos con la finalidad de identificar, caracterizar y definir el tipo de ecosistema al que pertenece (Rangel, 2015), la importancia de la identificación de los ecosistemas radica como entidades de estudio permiten entender la dinámica mutua entre los aspectos físicos y bióticos (Malpartida & Lavanderos, 1995)

En el Ecuador existen diversas formaciones naturales identificadas en la región Costa en la subregión Norte encontramos ecosistemas como Manglar, Bosque siempreverde inundable de tierras bajas, Bosque siempreverde de tierras bajas, Bosque semideciduo de tierras bajas, Matorral seco de tierras bajas, Herbazal lacustre de tierras bajas, Bosque siempreverde piemontano, Bosque siempreverde piemontano, en la subregión Centro encontramos ecosistemas como Manglar, Bosque siempreverde de tierras bajas, Bosque semideciduo de tierras bajas, Bosque deciduo de tierras bajas, Sabana, Matorral seco de tierras bajas, Matorral seco litoral, Espinar litoral, Herbazal lacustre de tierras bajas,

Herbazal ribereño de tierras bajas, Bosque siempreverde piemontano, Bosque siempreverde piemontano, Bosque de neblina montano bajo, Bosque semideciduo piemontano, en la subregión Sur encontramos ecosistemas Manglar, Bosque deciduo de tierras bajas, Matorral seco de tierras bajas, Espinar litoral, Sabana, Bosque siempreverde piemontano, Bosque semideciduo piemontano (de la Torre, Navarrete, Muriel, Macía, & Balslev, 2008).

En la región Sierra en la subregión Norte y Centro se pueden encuentran ecosistemas como Matorral húmedo montano, Matorral seco montano, Espinar seco montano, Bosque siempreverde montano bajo, Bosque de neblina montano, Bosque siempreverde montano alto, Páramo herbáceo, Páramo de frailejones, Páramo seco, Gelidofitia, Herbazal lacustre montano, Bosque siempreverde montano bajo, Bosque de neblina montano, Bosque siempreverde montano alto, Páramo herbáceo, Páramo de frailejones, Páramo de almohadillas, en la subregión Sur encontramos ecosistemas como Gelidofitia, Herbazal lacustre montano alto, Matorral húmedo montano, Matorral seco montano, Espinar seco montano, Páramo herbáceo, Bosque siempreverde montano bajo, Bosque de neblina montano, Bosque siempreverde montano alto, Matorral húmedo montano bajo, Páramo arbustivo, Herbazal lacustre montano (de la Torre, Navarrete, Muriel, Macía, & Balslev, 2008).

En la región Amazonía en la subregión Norte y Centro encontramos ecosistemas como Bosque siempreverde de tierras bajas, Bosque siempreverde de tierras bajas inundable por aguas blancas, Bosque siempreverde de tierras bajas inundable por aguas negras, Bosque inundable de palmas de tierras bajas, Herbazal lacustre de tierras bajas, Bosque siempreverde piemontano, Bosque siempreverde montano bajo,

Matorral húmedo montano bajo, en la subregión Sur encontramos ecosistemas como Bosque siempreverde de tierras bajas, Bosque siempreverde piemontano, Matorral húmedo montano bajo (de la Torre, Navarrete, Muriel, Macía, & Balslev, 2008).

1.8 Ecosistemas de la parroquia Quimiag.

Mediante el cruce de shapes del Ministerio del Ambiente se identificó que en la parroquia Quimiag existen siete ecosistemas, por sus diferentes características se denominó a los ecosistemas Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes Figura 6 (AsMn01), Arbustal siempreverde y Herbazal del páramo (AsSn01), Bosque siempreverde del páramo (BsSn01), Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn01), Herbazal del páramo (HsSn02), Herbazal húmedo montano alto superior del páramo (HsSn03) y Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del páramo (HsNn03).

Figura 6. Ecosistemas de la Parroquia Quimiag.



Fuente: Los autores

Para un mejor entendimiento de los ecosistemas encontrados en la parroquia Quimiag, a continuación, se describen las características de cada uno de los hábitats y la localización de estos que se encuentran en las diferentes comunidades de la zona de estudio.

1.9 Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes (AsMn01).

El ecosistema en mención para su categorización se debe considerar la diversidad florística mediante análisis de la composición florística, permitiendo tener un bagaje de conocimiento de las especies y su rol ecológico, por lo que se desarrolla una comprensión hacia el uso adecuado de la biodiversidad Figura 7 (Curipoma, Argüello, & Pérez, 2021).

Tabla 1. Factores diagnósticos Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes

Factor	Descripción
Fisonomía	Arbustiva y herbácea
Bioclima	Pluviestacional, Ombrotipo (Io): húmedo
Biogeografía	Región: Andes, Provincia: Andes del Norte
Fenología	Siempreverde
Piso bioclimático	Montano (2000-3100 msnm), Termotipos (It): mesotropical
Geoforma	Relieve general: De montaña, Macrorelieve: Cordillera, Valle Glaciar, Mesorelieve Relieve, Montañoso, Terrazas, Llanura subglaciar
Inundabilidad general	Régimen de Inundación: no inundable

Fuente: VASEQUI, 2024

Se denomina a este ecosistema como discontinuo Tabla 1, se encuentra ubicado en quebradas y áreas de difícil acceso con pendientes de hasta 60°, se localiza en las vertientes internas y laderas occidentales montañosas húmedas de la cordillera de los Andes, caracterizada por estar compuesta de vegetación sucesional, donde los bosques montanos han sido sustituidos por cultivos entre los cuales quedan estos remanentes formados por una vegetación arbustiva alta de dosel muy abierto de aproximadamente 5 m y sotobosque arbustivo hasta 2 m, está compuesta de un conjunto característico de especies andinas, entre ellas algunas espinosas. La composición florística no muestra diferencias entre las especies arbustales montanos de la cordillera oriental y los de

la cordillera occidental de los Andes (MAE, Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental, 2012).

1.10 Arbustal siempreverde y Herbazal del páramo (AsSn01).

Figura 8. Arbustal siempreverde y Herbazal del páramo (AsSn01).



Fuente: Los autores

El ecosistema Arbustal siempreverde y Herbazal del páramo dentro de la parroquia Quimiag se localizaron cinco polígonos, una en la Asociación Zoila Martínez, tres en la Hacienda que se encuentra en la parte superior de la asociación antes mencionada y otra en la Comunidad Verdepamba, las sumas de todos los polígonos dan como resultado que este ecosistema ocupa una superficie de 172,78 ha Figura 8.

Tabla 2. Factores diagnósticos Arbustal siempreverde y Herbazal del páramo

Factor	Descripción
Fisonomía	Arbustiva y herbácea
Bioclima	Pluvial, Ombrotipo (Io): húmedo, hiperhúmedo
Biogeografía región	Andes, Provincia: Andes del Norte, Sector: Páramo
Fenología	Siempreverde
Piso bioclimático	Montano alto y montano alto superior (3300-3900 msnm N- 2800 a 3600 msnm S), Termotipo (It): supratropical, orotropical
Geoforma	Relieve general: De montaña, Macrorelieve: Cordillera, Valle Glaciar, Mesorelieve: Relieves montañosos, Glacis
Inundabilidad general	Régimen de Inundación: no inundable

Fuente: VASEQUI,2024

El ecosistema está conformando con arbustales frecuentemente dispuestos en parches de hasta 3 m de altura, mezclados con pajonales amacollados de alrededor de 1,20 m, se consideran un ecosistema diferente localizado sobre la línea de bosque, sin embargo, otros autores consideraron a éste como franja del ecosistema de bosque montano alto Tabla 2. La composición y estructura de este ecosistema cambia hacia la parte baja de su distribución altitudinal pues la riqueza de especies y promedio de altura de los arbustos y el número de árboles incrementa (MECN & INB, 2015).

En todo el país este ecosistema se caracteriza por la presencia de la especie *Calamagrostis spp.* y especies arbustivas de los géneros *Baccharis*, *Gynoxys*, *Brachyotum*, *Escallonia*, *Hesperomeles*, *Miconia*, *Buddleja*, *Monnina* e *Hypericum*; *Ericaceae*, esta última comúnmente se encuentra en áreas más bajas, por lo que pueden alcanzar mayores alturas que grupos de arbustos que se encuentran en el Herbazal del Páramo como *Disterigma acuminatum*, *D. alaternoides* y *Themistoclesia epiphytica*. Otras especies que dominan amplias áreas en los márgenes del bosque son *Miconia cladonia*, *M. dodsonii*, *Ilex sp.* y *Weinmannia fagaroides* (MAE, Elaboración del Plan de Manejo del Área Nacional de Recreación de Quimacocha, 2018).

1.11 Bosque siempreverde del páramo (BsSn01).

Figura 9. Bosque siempreverde del páramo (BsSn01).



Fuente: Los autores

El ecosistema Bosque siempreverde del páramo, se localizó un polígono en la Asociación Zoila Martínez, indicando que la superficie que ocupa dicho ecosistema es de 26,07 ha Figura 9.

Tabla 3. Factores diagnósticos del Bosque siempreverde del páramo

Factor	Descripción
Fisonomía	bosque

Bioclima	Pluvial, Ombrotipo (Io): húmedo, hiperhúmedo
Biogeografía	Región: Andes, Provincia: Andes del Norte, Sector: Páramo
Fenología	Siempreverde
Piso bioclimático	Montano alto y Montano alto superior (3200-4100 msnm), Termotipo (It): supratropical, orotropical
Geoforma	Relieve general: De montaña, Macrorelieve: Cordillera, Mesorelieve: Relieves montañosos
Inundabilidad general	Régimen de Inundación: no inundable

Fuente: VASEQUI,2024

El ecosistema Bosque siempreverde del páramo son bosques densos siempreverdes, con alturas entre 5 y 7 m, debido a las condiciones climáticas estas especies crecen de forma torcida y ramificada, confiriéndoles un aspecto muy particular Tabla 3. Este tipo de ecosistema se encuentra en formando parches aislados en una matriz de vegetación herbácea o arbustiva, estos parches tienden a suceder en sitios menos expuestos al viento y la desecación como laderas abruptas, debido a la alta humedad ambiental los troncos de estos árboles ocasionalmente están cubiertos por muchas especies de briofitas, líquenes y epifitas (MAE, Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental, 2012).

1.12 Estratos diferenciados del Bosque siempreverde del páramo

1.12.1 Estrato arbóreo.

Está dominado por pocas especies, debido a limitaciones fisiológicas que impiden el crecimiento leñoso, el dosel está generalmente compuesto por especies del género *Polylepis* junto con *Gynoxys spp.* y *Buddleja spp.*, aunque la dominancia de estos bosques varía mucho llegando en algunos casos a formar unidades monotípicas de *Polylepis* o *Gynoxys*, de acuerdo a Jørgensen y Ulloa Ulloa (1994) citados en (MAE. 2013), las especies arbóreas características para estos bosques, que por lo general se presentan en densidades bajas, son *Escallonia myrtilloides*, *Hesperomeles obtusifolia*, *Myrsine andina* y *Oreopanax andreanus* (Vistin , Muñoz, & Ati, 2021).

1.12.2 Estrato arbustivo-herbáceo.

El estrato arbustivo-herbáceo es denso y está generalmente compuesto por especies de los géneros *Arcytophyllum*, *Barnadesia*, *Berberis*, *Puya*, *Brachyotum*, *Calamagrostis*, *Cortaderia*, *Diplostephium*, *Disterigma*, *Greigia*, *Pernettya*, *Senecio* y *Valeriana*, estos bosques son uno de los ecosistemas montanos neotropicales más amenazados, su deterioro ha ocurrido desde hace cientos de años debido a cambios en el uso del suelo particularmente agricultura, pastoreo, leña y quemas lo que ha reducido considerablemente su distribución actual, al mismo tiempo el aislamiento de estos parches boscosos confiere un elemento adicional de vulnerabilidad a los posibles efectos de extinciones locales en este ecosistema (Zambrano, 2016) (MAE, Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental, 2012).

1.13 Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn01).

Figura 10. Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn01).



Fuente: Los autores

El ecosistema Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes, se localizaron cinco polígonos, ubicados en la Asociación Zoila Martínez, en la Hacienda ubicada en la parte norte de la asociación antes mencionada, en la Comunidad Río Blanco, Comunidad Santa Ana de Zagan, Comunidad San Pedro de Iguzo, Comunidad Chilcal Pucara, Comunidad Puculpala, Comunidad El Cortijo, Comunidad Balcashi, Comunidad Guntuz, Comunidad El Toldo, las sumas de todos los polígonos dan como resultado que este ecosistema ocupa una superficie de 768.09 ha Figura 10.

Tabla 4. Factores diagnósticos del Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes

Factor	Descripción
Fisonomía	Bosque
Bioclima	Pluvial, Ombrotipo (Io): húmedo, hiperhúmedo
Biogeografía	Región: Andes, Provincia: Andes del Norte, Sector: Norte de la Cordillera Oriental de los Andes.
Fenología	Siempreverde
Piso bioclimático	Montano alto (3000-3700 msnm), Termotipo (It): supratropical inferior y superior
Geoforma	Relieve general: De montaña, Macrorelieve: Cordillera, Mesorelieve: Relieves montañosos, Edificios volcánicos, Colinas, Vertientes
Inundabilidad general	Régimen de Inundación: no inundable

Fuente: VASEQUI, 2024

El ecosistema Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes está conformado por Bosques siempreverdes bajos a medios, con un dosel de 10 a 15 m de alto Tabla 4. Los árboles se caracterizan por tener troncos gruesos en ocasiones torcidos y con raíces adventicias, en el sotobosque se encuentran especies de helechos herbáceos y arbóreos principalmente de los géneros *Dicksonia* y *Cyathea*, en el estrato medio se observa gran cantidad de arbustos de los géneros *Calceolaria*, *Ribes*, *Rubus*, *Berberis*, *Ilex*, *Brachyotum* y *Miconia*; en ramas y troncos crecen abundantes epifitas

vasculares y briofitas (MAE, Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental, 2012).

Las áreas de regeneración después de alteraciones naturales o antropogénicas suelen ser colonizadas por especies de gramíneas que crecen enmarañadas llegando hasta los 5–8 m de alto como es el caso de *Chusquea spp*, normalmente están restringidos a zonas de topografía accidentada y pendientes que van desde muy inclinadas desde los 15° a escarpadas como 87°. Están recubiertas de una gran variedad de formaciones geológicas: Cofanes, volcánicos del mirador, rocas metamórficas indiferenciadas, rocas intrusivas granito, granodiorita, algunos depósitos glaciares, F. Cuyuja, S. Llanganates y depósitos volcánicos del Sangay, poseen además suelos inceptisoles y andosoles desaturados - perhidratados poco profundos de 20 a 50 cm, de textura franco a francolimoso de drenaje bueno y con presencia de suelos muy húmiferos (MAE, Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental, 2012).

En este ecosistema existen varias áreas caracterizadas por la alta dominancia de una o varias especies hasta el momento estas zonas corresponden a dos principalmente las cuales se describen a continuación.

1.13.1 Bosques de Clusia

Los bosques de “Guandera” están distribuidos entre los 3200 y 3300 msnm, las especies dominantes presentes son *Clusia flaviflora* y *C. multiflora* que alcanzan los 15 m de alto, estos árboles tienen raíces adventicias que pueden ocupar áreas de hasta 70 m², el sotobosque es extremadamente ralo; el suelo y los troncos de los árboles están cubiertos

por especies de *Bromeliaceae*, *Orchidiaceae* y briofitos (MAE, Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental, 2012).

1.13.2 Bosques enanos

Los bosques en contacto con los ecosistemas del Páramo son pequeños, esclerófilos, caracterizados por tener especies que a menores altitudes pueden alcanzar varios metros de altura. Estos bosques enanos (elfin forest) son característicos de las zonas altas de bosques montanos en todo el mundo. Existe evidencia de que estas áreas tienen asociaciones de plantas distintas a los bosques montanos altos, por ejemplo, en el Carchi se ha reportado que, sobre los 3500 msnm, estos bosques tienen especies abundantes de *Gaiadendron punctatum*, *Freziera microphylla*, *Ilex colombiana*, *Miconia tinifolia* y *Weinmannia cochensis*. Una caracterización de bosques andinos del Ecuador indica que las especies típicas de estos, en el norte-centro del país, incluyen *Escallonia myrtilloides*, *Gynoxys acostae*, *Buddleja spp.*, *Solanum sp.* y *Myrsine andina* (MAE, Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental, 2012).

Los bosques de Guandera están disminuyendo en su extensión debido a que la madera de las especies dominantes es cotizada para producir carbón. En la provincia del Carchi, los carboneros tienen la capacidad de convertir hectáreas de guanderales a carbón en cuestión de pocas semanas; el carbón de guandera es utilizado principalmente en asaderos. Esta estrecha franja de bosque se reduce constantemente debido al cambio de usos de suelo a tierras agrícolas y a quemas que se propagan desde los herbazales del Páramo (MAE, Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental, 2012).

1.14 Herbazal del páramo (HsSn02)

Figura 11. Herbazal del Páramo (HsSn02).



Fuente: Los autores

El ecosistema Herbazal del páramo es el más extenso que existe frente a los demás ecosistemas encontrados dentro de la parroquia Quimiag, se localizaron 11 polígonos distribuidos y localizados en la Comunidad Verdepamba, en la Hacienda ubicada en la parte norte de la Asociación Zoila Martínez, en la Comunidad Chilcal Pucará, en la Comunidad Balcashi, en la Comunidad Puculpala, en la Comunidad El Toldo, en la Comunidad Guntuz y en la Comunidad El Cortijo, las sumas de todos los

polígonos dan como resultado que este ecosistema ocupa una superficie de 3092,38 m² Figura 11.

Tabla 5. Factores diagnósticos Herbazal del páramo

Factor	Descripción
Fisonomía	herbácea
Bioclima	Pluvial, Ombrotipo (Io): hiperhúmedo
Biogeografía	Región: Andes, Provincia: Andes del Norte, Sector: Páramo
Fenología	Siempreverde
Piso bioclimático	Montano alto y montano alto superior (3400-4300 msnm N- 2900-3900 msnm S), Termotipo (It): supratropical a orotropical
Goeforma	Relieve general: De montaña, Macrorelieve: Valle Glaciar, Cordillera, Mesorelieve: Llanura subglaciar, Vertientes disectadas
Inundabilidad general	Régimen de Inundación: no inundable

Fuente: VASEQUI, 2024

El ecosistema Herbazal del páramo Tabla 5, es caracterizado por ser un herbazal denso dominado por gramíneas amacolladas mayores a 50 cm de altura; este ecosistema abarca la mayor extensión de los ecosistemas de montaña en el Ecuador, se extiende a lo largo de los Andes desde el Carchi hasta Loja, es característico del piso montano alto superior y se localiza generalmente en los valles glaciares, laderas de vertientes disectadas y llanuras subglaciares sobre los 3400 msnm. Se caracteriza

por tener suelos andosoles con un profundo horizonte A, rico en materia orgánica que puede alcanzar los 60 kg-carbono/m², debido a esto y a las condiciones climáticas de alta humedad contiene una gran cantidad de agua por unidad de volumen (80-90% por cm³) con una excepcional capacidad de regulación hídrica (Murillo Conterón , 2019).

Este ecosistema está caracterizado por tener una dominancia de los géneros *Calamagrostis*, *Agrostis*, *Festuca*, *Cortaderia* y *Stipa*, junto con parches de arbustos de los géneros *Diplostephium*, *Hypericum* y *Pentacalia* y una abundante diversidad de hierbas en roseta, rastreras y diversas formas de vida, considera que existen diferencias altitudinales y latitudinales en la composición florística que se expresan geográficamente (Caranqui Aldaz, Lara Vásconez, Cushquicullma Colcha, Espinoza, & Ati Cutiupala, 2021).

En el norte del país hasta el valle del Girón-Paute, las comunidades que tienen como límite inferior los 3400 msnm se componen de *Calamagrostis spp.*, *Oreomyrrhis andicola* y *Gnaphalium pensylvanicum*, entre el Altar y los páramos del Cajas, la comunidad varía ya que las condiciones de humedad bajan y se crean asociaciones entre *Calamagrostis sp.* y *Viola humboldtii*; en el sur del país las comunidades de este Herbazal del Paramó descienden hasta los 2900 msnm y se componen de *Agrostis breviculmis*, *Calamagrostis spp.*, *Festuca asplundii* y *Stipaichu*; en zonas de ladera con pendiente fuerte, luego de deslizamientos o en planicies con suelos hidromorfos crecen como comunidades pioneras gramíneas bambusoideas dominadas por *Chusquea spp* (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Paute, 2020).

1.15 Herbazal de Bambusoideas

Se caracteriza por la dominancia de gramíneas de la tribu *Bambusoideae* que alcanzan los 3 m de altura; se localizan en la vertiente oriental de la Cordillera Real principalmente en zonas con altas condiciones de humedad, con suelos pedregosos poco desarrollados (e.g. inceptisoles), en lugares que estarían típicamente dominados por *Calamagrostis sp.*, sin embargo, están cubiertos por bambúes, las condiciones de humedad y pendiente favorecen la presencia de *Chusquea* en el volcán Altar entre 3800 y 4000 msnm. En el Parque Nacional Llanganates mencionan que, hacia el oriente y sur del mismo, hay dominancia de *Chusquea aristata* en áreas poco extensas, reemplazando a los pajonales de *Calamagrostis intermedia* (MAE, Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental, 2012).

También se reporta este ecosistema en roca metamórfica sobre los 3700 msnm en la zona suroriental del Parque Nacional Cayambe- Coca (Cuenca del río Chalpi y Papallacta), la composición florística de los herbazales del Parque Nacional Podocarpus (PNP) difiere de los del norte debido a una asociación particular de bambúes, en esta región del país, se han registrado 12 especies de *Chusquea* (MAE, Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental, 2012).

Se distinguen dos zonas diferenciadas por asociaciones vegetales; la primera, en la zona norte definida por *Chusquea neurophylla* y *Chusquea laegaardii* ubicadas en los páramos de El Tiro, Cajanuma, Lagunillas y Banderillas y la segunda en la zona sur, definida por *Chusquea nana* en el Cerro Toledo, la estructura y composición de la vegetación de este ecosistema está influenciada fuertemente por las quemas asociadas a la ganadería extensiva, un complejo mosaico resulta de estas prácticas,

creando diferencias temporales y espaciales a lo largo de la gradiente altitudinal, cabe mencionar que en lugares donde existe una mayor intensidad de quemados y pastoreo, los herbazales tienen una menor altura, el estrato arbustivo está ausente y muchas de las especies rastreras son escasas (GAD San Joaquín, 2015).

1.16 Herbazal húmedo montano alto superior del páramo (HsSn03).

Figura 12. Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo (HsSn03).



Fuente: Los autores

El ecosistema Herbazal húmedo montano alto superior del páramo, se localizó un polígono en la Asociación Zoila Martínez, la superficie de este indica que este ecosistema ocupa una superficie de 50,13 ha Figura 12.

Tabla 6. Factores diagnósticos Herbazal húmedo montano alto superior del páramo

Factor	Descripción
Fisonomía	herbácea
Bioclima	Pluvial, Ombrotipo (Io): húmedo
Biogeografía	Región: Andes, Provincia: Andes de Norte, Sector: Páramo
Fenología	Siempreverde
Piso bioclimático	Montano alto (3500-4200 msnm), Termotipo (It): supratropical, orotropical
Geoforma	Relieve general: De montaña, Macrorelieve: Valle Glaciar, Mesorelieve: Glacis
Inundabilidad general	Régimen de Inundación: no inundable

Fuente: VASEQUI, 2024

El ecosistema Herbazal húmedo montano alto superior del páramo está conformado por Herbazales abiertos, dominados principalmente por especies de los géneros *Stipa*, *Senecio* y *Plantago*; se encuentra en enclaves volcánicos localizados en fondos de valles glaciares llamados Glacis con litología de tipo: lapilli de pómez, toba y cenizas asociados a efectos de sombra de lluvia, como en el flanco occidental del volcán Chimborazo Tabla 6, en este ecosistema son pocas las especies que resisten a las extremas condiciones climáticas (Murillo Conterón, 2019).

Debido a la humedad relativamente baja de estos ecosistemas la concentración de carbono orgánico en el suelo es menor que en los páramos más húmedos, esto los hace más frágiles y menos resilientes a

disturbios causados por actividades humanas, además, la aridez producto de dos procesos el de abrasión y deflación en conjunto con la energía del viento que transporta determinado tamaño de partículas que al chocar con masas rocosas realizan una labor erosiva y de disgregación de la roca que dan un aspecto desértico como en las áreas del noroccidente del Volcán Chimborazo y al flanco occidental del Volcán Cotopaxi se explica tanto por el efecto de sombra de lluvia como por el uso intensivo histórico (Zambrano, 2016).

En otros sitios con mayor predominancia de suelos con alto contenido de carbono, uno de los principales efectos de la degradación del suelo es la reducción de la porosidad por la disminución en la capacidad de infiltración e incremento en el drenaje y flujos superficiales contribuyendo al proceso de erosión. Las mayores extensiones de este ecosistema se encuentran hacia el centro del país en las provincias de Tungurahua, Chimborazo y hacia el sur de la provincia del Azuay; otra característica de estos páramos es el alto grado de deterioro ambiental que ha originado un proceso importante de degradación del ecosistema, expresado a través de la erosión del suelo, pérdida de cobertura vegetal y capacidad de regulación hídrica. El sobre pastoreo es una actividad que afecta estas áreas manteniendo la vegetación de tamaño muy pequeño y una alta cobertura de suelo desnudo, causando un cambio drástico de la comunidad vegetal, la cual está compuesta primordialmente por asociaciones de *Agrostis breviculmis* y *Lachemilla orbiculata*, ambas resistentes al pisoteo del ganado (EOS Data Analytics, 2024).

1.17 Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del páramo (HsNn03).

Figura 13. Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo (HsNn03).



Fuente: Los autores

El ecosistema Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del páramo, siendo el segundo más extenso en superficie frente a los demás ecosistemas, se localizaron dos polígonos. un polígono en la Asociación Zoila Martínez, Hacienda del norte de la asociación antes mencionada y en la hacienda ubicada en la parte central de la parroquia, en la Comunidad Chilcal Pucará, en la Comunidad Puculpala, en la Comunidad El Toldo, Comunidad Balcashí y Comunidad Guntuz, el sumatorio total de los polígonos indican que este ecosistema ocupa una superficie de 2142,42 ha Figura 13.

Tabla 7. Factores diagnósticos del Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del páramo

Factor	Descripción
Fisonomía	herbácea
Bioclima	Pluvial, Ombrotipo (Io): hiperhúmedo, ultrahúmedo
Biogeografía	Región: Andes, Provincia: Andes del Norte, Sector: Páramo
Fenología	siempreverde
Piso bioclimático	Subnival (4100-4500 msnm), Termotipo (It): supratropical, orotropical
Geoforma	Relieve general: De montaña, Macrorelieve: Cordillera, Mesorelieve: Relieves montañosos, Cimas
Inundabilidad general	Régimen de Inundación: no inundable

Fuente: VASEQUI, 2024

El ecosistema Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del páramo Tabla 7 es un Herbazal mezclado con arbustos esclerófilos semipostrados con una altura entre 0,5 a 1,5 m, ocurre en morrenas, circo glaciar, escarpamentos rocosos, depósitos de rocas glaciares y pendientes pronunciadas de arena o quebradas estrechas. Este ecosistema se caracteriza por tener una vegetación fragmentada, con suelo desnudo entre los parches de vegetación que se localiza en las cumbres más altas de la cordillera formando un sistema insular restringido al norte del Ecuador. Los suelos de este ecosistema son andosoles húmicos relativamente bien desarrollados, con un horizonte A de profundidad que

varía en promedio entre 30 a 50 cm producto del volcanismo cuaternario activo y el clima húmedo y frío. Los inceptisoles también ocurren en este ecosistema, especialmente en las laderas más escarpadas y afloramientos de rocas recientemente expuestas (GAD San Joaquín, 2015).

El ambiente subnival es extremo y se agudiza conforme incrementa la elevación, estas condiciones climáticas infringen una presión selectiva fuerte en las plantas sujetas a una gran variación de temperatura y de humedad, que puede incluir congelamiento y descongelamiento del agua en el suelo en un mismo día, por estas razones, muchas de las especies presentes de este ecosistema han desarrollado adaptaciones fisiológicas singulares. El piso altitudinal subnival en el cual se desarrolla este ecosistema fue denominado como superpáramo y presenta alguna variación altitudinal (Zambrano, 2016); (MAE, Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental, 2012).

En el límite altitudinal inferior del ecosistema, las formas de vida dominantes están compuestas por arbustos esclerófilos enanos (e.g. *Loricaria*, *Pentacalia*, *Diplostephium*), cojines (*Xenophyllum*, *Azorella*, *Distichia*, *Plantago*) y hierbas de tallo corto (*Poa*, *Stipa*, *Calamagrostis*), los arbustos y las pajas amacolladas desaparecen gradualmente a lo largo del gradiente de elevación y son remplazados en importancia por los cojines, rosetas acaulescentes, arbustos postrados y hierbas de tallo corto. A nivel de familia, Asteraceae y Poaceae son los dos grupos más ricos en especies, en su conjunto estas dos familias aportan un tercio del total de las especies presentes en el piso subnival del Ecuador, los géneros más ricos en especies son *Lachemilla*, *Gentianella* y en particular *Valeriana* y *Draba*, que contribuyen con el mayor número de

especies endémicas presentes en este ecosistema (MAE, Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental, 2012).

1.18 Cuerpos de agua de la parroquia Quimiag

En la parroquia Quimiag según datos históricos los habitantes originales tenían su propia cosmovisión en aspectos culturales, científicos y religiosos, sus dioses eran el sol, la luna y las estrellas, rendían culto a las montañas en especial al Chimborazo; ofrecían sacrificios humanos y animales vivos, tenían como dioses y adoraban al sol, la luna, las estrellas los lagos, los ríos, los montes y nevados. En la parroquia de Quimiag la población reconoce cuatro sectores principales, el sector norte, sur, parte baja y centro, en su conjunto están conformados por 31 asentamiento humanos, entre cooperativas, barrios y comunidades, existen también asociaciones de productores y haciendas (Almeida Torres & San Martín Marcos, 2021).

1.18.1 Ríos.

Dadas las características fisiográficas de la zona existe un sistema hidrográfico que se origina en las elevaciones de la Cordillera Oriental, donde las elevadas precipitaciones dan origen a la formación de arroyos que alimentan por innumerables vertientes descienden rápidamente y desembocan en el río Chambo (Arias, 2007).

De los deshielos del nevado El Altar, nace el río Puela, que se fortalece con las afluencias de los ríos Las Vueltas, Chorreas, Blanquillo y Cubillín, que a su vez baña las planicies de El Naranjal en Penipe. Río Blanco Entre Quimiag y Penipe se destaca el río Blanco, que también se origina en el nevado El Altar, y recibe las aguas por el margen derecho del Gaviñay, Choca y Zarón; por el margen izquierdo recibe las aguas

del río Sali, Raipacocha, Lirio y Noscas. El río Blanco atraviesa por una profunda vertiente donde se ubican las comunidades de Chañag y Palacio San Francisco, cuyas tierras se encuentra sometidas a una acelerada erosión debido a la elevada pendiente (Arias, 2007).

Las aguas de este río y sus afluentes en su nacimiento son la fuente principal para el canal de riego de Quimiag y parte del Cantón Chambo, la protección de la cuenca de este río reviste de enorme importancia para la región, el régimen de precipitaciones en la zona y sus aguas repercuten en el funcionamiento de la Central Hidroeléctrica de Aگویán (Arias, 2007).

El recurso agua es uno de los factores principales para a producción agropecuaria, en la parroquia Quimiag se dispone agua para riego y consumo humano disponible en las 31 comunidades, por la presencia de diversos ríos, tales como el río Blanco, río Taullin, río Chambo, río Collanes, río Tiacu Chiquito, río Chiniloma (Arévalo Lara, 2020).

1.18.2 Lagunas.

Ya que El Altar es un volcán extinto, su principal atractivo es el cráter, en el cual se ha formado una gran laguna conocida con el nombre Laguna Amarilla cuya área aproximada es de 41,44 ha, el acceso con menor grado de dificultad es por el sector de la Bocatoma de Inquisay o la Asociación Zoila Martínez en la parroquia Quimiag, cantón Riobamba. Los deshielos de este coloso han formado 17 lagunas registradas, según la cartografía del INEC y el IGM. La laguna de Mandur cuya área es de 5,4 ha y una laguna que no tiene denominación de 2,6 ha, pertenecen a la parroquia Quimiag, 9 pertenecen a la provincia de Morona Santiago y 1 a la parroquia Pungalá, cantón Riobamba (Aldaz Andino, 2014).

Quimiag es el lugar que permite una conexión inmediata a todas las lagunas mencionadas. Una de las rutas importantes es aquella que parte de la parroquia Quimiag, cruza por la parte posterior del nevado “Los Cubillines” perteneciente al cantón Chambo, y llega a la “laguna Negra” ubicada en la parroquia Pungalá, cantón Riobamba (Calderón Silva, 2015).

Laguna Amarilla. Esta laguna de color amarillento debido a las rocas volcánicas de los glaciares a su alrededor está ubicada a una altitud de 4.150 msnm. Desde aquí su paisaje ofrece una vista impresionante de los glaciares de El Altar y los deshielos que forman riachuelos, dando vida al río Blanco (Guama, 2021); (León Falconí, 2019).

Laguna Azul. Esta laguna es considerada como la más hermosa del complejo lacustre del volcán El Altar, por sus diversas y espectaculares cascadas que nacen del deshielo de los glaciares y por su gran tamaño en forma de caldera de roca volcánica, además de sus aguas color azul. Se encuentra en la parte posterior del nevado a 4.189 msnm, con un espejo de agua de 500 m. de diámetro (Guama, 2021); (León Falconí, 2019).

Laguna Mandur. Su color azul oscuro se debe a la profundidad y al color de las rocas del sector. Para llegar se debe seguir el sendero de la laguna Estrellada. Mandur, esta ubicada al sur del nevado, a 4.600 msnm (Guama, 2021).

Laguna Verde. Se la denomina así por el color de sus aguas, las cuales llegan al río cóllanles Chico. A poca distancia de esta laguna se encuentra la cueva Machay que es usada por los caminantes para acampar (Guama, 2021) (León Falconí, 2019).

Laguna Estrellada. Contiene aguas claras y está rodeada de paja alta, es conocida así por su forma de estrella. Se encuentra a una altitud de 4.050 msnm, muy cerca de las puertas de El Altar, a 5 horas de camino desde el sector Inguisay (La Bocatoma), (Guama, 2021) (León Falconí, 2019).

Laguna Pintada. Se encuentra en la base del Pico Obispo a 4.200 msnm, con un espejo de agua de 50 m. de diámetro (Guama, 2021).

Se encuentran otras como Laguna Quindecocha y Laguna Engallinada (ecuadormitierra, 2024).

1.19 Uso actual del suelo de la parroquia Quimiag

El suelo adquiere una connotación diferente de acuerdo a sus características propias, ya que este está conformado por factores modificantes sobre el tipo temporal, de ámbito climático y humano siendo los más sobresalientes, con dichas especificaciones se pretende determinar el tipo de cobertura que disponen. La clasificación de cobertura, considera las formas de vegetación es decir fisonómico estructural, considera las características taxonómicas (florística), la relación entre terreno y cobertura (fisiográfica) por mencionar los más sobresalientes, para el caso en análisis será el tipo de constituyente de acuerdo a su estado vegetativo (Sanabria Sarmiento & Zabala Vargas, 2010).

El mismo autor indica que el uso del suelo es un determinante en lo relacionado con el desarrollo de políticas ambientales en los países de economías primarias, aplicándose el término a la finalidad dada por el hombre a los diversos tipos de cobertura. En su afán por homogenizar los criterios alrededor del mundo respecto a dichos usos, la Unión

Geográfica Internacional (UGI) establece nueve (9) categorías claramente definidas:

- Centros poblados o tierras no agrícolas
- Tierras Horticultoras
- Árboles frutales y otros cultivos perennes
- Tierras de cultivo
- Pastos permanentemente mojados
- Praderas no mejoradas
- Tierras de bosques
- Pantanos y ciénagas
- Tierras improductivas

(Sanabria Sarmiento & Zabala Vargas, 2010).

1.20 Cobertura vegetal y el cambio de uso de suelo.

La cobertura del terreno y el uso del terreno son dos elementos claves que describen al ambiente terrestre con a la naturaleza y las actividades humanas. El término “Cobertura del Terreno”, se aplica a aquellos objetos que se localizan sobre la superficie del planeta y que pueden ser de origen natural (bosques, glaciares, ríos, lagos, entre otros); o producidos y mantenidos por el hombre (carreteras, ciudades, presas, etc.); es estudiada por las ciencias naturales y se refiere al estado físico de la cobertura vegetal, esta cobertura está determinada por factores biofísicos, como son el clima, topografía, tipo de suelos, disponibilidad de agua y el tipo de vegetación. El uso del suelo (terreno), se refiere a la manera en la cual las coberturas son utilizadas por el hombre, para satisfacer sus necesidades materiales es y espirituales (Pineda Pastrana, 2011).

En otro contexto el uso de suelo describe las actividades del hombre que se desarrollan sobre la superficie terrestre y al influir el humano en el ambiente para producir bienes y servicios este uso tiende a transformarse. Un tipo de cobertura puede involucrar diferentes usos (por ejemplo, un bosque puede tener usos forestales, de conservación y de investigación), de la misma forma un uso de suelo puede involucrar diferentes categorías de cobertura (por ejemplo, en México, la actividad pecuaria se puede desarrollar en pastizales, tierras de cultivo, matorrales e inclusive bosques). La relación entre el tipo de cobertura y el uso del suelo no es una relación única, puede ser de un tipo de cobertura a un uso específico, de un tipo de cobertura a diferentes de usos, y de diferentes coberturas a diferentes usos (Pineda Pastrana, 2011).

La importancia de estos métodos es definir el uso más adecuado e intensivo del suelo para garantizar la sostenibilidad de los bienes y servicios ambientales; no obstante, su análisis y desarrollo en México aún es limitado e incluso excluido de los programas nacionales de desarrollo y del Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2020-2024 (Villegas Martínez, Determinación del uso potencial del suelo a partir de la modelación geoespacial de variables agroecológicas y forestales de un área de protección ambiental ubicada en la Región Centro-sur de México, 2021). En este último se abordan temas de protección y restauración del suelo como parte de una estrategia nacional en beneficio de los sistemas de producción sustentables, por ejemplo, ecosistemas y su biodiversidad (Villegas Martínez, Determinación del uso potencial del suelo a partir de la modelación geoespacial de variables agroecológicas y forestales de un área de protección ambiental ubicada en la Región Centro-Sur de México , 2021).

Sin embargo, los criterios establecidos para realizar la protección y restauración de los suelos no consideran como la base de su análisis el cálculo y la modelación espacial del uso potencial del suelo, aun cuando este análisis permite delimitar de manera espacial unidades de suelo con limitaciones de producción y vocaciones similares, de tal manera que se puede determinar el uso más razonable de acuerdo con las características biofísicas y agroecológicas de los territorios en estudio (Villegas Martínez, Determinación del uso potencial del suelo a partir de la modelación geoespacial de variables agroecológicas y forestales de un área de protección ambiental ubicada en la Región Centro-Sur de México , 2021).

La selección de variables agroecológicas se realizó conforme a los indicadores establecidos en el Manual de Requerimientos Agroecológicos de Cultivos, realizado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y considerando dos conceptos: localidad y rendimiento. El primero permitió realizar la selección de variables conforme a las características locales del territorio, y el segundo permitió realizar la selección de variables de acuerdo con las necesidades de fertilidad de los cultivos locales como maíz, papa y avena forrajera. Estos son los principales cultivos de temporal que se producen dentro del límite administrativo del ANP (Villegas Martínez, Determinación del uso potencial del suelo a partir de la modelación geoespacial de variables agroecológicas y forestales de un área de protección ambiental ubicada en la Región Centro-Sur de México , 2021).

Desde el punto de vista agrícola, el paisaje debe interpretarse como un complejo ecológico, que indica por sí mismo el uso que el hombre puede

darle el terreno. La conservación de suelo requiere del uso de cada unidad de terreno de acuerdo con sus necesidades y adaptación, manteniendo su explotación en concordancia con el concepto de sostenibilidad. Esto implica la correcta clasificación de la tierra tomando en cuenta factores climáticos y características de suelo (productividad, pendiente y erosión), así como la disponibilidad socioeconómica de la zona en donde se ubica (Villalobos, Hernández, & Mojica, 1997).

La cobertura de la tierra es la cobertura (bio) física que se observa sobre la superficie de la tierra, en un término amplio no solamente se describe la vegetación y los elementos antrópicos existentes sobre la tierra, sino que también se describen otras superficies terrestres como afloramientos rocosos y cuerpos de agua, el uso de suelo hace referencia a las funciones que se desarrollan sobre aquellas cubiertas, es la clasificación de todas las actividades realizadas por el hombre sobre la cobertura del suelo, de forma parcial o permanente, con la intención de cambiarla o preservarla, para obtener productos y beneficios, por ejemplo la minería, la agricultura, la pesca, entre otros (Villalta Ojeda & Yumbay Taris, 2020).

El uso de suelo que el hombre puede hacer de sus propiedades, parcelas, dicho estudio, hace que se dé un mejor aprovechamiento a los recursos naturales en un lugar determinado. En este trabajo se promueve al estudio de la Aptitud de Uso del Suelo como el instrumento básico e idóneo para diagnosticar y formular propuestas en la prospectiva de un uso racional y sostenido de los recursos naturales enfocados al sector de producción lechera en la comunidad. “Aptitud” se refiere a uso de tierra sobre una base sostenida; “Evaluación” involucra comparación de dos o más alternativas de tipos de uso; esto parece redundante al primer punto. La aptitud de la tierra se puede definir como "la capacidad de un tipo de

tierra para una clase especificada de utilización de tierra" (FAO, 1985). Básicamente todas las tierras están divididas en dos órdenes de aptitud, de acuerdo a si las tierras son aptas o no para un Tipo de utilización de la tierra dado (Maldonado Zapana , 2016).

Figura 14. Uso de suelo de la Parroquia Quimiag.



Fuente: Los autores

El uso de suelo de la parroquia Quimiag se logró clasificar en diez, los cuales se han identificado en Bosque de Plantación Forestal, Bosque nativo, Cuerpo de agua natural, Tierras agropecuarias, en Vegetación arbustiva y herbácea del Páramo, en Vegetación arbustiva, en Vegetación herbácea, cuenta con una zona antrópica o Área poblada, y otros dos usos de suelo denominado Glaciar y área sin cobertura vegetal Figura 14.

1.21 Vegetación herbácea.

La vegetación herbácea presente en la parroquia Quimiag, cuenta con treinta polígonos identificados. En relación al estudio de la cobertura herbácea, la cual comprende el conjunto del tapiz vegetal conformado por gran variedad de especies de bajo porte, que cubren casi la totalidad del área y presentan variaciones a lo largo del año, es preciso aclarar algunos conceptos: Por definición una planta herbácea es aquella que carece de una estructura leñosa, por lo cual presenta una consistencia más o menos blanda. Figura 15. Se exceptúan del estudio árboles, arbustos y vegetación del cerco (de Luján Puglia, 2007).

La cobertura herbácea está compuesta por especies anuales, bianuales y perennes. A su vez las especies pertenecen a ciclos de crecimiento otoño-invernal o primavera-estival (existiendo especies intermedias). Se observan además especies nativas, exóticas y naturalizadas. Tanto la composición, definida por las especies que crecen en el tapiz vegetal, como la cantidad de ejemplares de cada especie y su proporción en la totalidad del área de estudio, presentan variaciones no sólo a lo largo de las estaciones sino como respuesta a cualquier cambio agro-climáticos, de manejo (corte o pisoteo), aumento o disminución de la intensidad de la luz, entre muchos otros factores. Por citar un ejemplo, es fácil apreciar el daño causado en la cobertura por el tránsito peatonal en las zonas dispuestas para ser recorridas por los visitantes (de Luján Puglia, 2007).

Figura 15. Vegetación Herbácea.



Fuente: Los autores

1.22 Vegetación arbustiva.

La vegetación arbustiva dentro de la parroquia Quimiag se han identificado 44 polígonos, Es necesario conocer las características de la estructura arbórea y arbustiva de las zonas silvícolas de Ixtlán de Juárez, zona que está incluida en el programa de Regiones Terrestres Prioritarias-130 (Sierras del norte de Oaxaca-Mixe), como una base importante al momento de especificar un método de aprovechamiento maderable que permita reducir el impacto generado (Vásquez Cortez, Clark Tapia, Manzano Méndez, González Adame, & Aguirre Hidalgo, 2018).

Para que lo anterior sea posible, se requiere información de este tipo de ecosistema, no solo de las zonas directamente bajo aprovechamiento maderable, sino también de las áreas naturales adyacentes a las áreas aprovechadas y de las zonas de transición (bordes). Con base en lo anterior, el presente trabajo busca conocer el efecto que genera el manejo silvícola sobre la diversidad biológica en zonas forestales de Ixtlán de Juárez, Oaxaca, para lo cual se estimaron índices estructurales, de diversidad, distribución y abundancia de especies arbóreas y arbustivas en zonas bajo aprovechamiento forestal Figura 16 (Vásquez Cortez, Clark Tapia, Manzano Méndez, González Adame, & Aguirre Hidalgo, 2018).

Figura 16. Vegetación arbustiva.



Fuente: Los autores

1.23 Vegetación arbustiva y herbácea del páramo.

La vegetación arbustiva y herbácea del páramo se encuentra distribuida en la parroquia con cinco polígonos, el páramo es un ecosistema de altura inmerso en un espacio geosocial mayor, conocido como la alta montaña ecuatorial, donde coexiste con otros sistemas de altura. Es una formación ecológica específica de los Andes septentrionales (Colombia y Venezuela) que se localiza entre las cotas de los 3.200 y los 4.700 msnm (metros sobre el nivel del mar). Los Andes del sur, en tanto, forman la puna. Los dos son formaciones herbáceas de altura, pero se diferencian porque el páramo recibe más precipitaciones (lluvia y/o neblina), por la alta humedad relativa (60% ante 30%), y el tapiz vegetal que lo constituye es más tupido que el de la puna (Camacho, 2013).

El Ecuador ocupa una posición geográfica intermedia entre estos polos y sus praderas naturales de altura hacen transición entre ambos tipos. En el norte del país se encuentra el límite sur del páramo con frailejón (Espeletia) que es una formación vegetal muy extensa en Colombia y Venezuela; en los valles de Sumbahua y Palmira, condiciones edáficas (suelos sobre material pedregoso fluvio glacial o sobre piedra pómez) y condiciones climáticas (llanuras en posición de “sotavento”) hacen que la pradera de *Stipa ichu*, esparcida en matas diseminadas, se asemeje a la puna Figura 17 (Camacho, 2013).

Figura 17. Vegetación arbustiva y herbácea, páramo.



Fuente: Los autores

1.24 Tierra agropecuaria.

La tierra destinada a cultivos permanentes es aquella en que se siembran cultivos que ocupan la tierra durante períodos prolongados y que no necesitan replantarse tras cada cosecha, como el cacao, el café y el caucho. En esta categoría se incluyen los terrenos con arbustos de flores, árboles frutales, árboles de frutos secos y vides, pero se excluyen aquellos donde se siembran árboles para obtener madera o madera de construcción. Las praderas permanentes son los terrenos que se explotan durante cinco o más años para forraje, ya se trate de especies naturales o cultivadas (Indexmundi, 2018).

La tierra agropecuaria en la parroquia Quimiag esta distribuída en trece polígonos, se denomina tierra agrícola a la porción del área de tierra cultivable, afectada a cultivo permanente y a pradera permanente Figura 18. La tierra cultivable incluye aquellos terrenos definidos por la FAO como afectados a cultivos temporales (las zonas de doble cosecha se cuentan una sola vez), los prados temporales para segar o para pasto, las tierras cultivadas como huertos comerciales o domésticos, y las tierras temporalmente en barbecho. Se excluyen las tierras abandonadas a causa del cultivo migratorio (Indexmundi, 2018).

Figura 18. Tierra agropecuaria.



Fuente: Los autores

1.25 Área sin cobertura vegetal.

La cobertura vegetal es una participación importante, ya que aporta en gran capacidad de proteger el suelo, actuando de igual manera como una capa de revestimiento, evitando daños por precipitaciones intensas, que

afectan de manera directa sobre la superficie descubierta del suelo, además al no impactar directamente se evita la erosión física, al no contar con una cobertura vegetal se pierden los beneficios que solo la vegetación puede proporcionar, causadas por diversos factores ya sean condiciones geográficas, vientos fuertes o presencia de escorrentía (Cruz Mínguez, Gallego Martín , & González de Paula, 2008/2009).

Sin embargo, tratándose de la parroquia Quimiag se debe mencionar e identificar la presencia de dos polígonos que están desprovistos de cobertura vegetal, por encontrarse cerca del Parque Nacional Sangay, el primer polígono dispone de una superficie de 2275176,14 m² y un segundo con una superficie de 76494,66 m² Figura 19.

Figura 19. Área sin cobertura vegetal.



Fuente: Los autores

1.26 Glaciar.

Quimiag tiene afloramientos rocosos relacionados con la actividad volcánica o glaciar, los glaciares se forman mediante la acumulación de nieve que recae en el fondo de las laderas y en zonas de alta montaña (Aguilon Álvarez , Barrales Hassan , & Galván Méndez), formando consecuentemente lagunas debido a los deshielos provenientes del nevado El Altar (Chiquito Espinoza, 2017).

En la parroquia Quimiag se encontraron dos polígonos con una cobertura denominada Glaciar, donde el primero cubre 15300 m² de cobertura y el segundo con 224305,59 m² Figura 20.

Figura 20. Glaciar



Fuente: Los autores

1.27 Cuerpo de agua natural.

En la parroquia Quimiag se pudo encontrar 22 cuerpo de agua de origen natural, el agua cubre más del 70 % de la superficie del planeta; se la encuentra en océanos, lagos, ríos; en el aire, en el suelo. Es la fuente y el sustento de la vida, contribuye a regular el clima del mundo y con su fuerza formidable modela la Tierra. Posee propiedades únicas que la hacen esencial para la vida. Es un material flexible: un solvente extraordinario, un reactivo ideal en muchos procesos metabólicos; tiene una gran capacidad calorífica y tiene la propiedad de expandirse cuando se congela (Fernández Cirelli, 2012).

Con su movimiento puede modelar el paisaje y afectar el clima. Los océanos dan cuenta de casi el 97,5 % del agua del planeta. Únicamente un 2,5% es agua dulce. Los glaciares, la nieve y el hielo de los cascos polares representan casi el 80% del agua dulce, el agua subterránea 19% y el agua de superficie accesible rápidamente sólo el 1%. Esta baja cantidad de agua de superficie fácilmente accesible se encuentra principalmente en lagos (52%) y humedales (38%) Figura 21 (Fernández Cirelli, 2012).

Figura 21. Cuerpo de agua natural.



1.28 Bosque nativo.

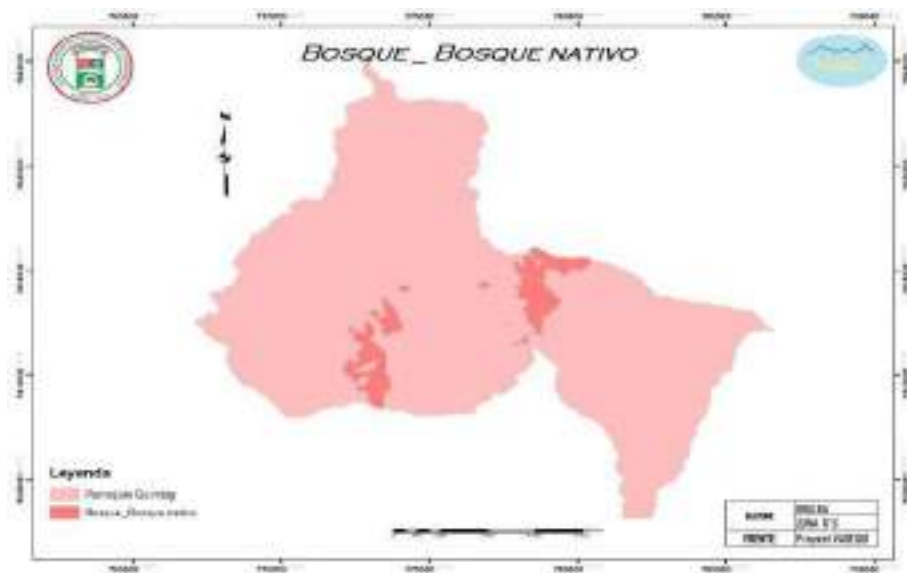
Un bosque es un lugar con abundancia de árboles y plantas. Nativo, por su parte, puede referirse a aquel que es nacido en un determinado sitio o a aquello que es natural de un cierto espacio, se denomina bosque nativo o bosque primario a la superficie boscosa que conserva inalterables sus características naturales. Esto quiere decir que se trata de bosques que no han sido modificados por el ser humano a través de sus acciones (Definicion.de, 2008-2024).

En el bosque nativo de la parroquia no se registran explotaciones productivas ni deforestación Figura 22. En los bosques secundarios, en cambio, es posible advertir la influencia del hombre. Actualmente la mayoría de los bosques son secundarios debido a la urbanización y a las

actividades económicas que se desarrollan en este tipo de lugares (Definicion.de, 2008-2024).

La Amazonia, en América del Sur, conserva grandes extensiones de bosque nativo. También es posible encontrar esta clase de bosques en la región de Malesia, en Tasmania y en Siberia, por ejemplo, un bosque nativo, en definitiva, es un ecosistema forestal que alberga una rica biodiversidad. En él conviven numerosas especies de animales y de flora. Los seres vivos, la atmósfera, el suelo y el clima de los bosques nativos componen una unidad interdependiente que se encuentra en equilibrio de manera natural (Definicion.de, 2008-2024).

Figura 22. Bosque nativo



1.29 Plantación forestal.

El manejo y establecimiento de plantaciones forestales con fines maderables y energéticos son el eslabón fundamental para alcanzar este propósito conservacionista de estos importantes ecosistemas naturales

(Cuencas, suelo, bosque, agua, fauna, etc). Las buenas prácticas forestales contribuyen a asegurar el uso de los recursos naturales bajo la adopción de sistemas de gestión ambiental basados en prescripciones, procedimientos, conceptos y guías de trabajo estandarizados aplicables al recurso forestal; aspectos sobre los cuales una buena parte del sector forestal chileno ha avanzado significativamente. Hoy, la deuda pendiente es con los principales usuarios de los programas de fomento forestal que la Corporación Nacional Forestal administra, ellos son: los pequeños y medianos propietarios forestales Figura 23 (CONAF, 2013).

Figura 23. Plantación forestal.



1.30 Zona antrópica, área poblada.

La degradación de los suelos puede ser ocasionado por factores diversos, en algunos casos son inducidos por el hombre, lo que disminuye la capacidad actual y puede afectar el futuro de esta para la sostenibilidad de la vida humana, ya que dependiendo de la evaluación, conocimiento

e identificación del tipo de degradación que se encuentra en un ambiente se determina el estado en el que se encuentra dicha superficie (EUSKADI, 2017).

La parroquia Quimiag localiza dos polígonos ampliamente habitados, en la parte norte de la zona de estudio ocupando un total de 19,17 ha, se debe mencionar que existe además 33 asentamientos humanos, distribuidos ampliamente a lo largo de la parroquia Figura 24.

Figura 24. Zona antrópica, área poblada



Fuente: Los autores

CAPÍTULO 2

Inventariación de los ecosistemas de los componentes flora, fauna, cuantificación del carbono orgánico total y determinación de la oferta hídric

CAPÍTULO II

INVENTARIACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DE LOS COMPONENTES FLORA, FAUNA, CUANTIFICACIÓN DEL CARBONO ORGÁNICO TOTAL Y DETERMINACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA

2.1 Levantamiento de información sobre la flora en cada ecosistema.

El inventario de las entidades sistemáticas o taxones de un territorio pertenecen a la rama florística, comúnmente denominada flora aplicada a zonas a ser evaluadas, con la finalidad de conocer la biodiversidad vegetal con la que cuenta un área determinada, información que esta direccionada a implementar estrategias de conservación, la mayoría de los inventarios florísticos están fundamentados en la recolección de muestras botánicas en distintos sitios, procurando abarcar la mayor parte de la variación espacial ambiental, focalizando la colecta de diferentes individuos en estado reproductivo para facilitar su identificación, las técnicas que se han propuesto son eficaces permitiendo focalizar la composición y diversidad de los recursos de un sitio determinado, considerando los grupos indicadores a nivel taxonómico, funcional o individuos considerando sus dimensiones y sus hábitos de crecimiento como son: árboles arbustos, lianas, epífitas entre otras (David Higuita & Álvarez Dávila, 2015).

La biodiversidad de los páramos proviene, en parte, de su ubicación durante la última glaciación, en las cuales las nieves perpetuas llegaban más allá de los 3500msnm y sus límites inferiores de los páramos alcanzaban los 2000msnm lo que quiere decir que estos ocupaban los

actuales valles interandinos, los páramos permiten un flujo relativamente estable de las aguas de los ríos serranos evitando inundaciones y sequías prolongadas el abastecimiento hídrico en particular del sector agropecuario que depende en gran parte de la medida de la conservación y estabilidad de los páramos (Mena Vásquez, y otros, 2011).

Los Andes centrales abarcan desde 5-33° S, presenta una forma arqueada y es el segmento más alto y más largo de toda la cadena de los Andes, se distinguen los siguientes dominios morfotectónicos longitudinales principales, el Per central 5-14°S, el Altiplano la puna 14-26°S y las sierras pampeanas 26-33°S (Moraes, Øllgaard, Kvist, Borchsenius, & Balslev, 2006).

Los inventarios de plantas usualmente han tenido como objetivo listar de forma exhaustiva las especies vegetales presentes en un sitio. Sin embargo, un inventario puede abarcar mucho más, dado que es una medida puntual en el tiempo de uno o varios elementos de la biodiversidad vegetal de un área. Por ello, los inventarios también pueden ser diseñados para determinar el número de individuos de una o unas pocas especies individuales, su hábitat y/o el estado actual de ciertos procesos que las involucran. Asimismo, pueden ser diseñados para evaluar las formas en que las especies se encuentran espacialmente y temporalmente distribuidas en una región, lo que le da al paisaje una fisionomía o aspecto que lo caracteriza e identifica (e. g. un bosque es completamente reconocible como tal y distinguible de una sábana o un pastizal (González Olivia, Ferro Díaz, Rodríguez Cala, & Berazín, 2017).

Todo estudio científico requiere de una adecuada planificación para evitar pérdidas de tiempo y esfuerzo al recolectar datos que luego no tienen gran utilidad o no dan respuesta a los objetivos originales de la investigación. La planificación de un inventario debe considerar dos elementos claves: tener claro los objetivos de dicha investigación y conocer el o los sistemas biológicos con los que se va trabajar y en segundo lugar seleccionar la metodología de muestreo, que implica no sólo el método de muestreo sino cómo hacerlo. Luego, puede procederse a tomar los datos que posteriormente tendrán que ser procesados, resumidos y presentados (González Olivia, Ferro Díaz, Rodríguez Cala, & Berazín, 2017).

2.2 Metodología.

La metodología implementada debió considerar que los ecosistemas localizados se encuentren distribuidos en diferentes estratos por lo que se utilizaron diferentes métodos de acuerdo con la zona de localización y al tipo de vegetación que se encuentra. El tipo de muestreo para la recolección de especies vegetales se estableció por conveniencia, ya que las diferentes zonas en estudio existen superficies con intervenciones antropogénicas, por lo cual los sitios de muestreo a inventariar son los que se encuentren con mayor población vegetal. El tipo de muestreo es estratificado, el cual implica que la distribución de las muestras tenga un patrón sistemático dentro de los estratos de la zona, lo que permitió identificar las variaciones existentes en la cobertura vegetal, además, la aplicación de este método ayudó a tener mayor estimación de las especies y fue de sencilla aplicación en condiciones poco favorables por el relieve (MINAM, 2015).

En el análisis del registro de flora y sus variables se basó en el criterio del “área mínima de la comunidad” esto manifestado por (Matteucci & Colma, 1982), este concepto indica que relaciona simultáneamente con la homogeneidad florística y espacial, esto surge del criterio de que para toda comunidad vegetal existe una superficie por debajo de la cual ella no puede expresarse como tal, esto permite registrar la mayor cantidad de especies en un área determinada por cada tipo de vegetación existente, por ende, se basa en el análisis de la curva especie-área, en donde se consideró para la unidad muestral de 0,1 ha. aplicando un rango de 1 a 5 % del área total de las zonas de estudio.

Para el muestreo de las especies arbustivas se instalaron transectos de tipo rectangular, esto, debido a que permite un manejo con menor complejidad para las actividades de medición y al mismo tiempo, permite contralar el registro de la información, incluye además, un mayor desplazamiento sobre el área de las unidades de muestreo, es decir, se puede evaluar las variables mientras se camina en línea recta tomando medidas desde afuera de la unidad. También el método de transecto nos permite conocer la riqueza, composición florística y especies dominantes del área en estudio, con el fin de realizar sugerencias enfocadas a análisis (Freire Fierro , 2004).

2.3 Arbustal siempreverde montano del Norte de los Andes (AsMn01).

El ecosistema en cuestión se caracteriza porque son pequeños fragmentos de vegetación natural, que se encuentran dispersos por su condición natural, en ocasiones se pueden encontrar fragmentos con mayor superficie, dichos fragmentos al no estar conectados, la distancia que se presenta desfavorece la movilidad de la fauna existente. A pesar

de ser ecosistemas pequeños e incluso encontrarse distribuidos en parches dispone de una alta densidad en su población Tabla 8 (MAE, Conectividad de los Ecosistemas de Ecuador Continental, 2017).

Tabla 8. Registro de especies representativas del ecosistema (AsMn01).

N°	Nombre científico	Familia	N° de Individuos
1	<i>Arcytophyllum nitidum</i>	Rubiaceae	32
2	<i>Barnadesia arborea</i>	Asteraceae	15
3	<i>Bocconia integrifolia</i>	Papaveraceae	37
4	<i>Berberis grandiflora</i>	Berberidaceae	18
5	<i>Berberis hallii</i>	Berberidaceae	26
6	<i>Cavendishia bracteata</i>	Ericaceae	15
7	<i>Cestrum tomentosum</i>	Solanáceas	33
8	<i>Coriaria ruscifolia</i>	Coriariaceae	23
9	<i>Duranta triacantha</i>	Verbenaceae	31
10	<i>Escallonia micrantha</i>	Escalloniaceae	22
11	<i>Gaultheria alnifolia</i>	Ericaceae	18
12	<i>Mimosa quitensis</i>	Fabaceae	47
13	<i>Solanum crinitipes</i>	Solanaceae	20
14	<i>Solanum nigrescens</i>	Solanáceas	19
15	<i>Hesperomeles ferruginea</i>	Rosaceae	15
16	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	Rosáceas	21
17	<i>Oreopanax andreanus</i>	Araliaceae	32
18	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	Araliaceae	23
19	<i>Symplocos carmencitae</i>	Symplocaceae	17

20	<i>Symplocos quitensis</i>	Symplocaceae	22
21	<i>Vallea stipularis</i>	Elaeocarpaceae	18

Fuente: VASEQUI, 2024

2.4 Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo (AsSn01).

El ecosistema en mención se caracteriza debido a que sus formaciones vegetales en su mayoría son almohadillas, se puede apreciar dentro de los mimos especies arbustales que se encuentran dispuestos en pequeños remanentes con mucha frecuencia llegando a alcanzar alturas de hasta 3 m, este tipo de hábitats se encuentran amezclados con pajonales amacollados aproximadamente de 1,20 m, las especies representativas que se pueden encontrar son *Calamagrostis* spp, y otras especies arbustivas como los géneros *Gynoxys*, *Miconia*, *Buddleja*, *Monnina* entre otras mas Tabla 9 (MECN & INB, 2015).

Tabla 9. Registro Especies representativas del ecosistema AsSn01

N°	Nombre científico	Familia	N° de Individuos
1	<i>Agrostis perennans</i>	Poaceae	37
2	<i>Baccharis latifolia</i>	Asteraceae	16
3	<i>Bejaria aestuans L</i>	Ericaceae	28
4	<i>Brachyotum ledifolium</i>	Melastomataceae.	32
5	<i>Buddleja incana</i>	Scrophulariaceae	19
6	<i>Calamagrostis intermedia</i>	Poacea	43
7	<i>Clinopodium nubigenum</i>	Lamiaceae	26
8	<i>Disterigma acuminatum</i>	Ericaceae	17
9	<i>Disterigma alaternoides</i>	Ericaceae	23

10	<i>Eryngium humile</i>	Apiaceae	31
11	<i>Escallonia myrtilloides</i>	Escalloniaceae	27
12	<i>Lachemilla orbiculata</i>	Rosaceae	16
13	<i>Miconia dodsonii</i>	Melastomataceae	13
14	<i>Miconia salicifolia</i>	Melastomataceae	32
15	<i>Monnina salicifolia</i>	Polygalaceae	25
16	<i>Plantago rigida</i>	Plantaginaceae	36
17	<i>Stellaria serpyllifolia</i>	Caryophyllaceae	22
18	<i>Themistoclesia epiphytica</i>	Ericaceae	25
19	<i>Weinmannia fagaroides</i>	Cunoniaceae	34
20	<i>Werneria pygmaea</i>	Asteraceae	26

Fuente: VASEQUI, 2024.

2.5 Bosque siempreverde del Páramo (BsSn01).

Este ecosistema se caracteriza por poseer una vegetación de transición, encontrándose desde los 3000 msnm, sus formaciones vegetales son similares a otros ecosistemas, como es el caso de los bosques nublados en su fisonomía, también, se pueden encontrar una gran cantidad de musgos y plantas epífitas, pero la gran variedad de especies presentes se debe al tipo de suelo en el que se encuentre y su estructura. Las especies arbóreas y arbustivas presentes en este ecosistema crecen de manera irregular y con una alta densidad, con trocos ramificados o inclinados, y en algunas ocasiones caídos por encontrarse en fuertes pendientes Tabla 10.

Tabla 10. Registro Especies representativas del ecosistema BsSn01

N°	Nombre científico	Familia	N° de Individuos
1	<i>Arcytophyllum nitidum</i>	Rubiaceae	22
2	<i>Baccharis buxifolia (Lam)</i>	Asteraceae	19
3	<i>Brachyotum ledifolium (Desr)</i>	Melastomataceae	15
4	<i>Buddleja incana</i>	Scrophulariaceae	18
5	<i>Calamagrostis intermedia</i>	Poaceae	52
6	<i>Cortaderia nitida (Kunth) Pilg.</i>	Poaceae	42
7	<i>Diplostephium ericoides</i>	Asteraceae	33
8	<i>Diplostephium glandulosum</i>	Asteraceae	31
9	<i>Diplostephium rupestre</i>	Asteraceae	13
10	<i>Disterigma empetrifolium</i>	Ericaceae	32
11	<i>Escallonia myrtilloides</i>	Escalloniaceae	12
12	<i>Gynoxis buxifolia</i>	Asteraceae	26
13	<i>Gynoxis hallii Hieron</i>	Asteraceae	17
14	<i>Gynoxys acostae</i>	Asteraceae	31
15	<i>Gynoxys caracensis</i>	Asteraceae	39
16	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	Rosaceae	36
17	<i>Loricaria thuyoides (lam)</i>	Asteraceae	25
18	<i>Miconia salicifolia (Desr)</i>	Melastomataceae	21
19	<i>Monnina obtusifolia Kunth</i>	Polygalaceae	37
20	<i>Myrsine andina</i>	Myrsinaceae	24
21	<i>Oreopanax andreanus</i>	Araliaceae	13

22	<i>Polylepis incana</i>	Rosaceae	32
23	<i>Polylepis racemosa</i>	Rosaceae	41
24	<i>Puya goudotiana</i>	Bromeliaceae	12
25	<i>Ribes ecuadorensis</i> Janez	Grossulariaceae	32
26	<i>Senecio niveoaurus</i>	Asteraceae	8
27	<i>Syphocampylus giganteus</i>	Campanulaceae	10
28	<i>Valeriana stenophylla</i>	Caprifoliaceae	5

Fuente: VASEQUI, 2024.

2.6 Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn01).

El ecosistema en descripción esta caracterizada por poseer una vegetación diversa y densa, adaptada a condiciones húmedas, con precipitaciones altas, en su mayoría se pueden observar una gran frecuencia de epífitas, musgos, helechos entre otras especies, que son de gran importancia ya que contribuyen a la captación de la humedad y el equilibrio hídrico del ecosistema. La estructura del bosque esta compuesta también por arboles y arbustos, los cuales estan cubiertos por musgos y cortezas, la diversidad presente en este ecosistema se debe a condiciones geológicas y climáticas propias del sitio Tabla 11.

Tabla 11. Registro Especies representativas del ecosistema BsAn01

N°	Nombre científico	Familia	N° de Individuos
1	<i>Barnadesia arborea</i>	Asteraceae	13
2	<i>Brachyotum ledifolium</i>	Melastomataceae	38
3	<i>Buddleja incana</i>	Schrophulariaceae	26
4	<i>Casearia sylvestris</i>	Salicaceae	22

5	<i>Cecropia chocoana</i>	Urticaceae	15
6	<i>Clusia multiflora</i>	Clusiaceae	15
7	<i>Cyathea arborea</i>	Cyatheaceae	24
8	<i>Dircine arborea</i>	Rubiaceae	6
9	<i>Disterigma empetrifolium</i>	Ericaceae	13
10	<i>Eugenia yasuniana</i>	Myrtaceae	32
11	<i>Fuchsia loxensis</i>	Onagraceae	18
12	<i>Guana kathiana</i>	Rubiaceae	18
13	<i>Guaracea kunthiana</i>	Meliaceae	25
14	<i>Hieronyma macrocarpa</i>	Phyllanthaceae	27
15	<i>Macleania cordifolium</i>	Ericaceae	21
16	<i>Miconia crocea</i>	Melastomataceae	31
17	<i>Miconia macrotis</i>	Melastomataceae	37
18	<i>Myrsine andina</i>	Primulaceae	28
19	<i>Persea kunth</i>	Lauraceae	32
20	<i>Solanum aphyodendrum</i>	Solanaceae	27
21	<i>Solanum venosum</i>	Solanaceae	19
22	<i>Syphocampylos giganteus</i>	Campanulaceae	16
23	<i>Turpinia occidentalis</i>	Staphyleaceae	27

Fuente: VASEQUI, 2024.

2.7 Herbazal del Páramo (HsSn02).

Este ecosistema se caracteriza por estar formado por un herbazal denso, donde en su mayoría se encuentran gramíneas amacolladas que pueden superar los 50 cm de altura, se debe considerar que este tipo de ecosistemas en los páramos en Ecuador son los que mayor superficie ocupan en el territorio Tabla 12. Las especies representativas de este

ecosistema son amplias como pueden ser de generos Calamagostis, Agrostis, Festuca entre otras, incluyendo una gran variedad de hierbas dispuestas en rosetas y rastreras, por lo que son más propensas a incendios por la presencia de la ganadería extensiva, por lo que afecta a la población y frecuencia de especies vegetales (MECN & INB, 2015).

Tabla 12. Registro de especies en el ecosistema HsSn02

N°	Nombre científico	Familia	N° de Individuos
1	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Asteraceae	3
2	<i>Hypochaeris</i> sp.	Asteraceae	25
3	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	Asteraceae	38
4	<i>Saracha</i> sp.	Solanaceae	12
5	<i>Ageratina pichinchensis</i> (Kunth) R.M.King & H.Rob.	Asteraceae	4
6	<i>Brachyotum ledifolium</i> (Desr.) Triana	Melastomataceae	24
7	<i>Ranunculus geranioides</i> Kunth ex DC.	Ranunculaceae	45
8	<i>Solanum</i> sp.	Solanaceae	2
9	<i>Cajophora contorta</i> (Desr.) C. Presl	Loasaceae	3
10	<i>Calceolaria perfoliata</i> L. F	Calceolariaceae	10
11	<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C. Sm.	Ericaceae	2
12	<i>Alonsoa meridionalis</i> (L.f.) Kuntze	Scropulariaceae	11
13	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	Asteraceae	1
14	<i>Sessea vestita</i> (Hook.f.) Miers	Solanaceae	3
15	<i>Phytolacca bogotensis</i> Kunth	Phytolaccaceae	2
16	<i>Miconia pseudocentrophora</i> Cogn.	Melastomataceae	3
17	<i>Fuchsia loxensis</i> Kunth	Onagraceae	16

18	<i>Miconia crocea</i> (Desr.) Naudin.	Melastomataceae	4
19	<i>Minthostachys mollis</i> (Kunth) Griseb.	Lamiaceae	3
20	<i>Blechnum loxense</i> (Kunth)Hook. Ex Salomon	Blechnaceae	6
21	<i>Salvia corrugata</i> Vahl	Lamiaceae	1
22	<i>Polygonum</i> sp.	Poligonaceae	25
23	<i>Rubus nubigenus</i> Kunth	Rosaceae	2
24	<i>Lasiocephalus involucrata</i> (Kunth) B. Nord.	Asteraceae	6
25	<i>Oxalis lotoides</i> Kunth	Oxalidaceae	3
26	<i>Hesperomeles ferruginea</i> (Pers.) Benth	Rosaceae	10
27	<i>Lasiocephalus</i> sp.	Asteraceae	3
28	<i>Jungia rugosa</i> Hieron	Asteraceae	15
29	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	Iridaceae	32
30	<i>Galium hypocarpium</i> (L.)Endl.ex Griseb.	Rubiaceae	19
31	<i>Taraxacum officinale</i> Weber.	Asteraceae	6
32	<i>Equisetum bogotense</i> Kunth	Equisetaceae	25
33	<i>Acaena ovalifolia</i> Ruiz & Pav.	Rosaceae	8
34	<i>Coriaria ruscifolia</i> L.	Coriaceae	2
35	<i>Myrsine</i> sp.	Primulaceae	3
36	<i>Nasturtium officinale</i> R. Br.	Brassicaceae	150
37	<i>Vallea stipularis</i> L.f.	Elaocarpaceae	9
38	<i>Tillandsia complanata</i> Benth.	Bromeliaceae	21
39	<i>Matricaria courrantiana</i> D.C.	Asteraceae	6
40	<i>Barnadesia arborea</i> Kunth	Asteraceae	3

41	<i>Rumex obtusifolius L.</i>	Poligonaceae	2
42	<i>Vaccinium floribundum Kunth</i>	Ericaceae	8
43	<i>Tristerix longibracteatus (Desr.) Barlow</i>	Loranthaceae	2
44	<i>Brugmansia sanguinea (Ruiz & Pav.) D. Don</i>	Solanaceae	2
45	<i>Buddleja bullata Kunth</i>	Asteraceae	15
46	<i>Chusquea scandens Kunth</i>	Poaceae	15
47	<i>Berberis hallii Hieron</i>	Berberidaceae	2
48	<i>Lupinus pubescens Benth.</i>	Fabaceae	3
49	<i>Pernettya prostrata (Cav.) DC.</i>	Mirtaceae	2
50	<i>Rhynchospora ruiziana Boeck.</i>	Cyperaceae	2
51	<i>Achyrocline alata (Kunth) DC.</i>	Asteraceae	25
52	<i>Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud</i>	Poaceae	500
53	<i>Hieracium frigidum Wedd.</i>	Asteraceae	2
54	<i>Phalaris sp.</i>	Poaceae	4
55	<i>Bidens andicola Kunth</i>	Asteraceae	6
56	<i>Monnina crassifolia (Bonpl.) Kunth</i>	Poligalaceae	1
57	<i>Lathyrus gladiatus Hook</i>	Fabaceae	5
58	<i>Castilleja fissifolia L. f.</i>	Scropulariaceae	1
59	<i>Hypericum laricifolium Juss.</i>	Hypericaceae	5
60	<i>Cynodon dactylon (L.) Pers.</i>	Poaceae	38
61	<i>Geranium diffusum Kunth</i>	Geraniaceae	3
62	<i>Elaphoglossum crasipes (Hieron) Diels</i>	Dryopteridaceae	1
63	<i>Eryngium humile Cav.</i>	Apiaceae	1
64	<i>Siphocampylus giganteus (Cav.) G. Don</i>	Campanulacea	1

65	<i>Escallonia myrtilloides L. f.</i>	Escalloniaceae	1
66	<i>Calceolaria ericoides Vahl.</i>	Calceolariaceae	6
67	<i>Cortaderia nitida (Kunth) Pilg.</i>	Poaceae	9
68	<i>Gynoxys halii Hieron.</i>	Asteraceae	10
69	<i>Buddleja incana Ruiz & Pav.</i>	Scropulariaceae	24

(Asqui Lamiña, 2023).

2.8 Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo (HsSn03).

En el ecosistema Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo (HsSn03), se registraron 22 especies, con 9 familias, en donde las gramíneas, musgos y líquenes son las especies con mayor densidad por metro cuadrado, debido a las condiciones de temperaturas bajas, por la altura en la que se encuentra el ecosistema, el tipo de suelo también influye en el tipo de vegetación, ya que estos generalmente son ácidos, con alto contenido de materia orgánica, además al tener poca profundidad tienen tendencia a la erosión eólica e hídrica Tabla 13.

Tabla 13. Registro de especies en el ecosistema HsSn03

N°	Nombre científico	Familia	N° de individuos
1	<i>Agrostis breviculmis</i>	Poaceae	67
2	<i>Alchemilla vulgaris</i>	Asteraceae	13
3	<i>Bidens andicola</i>	Plantaginaceae	73
4	<i>Calamagrostis intermedia</i>	Gramíneas	32
5	<i>Culcitium canescens</i>	Asteraceae	52
6	<i>Gentiana sedifolia</i>	Gentianaceae	24
7	<i>Gentianella cerastioides</i>	Gentianaceae	23

8	<i>Hypericum laricifolium</i>	Hypericaceae	42
9	<i>Hypochaeris sessiliflora</i>	Asteraceae	13
10	<i>Lachemilla orbiculata</i>	Rosaceae	47
11	<i>Lupinus pubescens</i>	Fabaceae	28
12	<i>Lupinus tauris</i>	Poaceae	13
13	<i>Monticalia andicola</i>	Asteraceae	24
14	<i>Niphogeton dissecta</i>	Rosaceae	21
15	<i>Plantago lanceolata</i>	Plantaginaceae	34
16	<i>Plantago rigida</i>	Plantaginaceae	52
17	<i>Senecio ferreyrae</i>	Asteraceae	12
18	<i>Senecio niveoaurus</i>	Asteraceae	23
19	<i>Stipa tenuissima</i>	Poaceae	41
20	<i>Valeriana microphylla</i>	Valerianaceae	12
21	<i>Valeriana microphylla</i>	Valerianaceae	21
22	<i>Werneria nubigena</i>	Asteraceae	32

Fuente: VASEQUI, 2024.

2.9 Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo (HsNn03).

En el ecosistema se logró registrar identificar 59 especies Tabla 14, en su mayoría herbáceas, también se pudo encontrar especies arbustivas y arbóreas, estas se describen de manera específica en la Tabla, debido a sus características climáticas se pudo identificar que la especie *Azorella aretioides* (Kunth) Willd. ex DC es la que se encuentra con mayor frecuencia.

Tabla 14. Registro de especies identificadas en el ecosistema HsNn03.

N°	Nombre científico	Familia	N° de individuos
1	<i>Niphogeton ternata</i>	Apiaceae	1
2	<i>Eryngium humile</i> Cav.	Apiaceae	10
3	<i>Azorella aretioides</i> (Kunth) Willd. ex DC	Apiaceae	1974
4	<i>Monticalia arbutifolia</i> (Kunth) C. Jeffrey	Asteraceae	17
5	<i>Perezia punges</i> (Bonpl.) Less	Asteraceae	3
6	<i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC.	Asteraceae	31
7	<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth	Asteraceae	12
8	<i>Bidens andicola</i> Kunth	Asteraceae	53
9	<i>Werneria nubigena</i>	Asteraceae	12
10	<i>Chuquiragua jussieui</i>	Asteraceae	21
11	<i>Xenophyllum humile</i>	Asteraceae	1715
12	<i>Asteracea sp 1</i>	Asteraceae	27
13	<i>Aetheolaena involucrata</i> (Kunth) B. Nord.	Asteraceae	19
14	<i>Hieracium frigidum</i>	Asteraceae	4
15	<i>Ageratina cuencana</i>	Asteraceae	9
16	<i>Pentacalia peruviana</i>	Asteraceae	13
17	<i>Erigeron ecuadoriensis</i> Hierón	Asteraceae	9
18	<i>Baccharis arbutifolia</i> (Lam.) Vahl	Asteraceae	32
19	<i>Asteracea sp 2</i>	Asteraceae	1
20	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Tenore	Asteraceae	2

21	<i>Ageratina sp</i>	Asteraceae	1
22	<i>Gynoxys acostae</i> Cuatrec.	Asteraceae	41
23	<i>Loricaria thuyoides</i> (Lam.) Sch.	Asteraceae	14
24	<i>Berberis pindilicensis</i> Hieron.	Berberidaceae	4
25	<i>Blechnum loxense</i> (Kunth) Hook.	Blechnaceae	7
26	<i>Bomarea glaucescens</i> (Kunth) Baker	Blechnaceae	4
27	<i>Valeriana microphylla</i>	Caprifoliaceae	4
28	<i>Cerastium mollisium</i> Poir	Cariophyllaceae	2
29	<i>Carex lemanningiana</i>	Cyperaceae	18
30	<i>Carex bonplandii</i>	Cyperaceae	9
31	<i>Uncinia phleoides</i> (Cav.) Pers.	Cyperaceae	1
32	<i>Elaphoglossum mathewsii</i>	Dryopteridaceae	5
33	<i>Polystichum orbiculatum</i>	Dryopteridaceae	11
34	<i>Pernettya prostrata</i>	Ericaceae	24
35	<i>Vaccinium floribundum</i>	Ericaceae	8
36	<i>Disterigma empetrifolium</i> (Kunth) Nied.	Ericaceae	12
37	<i>Trifolium repens</i> L.	Fabaceae	101
38	<i>Lupinus pubescens</i> Benth	Fabaceae	19
39	<i>Vicia andicola</i>	Fabaceae	2
40	<i>Lupinus sp.</i>	Fabaceae	3
41	<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth	Gentianaceae	12
42	<i>Gentianella sp1</i>	Gentianaceae	1377
43	<i>Halenia serpyllifolia</i> J.S.Pringle	Gentianaceae	6
44	<i>Gentianella sp2</i>	Gentianaceae	4
45	<i>Gentianella cerastioides</i>	Gentianaceae	24

46	<i>Gentianella limoselloides</i> (Kunth).	Gentianaceae	9
47	<i>Geranium stramineum</i>	Geraniaceae	3
48	<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.	Hypericaceae	20
49	<i>Sisyrinchium jamesonii</i> Baker	Iridaceae	8
50	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i>	Iridaceae	14
51	<i>Stachys elliptica</i>	Lamiaceae	4
52	<i>Clinopodium nubigenum</i> Kuntze	Lamiaceae	8
53	<i>Huperzia crassa</i> (Bumb.& Bonpl.ex Willd.)	Lycopodiaceae	14
54	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	Lycopodiaceae	117
55	<i>Brachyotum alpinum</i> Cong.	Melastomataceae	11
56	<i>Miconia sacifolia</i>	Melastomataceae	10
57	<i>Fuchsia petiolaris</i>	Onagraceae	1
58	<i>Castilleja fissifolia</i> L	Orobanchaceae	19
59	<i>Bartsia laticrenata</i> Benth	Orobanchaceae	2

(Caguana Espinoza, 2023)

2.10 Levantamiento de información sobre la fauna en cada ecosistema.

Los inventarios de mamíferos se realizan principalmente en el ámbito de la investigación científica, sin embargo, el incremento de proyectos de inversión en minería e hidrocarburos en la última década ha generado demanda de inventarios de mamíferos para las evaluaciones de impacto ambiental. La alta diversidad, la riqueza de endemismos y el alto grado de amenaza de extinción de muchas especies de mamíferos hacen que su detallada evaluación sea una necesidad, especies como los mamíferos se encuentran entre los vertebrados de más amplia distribución geográfica a escala global debido a su gran adaptabilidad a variados ámbitos

geográficos. Globalmente, los mamíferos también incluyen una gran cantidad de especies amenazadas de forma directa por las actividades humanas, como la cacería y la destrucción de hábitats (Yucra Ccahuana, Iannacone, & Alvarino, 2017).

Es necesario se levanten los datos de localización (coordenadas y altura) de los puntos de posicionamiento relevantes al inventario, según sea apropiado para la metodología utilizada. Esto incluye datos de posicionamiento de individuos observados y/o colectados en los inventarios, así como de las trampas, transectos, redes, etc. La información generada debe ser ubicada en el sistema de coordenadas geográficas a partir del datum WGS 84, si el ámbito de estudio no es muy amplio (como por ejemplo un distrito o un área protegida), es mejor utilizar el sistema de coordenadas planas, proyección UTM, referido a la zona UTM correspondiente al área (MINAM, 2015)

Sus declaraciones han obedecido en gran medida a la necesidad de proteger los remanentes boscosos y las distintas cabeceras de las fuentes de agua que abastecen a los acueductos municipales, veredales o de una determinada región, estos sistemas en términos generale representan remanentes de paramo, subpáramo y bosque andino que en us conjunto corresponden a dos de los más frágiles, diversos y principales ecosistemas de la flora andina (CAR, 2009).

El profesional a cargo debe proporcionar un tratamiento ético y adecuado durante la captura, toma de datos, colecta2 o liberación de los animales, para lo cual requiere de entrenamiento básico en la disciplina, sobre todo cuando se trata de organismos con potencial tóxico (como anfibios, víboras y corales o naca naca, varias culebras), asimismo, con algunos

mamíferos que son considerados potenciales reservorios de patógenos peligrosos, como murciélagos y roedores. Para la colecta de estos especímenes, es indispensable el uso mínimo de equipos de bioseguridad como guantes y mascarillas durante el proceso de manipulación de los animales o durante la entrada a cuevas en el caso de búsqueda de refugios de murciélagos. La manipulación y colecta de especímenes seguirá los protocolos y estándares de bioseguridad para prevenir la posible diseminación de hongos como *Batrachochytrium dendrobatidis*, hongo causante de la declinación de anfibios a escala mundial., por su parte, las botas de jebe deben ser desinfectadas con lejía antes del ingreso a la zona de estudio. Por otra parte, la liberación de individuos se debe realizar preferentemente en el mismo lugar de captura o cerca del mismo, dependiendo de la movilidad del animal. Las colectas y el número de especímenes a coleccionar, deben ser mínimas y solo en casos de incertidumbre taxonómica. Para el caso de especies CITES, se registrará en base a la normatividad vigente. Asimismo, se debe evitar la captura de hembras preñadas o en estado de lactancia (MINAM, 2015).

2.11 Metodología.

Inventario Español de Especies Terrestres (IEET): En el IEET se encuentra disponible la información recopilada en los diferentes Atlas publicados hasta la fecha, así como información relativa al anillamiento científico de aves, tortugas marinas y quirópteros que haya sido coordinada por la Oficina de Especies Migratorias, a cargo del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (Inventario de fauna y análisis de repercusiones en RN2000 de la PSF 20Mwp "El Baldío 2", 2020).

Asimismo, también se incluyen los Censos de Aves Acuáticas Invernantes y los resultados de proyectos realizados en relación a los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad en España. La información extraída en este estudio hace referencia únicamente a las especies de vertebrados terrestres y a la cuadrícula UTM 10x10 donde se ubica el ámbito de estudio, esto es la cuadrícula UTM 30STK62 (Inventario de fauna y análisis de repercusiones en RN2000 de la PSF 20Mwp "El Baldío 2", 2020).

El objetivo es disponer de una primera aproximación de los taxones potencialmente presentes en el entorno inmediato del proyecto. Ha de considerarse que la UTM 10x10 implica una superficie de 10.000 hectáreas en la que pueden entrar una gran variedad de hábitats diferentes y por tanto de sus especies asociadas, lo que no significa que todas ellas se encuentren en el área de estudio. Por tanto, los datos expuestos deben considerarse como aproximados (Inventario de fauna y análisis de repercusiones en RN2000 de la PSF 20Mwp "El Baldío 2", 2020).

2.12 Arbustal siempreverde montano del Norte de los Andes (AsMn01).

El ecosistema en mención para su categorización se debe considerar la diversidad florística mediante análisis de la composición florística, permitiendo tener un bagaje de conocimiento de las especies y su rol ecológico, por lo que se desarrolla una comprensión hacia el uso adecuado de la biodiversidad Tabla 15 (Curipoma, Argüello, & Pérez, 2021).

Tabla 15. Registro de fauna en el ecosistema AsMn01

N°	Especie	Nombre científico	Familia	N° Ind
1	Ratón Campestre delicado	<i>Akodon mollis</i>	Cricetidae	10
2	Ratón arrocero altísimo	<i>Microryzomys altissimus</i>	Cricetidae	6
3	Rátón andino de paramo	<i>Thomasomys paramorum</i>	Cricetidae	7
4	Ratón andino de punta blanca	<i>Thomasonys candivarius</i>	Cricetidae	2
6	Conejo Andino	<i>Sylvilagus andinus</i>	Leporidae	16
7	Zarigüeya andina de orejas blancas	<i>Didelphis pernigra</i>	Didelphidae	3

Fuente: VASEQUI, 2024

2.13 Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo (AsSn01).

El ecosistema Arbustal siempreverde y Herbazal del páramo dentro de la parroquia Quimiag se localizaron cinco polígonos, una en la Asociación Zoila Martínez, tres en la Hacienda que se encuentra en la parte superior de la asociación antes mencionada y otra en la Comunidad Verdepamba, las sumas de todos los polígonos dan como resultado que este ecosistema ocupa una superficie de 172,78 ha Tabla 16.

Tabla 16. Registro de fauna en el ecosistema AsSn01.

N°	Especie	Nombre científico	Familia	N° Ind.
1	Ratón Campestre delicado	<i>Akodon mollis</i>	Cricetidae	2
2	Ratón arrocero altísimo	<i>Microrhizomys altissimus</i>	Cricetidae	2
3	Ratón andino de paramo	<i>Thomasomys paramorum</i>	Cricetidae	1
4	Musaraña Ecuatoriana canosa	<i>Cryptotis montivagus</i>	Soricidae	3
5	Conejo Andino	<i>Sylvilagus andinus</i>	Leporidae	8

Fuente: VASEQUI, 2024

2.14 Bosque siempreverde del Páramo (BsSn01).

El ecosistema Bosque siempreverde del páramo, se localizó un polígono en la Asociación Zoila Martínez, indicando que la superficie que ocupa dicho ecosistema es de 26,07 ha Tabla 17.

Tabla 17. Registro de fauna en el ecosistema BsSn01.

N°	Especie	Nombre científico	Familia	N° Ind
1	Ratón Campestre delicado	<i>Akodon mollis</i>	Cricetidae	5
2	Ratón arrocero altísimo	<i>Microrhizomys altissimus</i>	Cricetidae	2
3	Ratón andino de paramo	<i>Thomasomys paramorum</i>	Cricetidae	7
4	Conejo Andino	<i>Sylvilagus andinus</i>	Leporidae	10

5	Zarigüeya andina de orejas blancas	<i>Didelphis pernigra</i>	Didelphidae	2
6	Burro	<i>Equus asinus</i>	Equidae	15

Fuente: VASEQUI, 2024

2.15 Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn01).

El ecosistema Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes Tabla 18, se localizaron cinco polígonos, ubicados en la Asociación Zoila Martínez, en la Hacienda ubicada en la parte norte de la asociación antes mencionada, en la Comunidad Río Blanco, Comunidad Santa Ana de Zagan, Comunidad San Pedro de Iguazo, Comunidad Chilcal Pucara, Comunidad Puculpala, Comunidad El Cortijo, Comunidad Balcashi, Comunidad Guntuz, Comunidad El Toldo, las sumas de todos los polígonos dan como resultado que este ecosistema ocupa una superficie de 768.09 ha.

Tabla 18. Registro de fauna en el ecosistema BsAn01.

N°	Especie	Nombre científico	Familia	N° Ind
1	Ratón Campestre delicado	<i>Akodon mollis</i>	Cricetidae	6
2	Ratón arrocerero altísimo	<i>Microryzomys altissimus</i>	Cricetidae	4
3	Conejo Andino	<i>Sylvilagus andinus</i>	Leporidae	12
4	Zorro Andino	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Canidae	1
5	Guagsas de Gunther	<i>Stenocercus guentheri</i>	Tropidurinae	8
6	Caballo	<i>Equus caballus</i>	Equidae	4
7	Burro	<i>Equus asinus</i>	Equidae	8

Fuente: VASEQUI, 2024

2.16 Herbazal del Páramo (HsSn02).

El ecosistema Herbazal del páramo es el más extenso que existe frente a los demás ecosistemas encontrados dentro de la parroquia Quimiag, se localizaron 11 polígonos distribuidos y localizados en la Comunidad Verdepamba, en la Hacienda ubicada en la parte norte de la Asociación Zoila Martínez, en la Comunidad Chilcal Pucará, en la Comunidad Balcashi, en la Comunidad Puculpala, en la Comunidad El Toldo, en la Comunidad Guntuz y en la Comunidad El Cortijo, las sumas de todos los polígonos dan como resultado que este ecosistema ocupa una superficie de 3092,38 m² donde se registraron las siguientes especie Tabla 19.

Tabla 19. Registro de fauna en el ecosistema HsSn02.

N°	Especie	Nombre científico	Familia	N° Ind
1	Zarigüeya andina de orejas blancas	<i>Didelphis pernigra</i>	Didelphidae	2
2	Ratón arrocero altísimo	<i>Microryzomys altissimus</i>	Cricetidae	9
3	Raton andino de páramo	<i>Thomasomys paramorum</i>	Cricetidae	7
4	Ratón Campestre delicado	<i>Akodon mollis</i>	Cricetidae	10
5	Zorro andino	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Canidae	1
6	Conejo andino	<i>Silvilagus andinus</i>	Leporidae	12
7	Caballo	<i>Equus caballus</i>	Equidae	12

Fuente: VASEQUI, 2024

2.17 Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo (HsSn03).

El ecosistema Herbazal húmedo montano alto superior del páramo, se localizó un polígono en la Asociación Zoila Martínez, la superficie de este indica que este ecosistema ocupa una superficie de 50,13 ha y donde se registraron las especies que se detallan en la Tabla 20.

Tabla 20. Registro de fauna en el ecosistema HsSn03.

Nº	Especie		Nombre científico	Familia	Nº Ind
1	Ratón delicado	Campestre	<i>Akodon mollis</i>	Cricetidae	8
2	Conejo andino		<i>Sylvilagus andinus</i>	Leporidae	6
3	Caballo		<i>Equus caballus</i>	Equidae	7
4	Vaca		<i>Bos taurus</i>	Bovidae	13

Fuente: VASEQUI, 2024

2.18 Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo (HsNn03).

El ecosistema Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del páramo, siendo el segundo más extenso en superficie frente a los demás ecosistemas, se localizaron dos polígonos. un polígono en la Asociación Zoila Martínez, Hacienda del norte de la asociación antes mencionada y en la hacienda ubicada en la parte central de la parroquia, en la Comunidad Chilcal Pucará, en la Comunidad Puculpala, en la Comunidad El Toldo, Comunidad Balcashí y Comunidad Guntuz, el sumatorio total de los polígonos indican que este ecosistema ocupa una superficie de 2142,42 ha y donde se registraron las especies que se detallan en la Tabla 21.

Tabla 21. Registro de fauna en el ecosistema HsNn03.

N°	Especie	Nombre científico	Familia	N° Ind
1	Ratón Campestre delicado	<i>Akodon mollis</i>	Cricetidae	8
2	Conejo andino	<i>Sylvilagus andinus</i>	Leporidae	6
3	Caballo	<i>Equus caballus</i>	Equidae	8
4	Vaca	<i>Bos taurus</i>	Bovidae	40

Fuente: VASEQUI, 2024

2.19 Análisis del contenido de Carbono Orgánico Total en los ecosistemas de la parroquia Quimiag.

El carbono orgánico del suelo (COS), implica el ciclo del carbono a través de diferentes factores como el suelo, vegetación, océano y la atmósfera, considerando que el valor almacenado en el primer metro del suelo es de 1 500 PgC, por lo que es mayor a los contenidos en la atmósfera, con un valor de 800 PgC, mientras que la vegetación terrestre indica que acumula un valor de 500 PgC, los valores que se reportan no son constantes por lo que pueden variar por encontrarse circulando en diferentes zonas de almacenamiento (FAO, Lefèvre , Rekik , Alcantara , & Wiese , 2017).

Se puede indicar que los suelos son los principales contenedores de este elemento ya que su almacenamiento es mayor a los encontrados en la vegetación y en la atmósfera, el estado en el que se encuentra puede ser de dos diferentes formas, ya sea orgánica e inorgánicamente, la

clasificación de los suelos también incide en la acumulación en su superficie (FAO, s.f.).

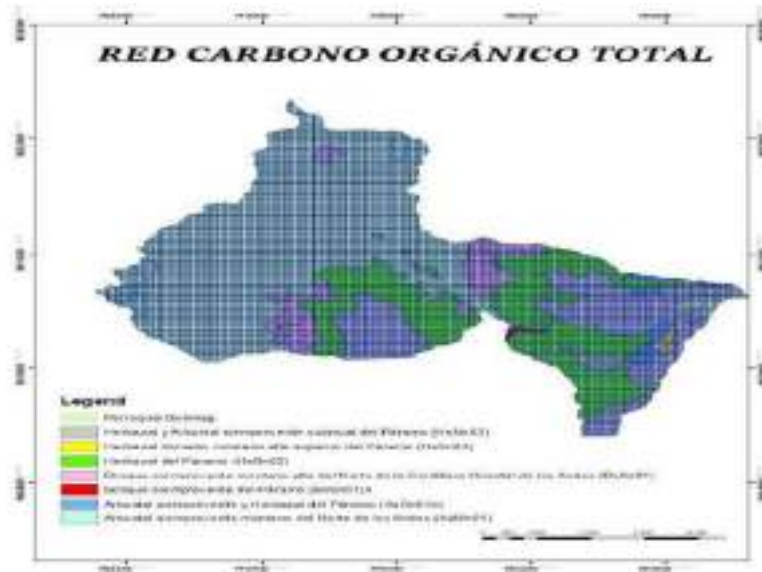
2.20 Metodología.

Para la recolección de muestras de suelo se realizó la creación de una red en el programa ArcGis 10.5, la cual divide al área de la parroquia en estudio en parcelas de 100 m², para determinar el número de muestras que se recolectaron en cada ecosistema, posteriormente se hizo el recorrido de recolección en forma de zigzag, siendo este el más utilizado por ser práctico y fácil de utilizar (Mendoza Corrales & Espinoza, 2017).

El inicio fundamental para la interpretación adecuada de resultados, es mediante un muestreo, al tratarse de muestras de suelo, se debe considerar que este material es heterogéneo, procedentes de diferentes condiciones como topografía, tipos de vegetación, entre otros, por lo que la técnica que se utiliza depende de los objetivos de estudio y se debe evitar áreas con características con diferentes grados de pendiente, grados de erosión, tipo de vegetación, si hubo algún tipo de manejo con fertilizantes y evitar presencia de rocas, cuerpos de agua y demás factores (IGAC, 2021).

El diseño de muestreo que se utilizó se considera como prioridad la importancia de la homogeneidad de las muestras, al tratarse de áreas de bosque se aplicó un Muestreo sistemático, por medio de un diseño en cuadrícula, este detalla y divide el campo en cuadrículas de 100 m² en nuestro caso, por lo que aumenta el nivel de exactitud de los análisis de suelo Figura 21 (Schweizer Lassaga, 2011).

Figura 25. Red Carbono orgánico de la parroquia Quimiag.



Fuente: VASEQUI, 2024

La toma de muestras fue a una profundidad de 0-30 cm, se recomienda que los equipos de muestreo deben estar en perfecto estado y con limpios, libres de óxidos o cualquier otro tipo de contaminante, para recoger las muestras se debe limpiar superficialmente la vegetación presente alrededor de 1m², y se procede a extraer una muestra con ayuda de un barreno, este instrumento se utilizó ya que facilita la obtención de una muestra, introduciéndolo de manera vertical y extrayendo la muestra deseada de igual volumen y profundidad hasta completar entre 0,5 – 1 kg, (Schweizer Lassaga, 2011).

2.21 Método de laboratorio.

Walkley y Black en 1934. Siguiendo la norma ICOTEC NTC 5403:2013.

$$\%CO = \frac{(B - M) * N * 0,39}{P}$$

P

Donde:

B = Volumen de sulfato ferroso amónico gastado en la valoración del blanco.

M = Volumen de sulfato ferroso amónico gastado en la valoración de la Muestra.

N = Normalidad del sulfato ferroso.

0,39 = resulta de multiplicar $\frac{12}{4000} * \frac{1}{1} * 100$

4000 0,77

Donde $\frac{12}{4000}$ es el miliequivalente del carbono, $\frac{1}{1}$ es un factor de corrección ya que

4000 0,77

se supone que el método oxida solo el 77% de Carbono y se multiplica por 100 para llevar el resultado a porcentaje.

En la mayoría de los laboratorios se sigue usando el factor de Van Benmelen de 1,724 para estimar la materia orgánica a partir del Carbono orgánico, el cual resulta de la suposición de que la Materia Orgánica contiene un 58% de Carbono

Por tanto:

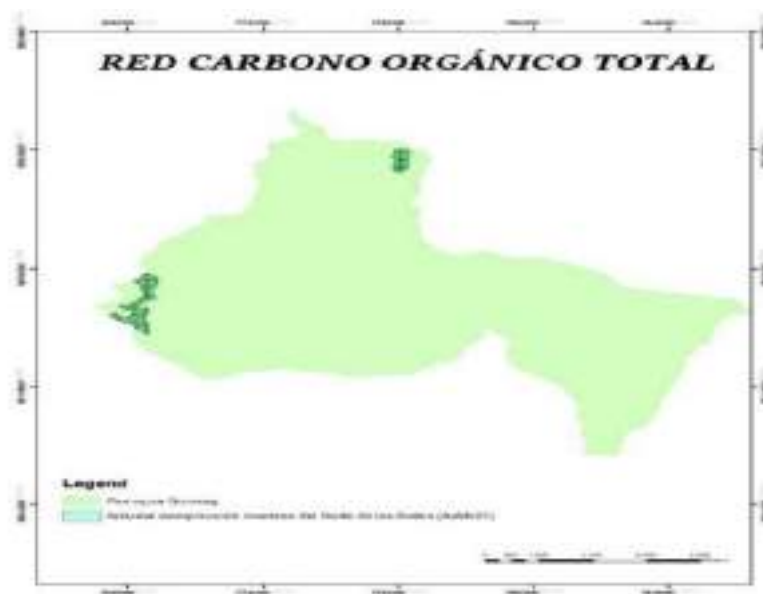
$$\% \text{ MO} = \% \text{ CO} * 1,724$$

(Tox-Chem, 2022).

2.22 Arbustal siempreverde montano del Norte de los Andes (AsMn01).

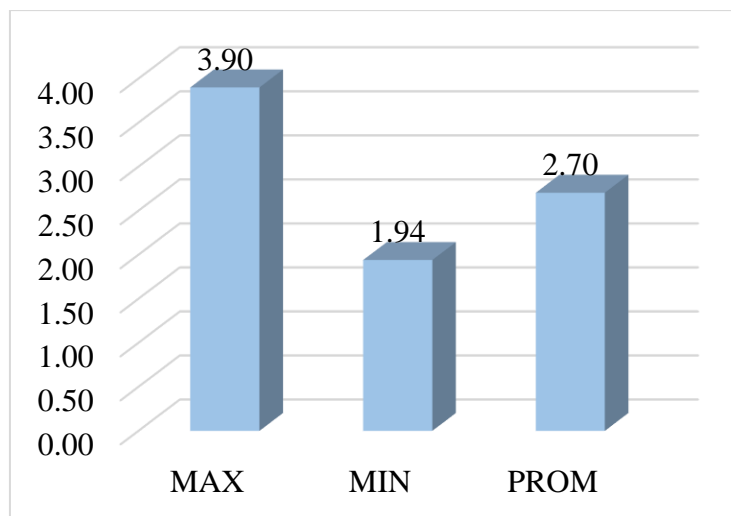
En el ecosistema Arbustal siempreverde montano del Norte de los Andes (AsMn01) Figura 26, se realizó una cuadrícula de 100 m², para identificar el número de parcelas disponibles en el área de estudio, por lo que se obtuvo un total de 17 muestras de suelo, los resultados indican que el valor máximo de COT fue de 3,90 %, mientras que el valor mínimo en el mismo ecosistema tuvo un valor de 1,94% y con un promedio de todas muestras de 2,70%.

Figura 26. Red Carbono orgánico AsMn01.



Fuente: VASEQUI, 2024

Figura 27. COT Arbustal siempreverde montano del Norte de los Andes (AsMn01).

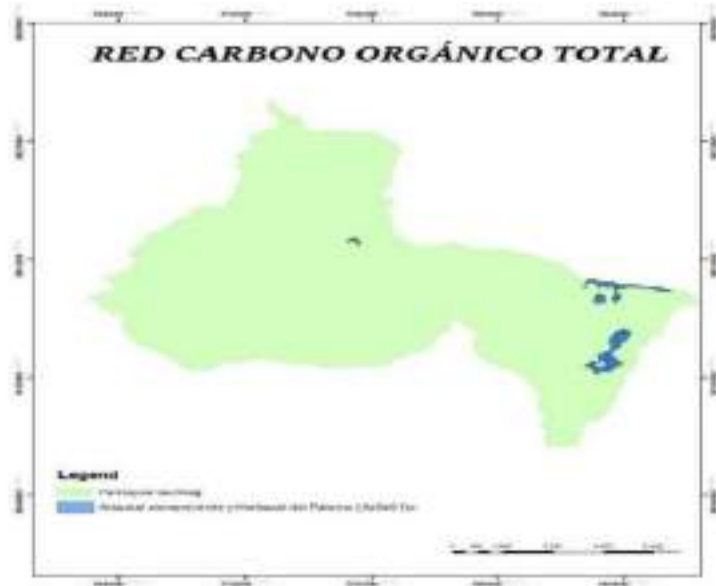


Fuente: VASEQUI, 2024

2.23 Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo (AsSn01).

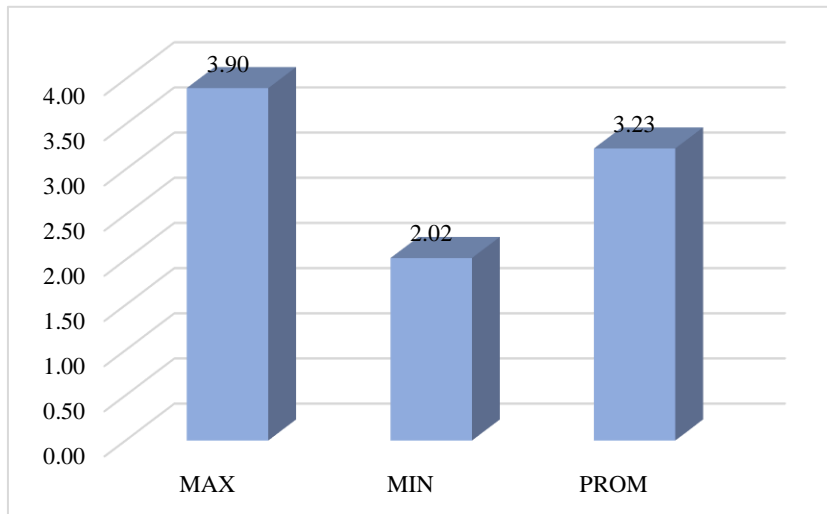
En el ecosistema Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo (AsSn01) Figura 28 , se realizó una cuadrícula de 100 m², con el fin de identificar el número de parcelas disponibles en el área de estudio, por lo que se obtuvo un total de 16 muestras de suelo, sus resultados manifiestan que el valor máximo de COT fue de 3,90 %, por otro lado, el valor mínimo en el mismo ecosistema tuvo un valor de 2,02% y con un valor promedio de todos los resultados con 3,23%.

Figura 28. Red Carbono orgánico AsSn01.



Fuente: VASEQUI, 2024

Figura 29. COT Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo (AsMn01).

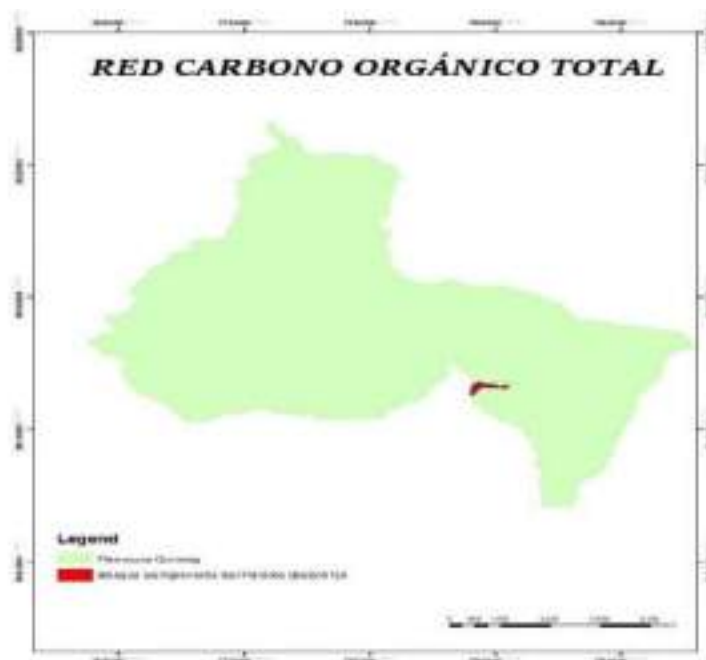


Fuente: VASEQUI, 2024

2.24 Bosque siempreverde del Páramo (BsSn01).

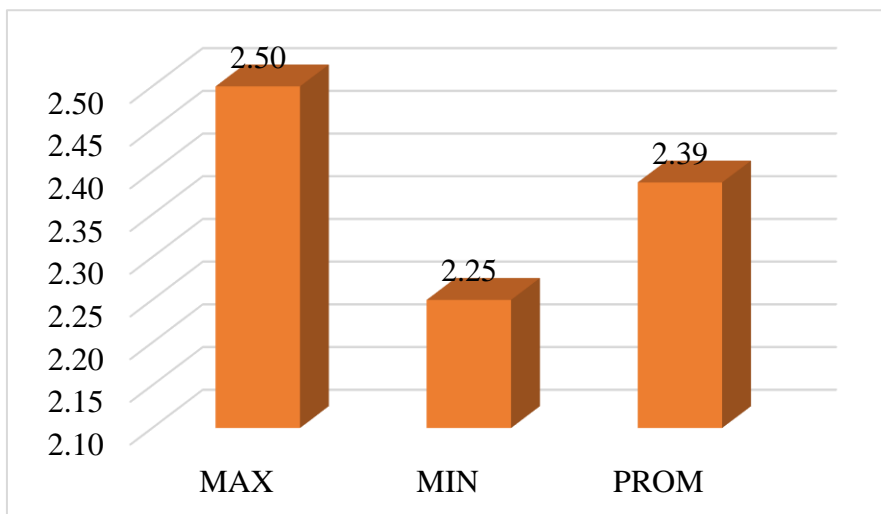
En el ecosistema Bosque siempreverde del Páramo (BsSn01) Figura 30, se realizó una cuadrícula de 100 m², con el fin de identificar el número de parcelas disponibles en el área de estudio, por lo que se obtuvo un total de 12 muestras de suelo, sus resultados reportan que el valor máximo de COT fue de 2,50 %, mientras que el valor mínimo en el mismo ecosistema tuvo un valor de 2,25% y el promedio de todos los resultados obtenidos fue de 2,39%.

Figura 30. Red Carbono orgánico de BsSn01.



Fuente: VASEQUI, 2024

Figura 31. COT Bosque siempreverde del Páramo (BsSn01).

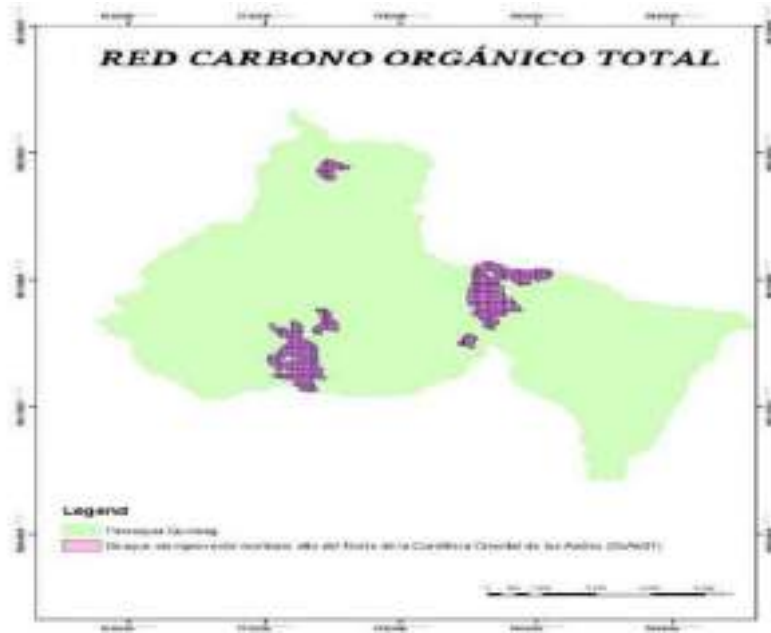


Fuente: VASEQUI, 2024

2.25 Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn01).

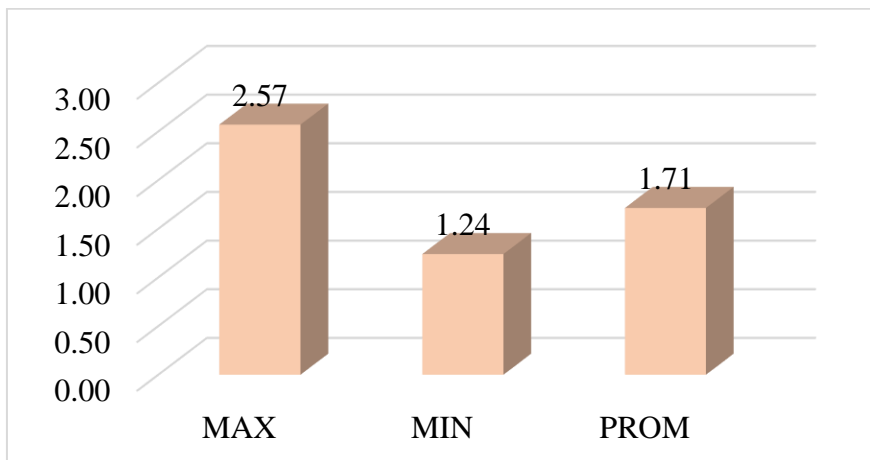
En el ecosistema Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn01) Figura 32, se realizó una cuadrícula de 100 m², con el fin de identificar el número de parcelas disponibles en el área de estudio, por lo que se obtuvo un total de 70 muestras de suelo, sus resultados expresan que el valor máximo de COT fue de 2,57%, a la vez que el valor mínimo en el mismo ecosistema tuvo un valor de 1,24% y el promedio de todos los resultados obtenidos fue de 1,71%.

Figura 32. Red Carbono orgánico de BsAn01.



Fuente: VASEQUI, 2024

Figura 33. COT Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn01).

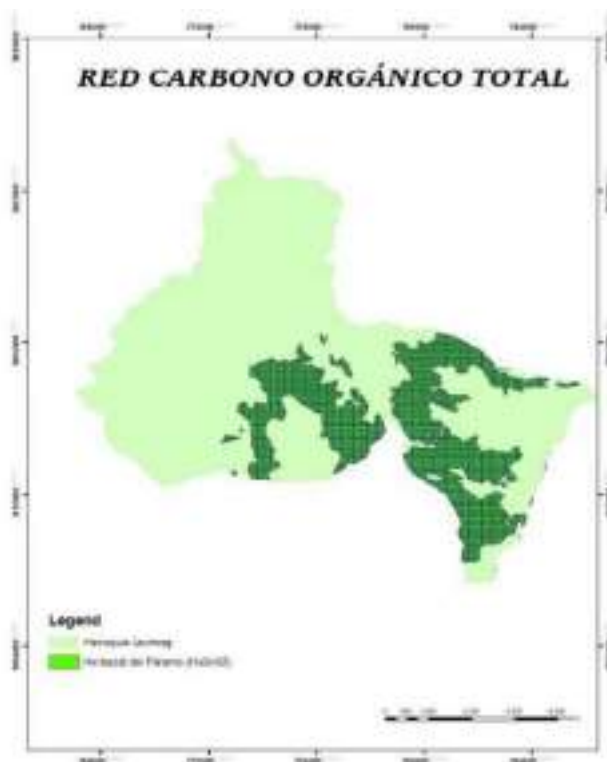


Fuente: VASEQUI, 2024

2.26 Herbazal del Páramo (HsSn02).

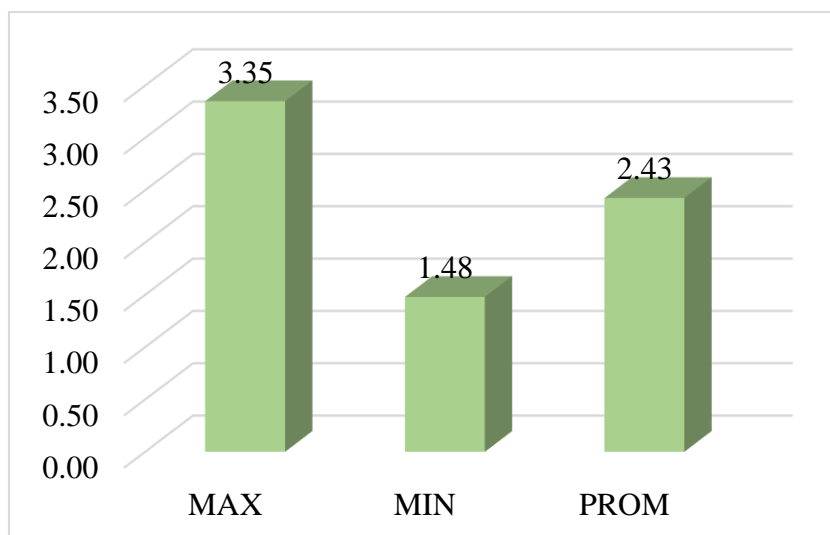
En el ecosistema Herbazal del Páramo (HsSn02) Figura 34, se realizó una cuadrícula de 100 m², con el fin de identificar el número de parcelas disponibles en el área de estudio, por lo que se obtuvo un total de 280 muestras de suelo, sus resultados manifiestan que el valor máximo de COT fue de 3,35%, a la vez que el valor mínimo en el mismo ecosistema tuvo un valor de 1,48% y el promedio de todos los resultados obtenidos fue de 2,43%.

Figura 34. Red Carbono orgánico de HsSn02.



Fuente: VASEQUI, 2024

Figura 35. COT Herbazal de páramo (HsSN02).

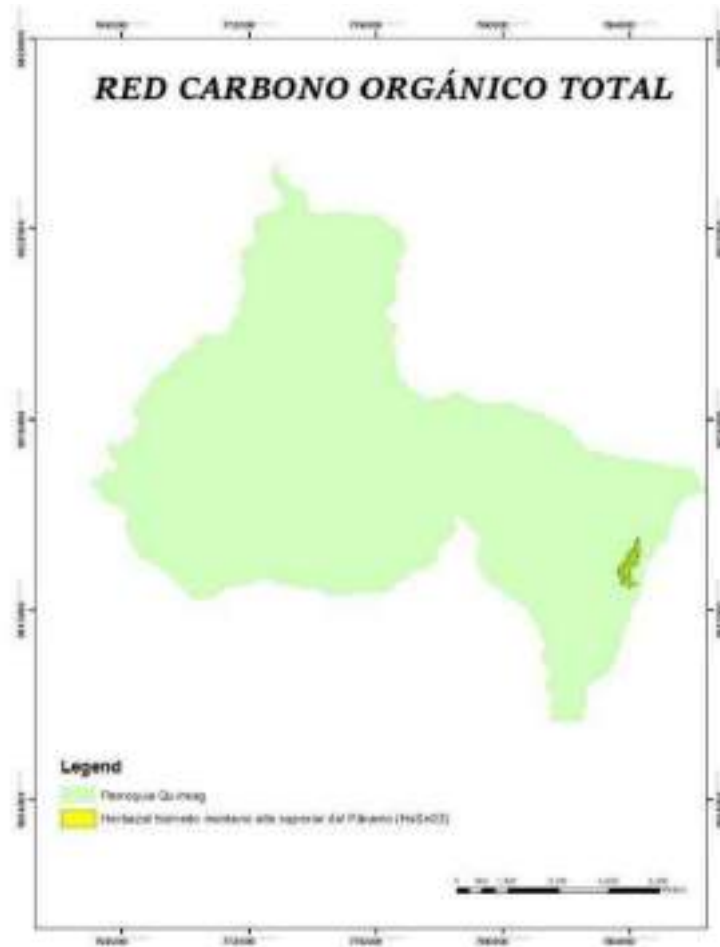


Fuente: VASEQUI, 2024

2.27 Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo (HsSn03).

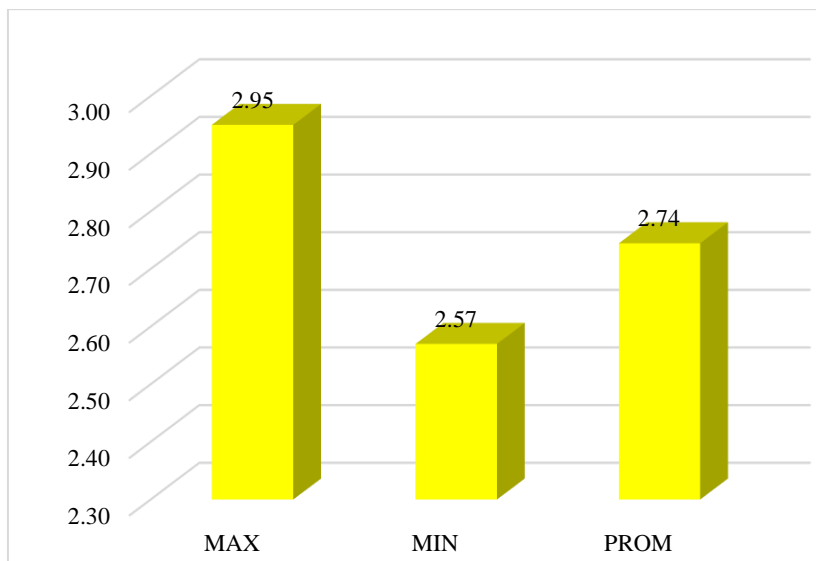
En el ecosistema Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo (HsSn03) Figura 36, se realizó una cuadrícula de 100 m², con el fin de identificar el número de parcelas disponibles en el área de estudio, por lo que se obtuvo un total de 15 muestras de suelo, sus resultados manifiestan que el valor máximo de COT fue de 2,95%, a la vez que el valor mínimo en el mismo ecosistema tuvo un valor de 2,57% y el promedio de todos los resultados obtenidos fue de 2,74%.

Figura 36. Red Carbono orgánico de HsSn03.



Fuente: VASEQUI, 2024

Figura 37. COT Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo (HsSn03).

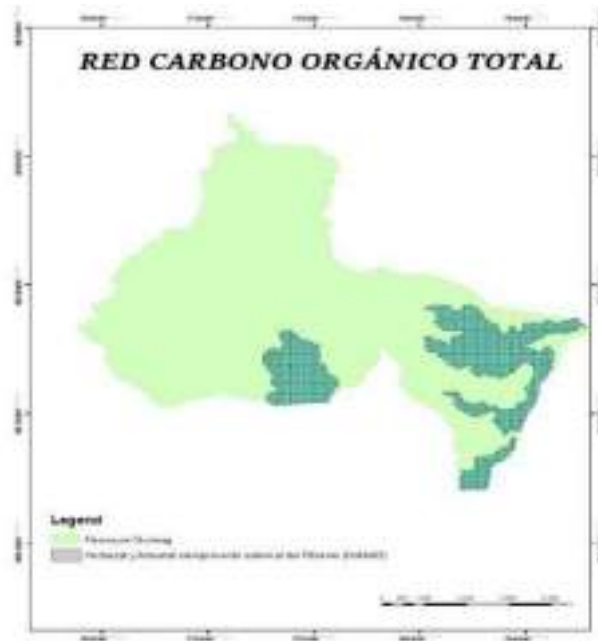


Fuente: VASEQUI, 2024

2.28 Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo (HsNn03).

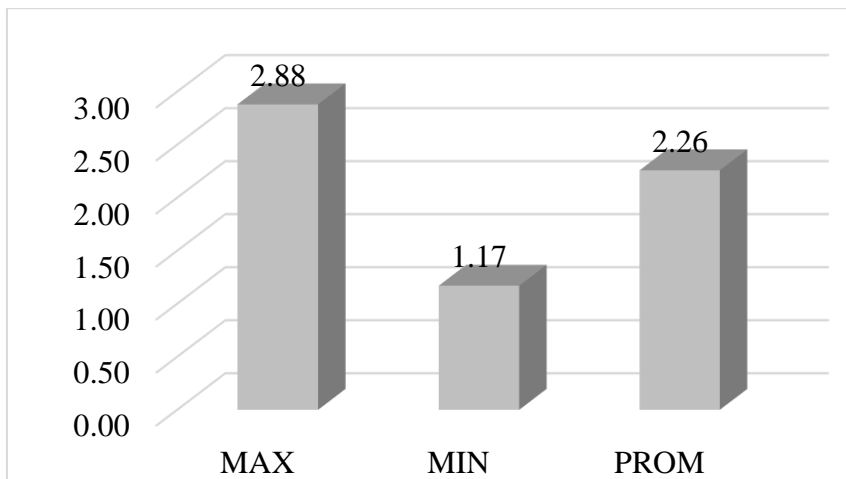
En el ecosistema Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo (HsNn03) Figura 38, se realizó una cuadrícula de 100 m², con el fin de identificar el número de parcelas disponibles en el área de estudio, por lo que se obtuvo un total de 190 muestras de suelo, sus resultados exponen que el valor máximo de COT fue de 2,88%, a la vez que el valor mínimo en el mismo ecosistema tuvo un valor de 1,17% y el promedio de todos los resultados obtenidos fue de 2,26%.

Figura 38. Red Carbono orgánico de HsNn03.



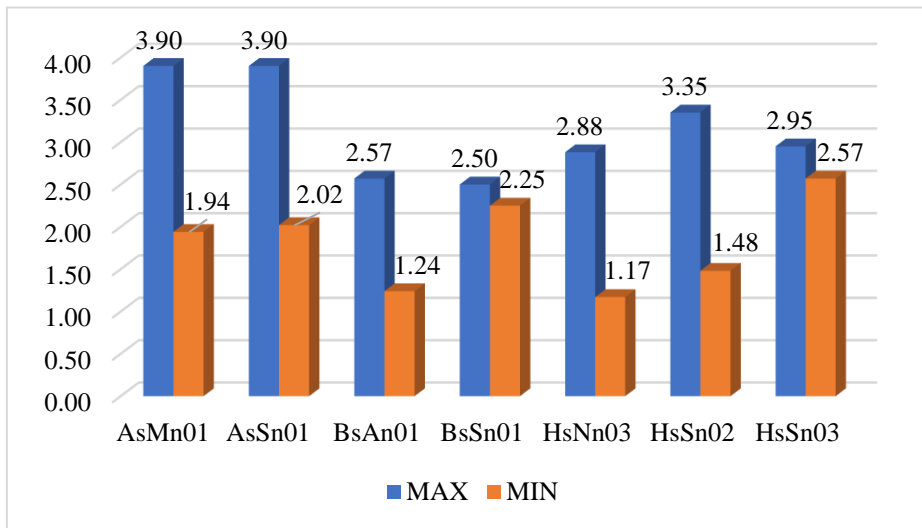
Fuente: VASEQUI, 2024

Figura 39. Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo (HsNn03).



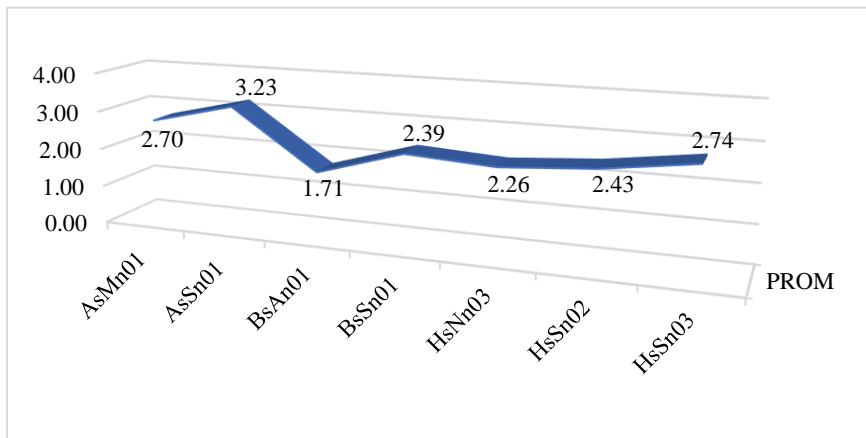
Fuente: VASEQUI, 2024

Figura 40. Carbono orgánico total mínimo y máximo de los ecosistemas



Fuente: VASEQUI, 2024

Figura 41. Curva carbono orgánico total promedio de los ecosistemas.



Fuente: VASEQUI, 2024

En los gráficos , se puede apreciar existe variabilidad de contenido de carbono entre los ecosistemas, se puede explicar que esto se debe a que la cantidad de COS esta relacionada con la altitud, es decir que a mayor altura en metros sobre el nivel del mar, mayor cobertura vegetal y mayor precipitación (Pastor Mogollón & Martínez, 2009). Otros estudios mencionan que los ciclos de COS interaccionan y permiten conocer los parametros de fertiliad y calidad de suelo.

El contendio de COS según (Madrigal Reyes, Acevedo, Hernández Acosta, & Romo Lozano, 2018), inciden en la productividad de los bosques y tienen relación con la mitigación del cambio climático cuando el suelo se conserva. Los ecosistemas analizados tienen variaciones topográficas que son un factor determinante para el contenido de COS, como la pendiente y profundidad, en donde la profundidad determinó que de 0-10 cm contiene mayor cantidad de carbono orgánico, mientras que de 20-30 cm de profundidad contienen menor cantidad.

2.29 Cuantificación del carbono orgánico total almacenado en el suelo de los ecosistemas.

La Materia Orgánica (MO) así como el Carbono Orgánico (CO), constituyen dos de las propiedades bioquímicas del suelo de mayor importancia, ya que suelen ser considerados como elementos incidentes en la calidad edáfica. En efecto, ambos componentes suelen incidir favorablemente en otras propiedades del suelo, considerando que: aumenta la capacidad de intercambio catiónico, contribuye con la neutralización del pH, favorece la retención de humedad, mejora la estabilidad de suelos arcillosos al ayudar a aglutinar las partículas para formar agregados, fomenta la actividad microbológica, favorece la

liberación de nutrientes, entre otros atributos (Núñez Ravelo, Ugas Pérez, Calderón Castellanos, & Rivas Meriño, 2021).

Los suelos y sedimentos contienen una gran variedad de materiales orgánicos cuya composición varía entre azúcares sencillos y carbohidratos hasta proteínas complejas, grasas, ceras y ácidos orgánicos. La presencia de estas sustancias en el suelo o sedimento confiere importantes características entre las cuales están la capacidad de formar complejos hidrosolubles o no con iones metálicos u óxidos hidratados, interacción con arcillas y adsorción química de sustancias las cuales afectarían su disponibilidad (Ramos Contreras, Ramos Contreras, Naranjo Jaramillo, & Molina Pérez, 2015).

El carbono orgánico total (COT) es utilizado como una medida indirecta de la cantidad de materia orgánica presente en las matrices ambientales. La mayoría de las metodologías para la cuantificación de COT implican destrucción de la muestra vía química o temperaturas. por calentamiento a elevadas Estos métodos pueden ser cuantitativos o semi-cuantitativos dependiendo de los procesos usados para la destrucción y la detección (Ramos Contreras, Ramos Contreras, Naranjo Jaramillo, & Molina Pérez, 2015).

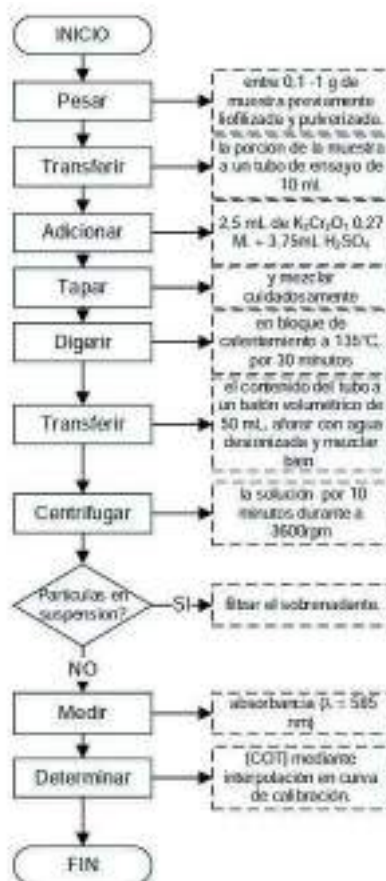
El carbono orgánico en los suelos (COS) es un componente muy importante del ciclo global del carbono, ocupando un 69,8 % del carbono orgánico de la biosfera La microbiología del suelo se ve afectada por dos ciclos: un ciclo lento, en el que la producción de carbono se mide en cientos de miles de años e implica el desgaste de las rocas y la disolución de carbonatos en la tierra y en los océanos y el ciclo de producción rápida de carbono, que se mide en años o décadas y constituyen una parte

fundamental en el aspecto biológico de la naturaleza (Martínez, Fuentes, & Acevedo, 2008).

2.30 Metodología

La metodología descrita en la norma internacional ISO 14235:1998 Figura 42 está fundamentada en el método Walkley-Black. En la cual, el COT presente en la muestra se oxida en una mezcla de solución de dicromato de potasio (en exceso) y ácido sulfúrico a una temperatura de 135 °C. Los iones dicromato, se reducen a iones Cr^{3+} cuya absorbancia es cuantificada espectrofotométricamente a una longitud de onda de 585nm (Ramos Contreras, Ramos Contreras, Naranjo Jaramillo, & Molina Pérez, 2015).

Figura 42. Marcha analítica para la determinación de COT



Fuente: ISO 14235:1998

El método Walkley-Black consta de la determinación de carbono orgánico se hizo por el método Walkley-Black, en cual el suelo se oxida con una solución de dicromato de potasio estandarizada, utilizando el calor producido por la dilución de ácido sulfúrico concentrado, en la solución crómica. La determinación se realizó valorando por retroceder la cantidad de dicromato que no ha sido reducido por la MO, con una solución de sulfato ferroso, utilizando como indicador difenilamina, y también se acorta por colorí, cuantificando el color verde del ácido

crómico reducido a $\lambda_{\text{max}} = 585 \text{ nm}$, el cual es proporcional a la materia orgánica que reacciona. Además, se realizó la respectiva curva de calibración con patrones de sacarosa RA (García Galvis & Ballesteros González, 2005).

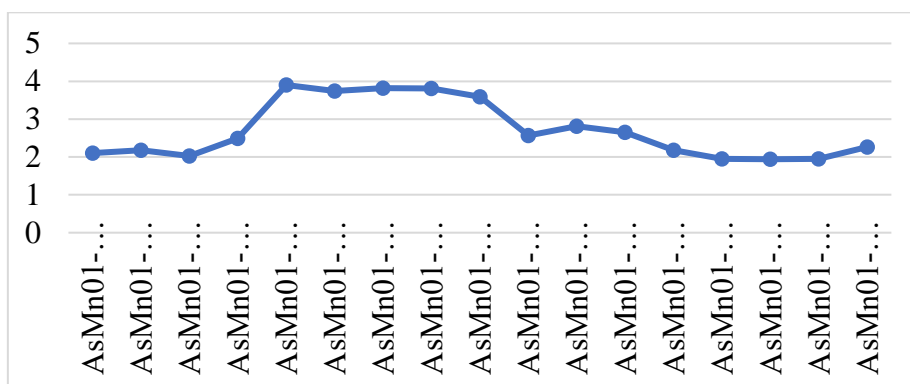
Se obtuvo un mapa que representa las áreas con diferentes concentraciones de COS en los suelos del SC del Distrito Federal (Figura 2), considerando cuatro intervalos de niveles de almacenamiento de carbono orgánico; las categorías fueron: Muy Alto ($>150 \text{ Mg ha}^{-1}$), Alto ($100\text{--}150 \text{ Mg ha}^{-1}$), Medio ($50\text{--}100 \text{ Mg ha}^{-1}$) y Bajo ($<50 \text{ Mg ha}^{-1}$), (Vela Correa, López Blanco, & Rodríguez Gamiño, 2012).

La delimitación de las áreas se hizo considerando las características particulares del relieve (origen, tipo, litología, edad y geometría) asumiendo que, por su homogeneidad en esos aspectos, las concentraciones de carbono orgánico también permanecerían en sentido relativo. Se realizó una revisión específica en la literatura, acerca del reporte de valores de concentración de carbono orgánico en el suelo, con el fin de tener una referencia general de lo que se considera como valores altos y bajos de ello. No existe una referencia en donde se establezca dicha jerarquización de manera general, entonces, para fines de este trabajo, se consideraron los límites de los intervalos, en función de los valores máximos y mínimos de concentración de carbono obtenidos de los análisis de suelo (Vela Correa, López Blanco, & Rodríguez Gamiño, 2012).

2.31 Arbustal siempreverde montano del Norte de los Andes (AsMn01).

El alto contenido de COS indica que se encuentran en las laderas de montaña de las delegaciones Magdalena Contreras, Álvaro Obregón y Cuajimalpa, particularmente en las cuencas hidrográficas de los ríos Eslava y Magdalena y particularmente en el área de los Dinamos, mientras que las otras áreas que corresponden con el intervalo de contenidos muy altos son los volcanes, en donde los intervalos altitudinales van de los 3000 hasta los 3550 msnm y la vegetación característica dentro del ecosistema Figura 43.

Figura 43. Carbono orgánico total de AsMn01.



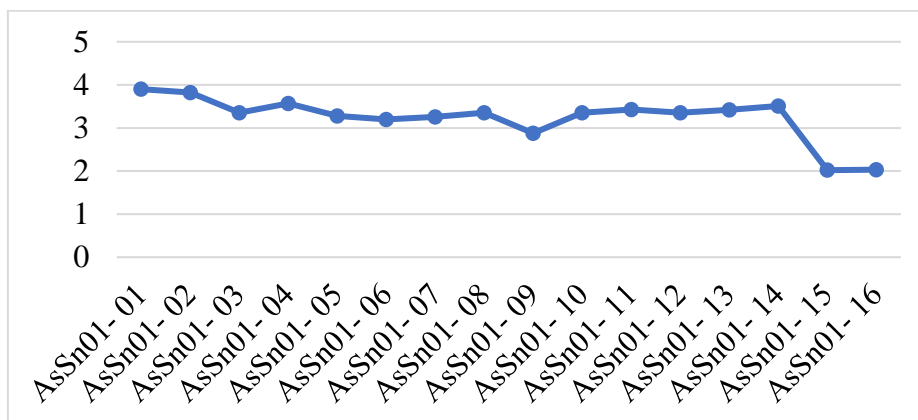
Fuente: VASEQUI, 2024

2.32 Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo (AsSn01).

Los valores medios de COS Figura 44 indican que se concentran principalmente en los piedemontes inferiores y laderas inferiores propios de la sierra, los piedemontes y laderas inferiores generalmente corresponden con un intervalo altitudinal que va de los 2 250 a los 2 800 msnm, en donde las pendientes van del 5 al 15%. La cobertura vegetal es muy diversa ya que se encuentran desde bosque natural, en otros casos

también existen amplias áreas con vegetación inducida a partir de reforestaciones de los habitantes con especies introducidas.

Figura 44. Carbono orgánico total de AsSn01.

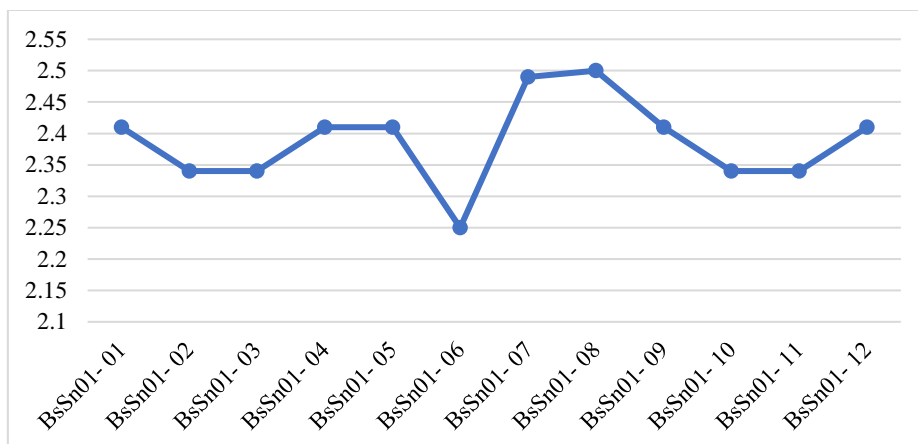


Fuente: VASEQUI, 2024

2.33 Bosque siempreverde del Páramo (BsSn01).

Los suelos con un alto contenido de COS Figura 45 pueden considerarse de conservación para ser considerado como un reservorio de carbono natural, sin cuantificar aun el carbono que puede retener la vegetación en su parte aérea, lo que resulta fundamental para mitigar, en parte, el efecto del cambio climático, se consideró que los datos deben considerarse como una aproximación sobre el COS del suelo debido a la complejidad de la cubierta vegetal y la heterogeneidad del sistema edáfico, por lo que los resultados muestran que los suelos tienen una capacidad entre muy alta y alta para almacenar y retener carbono, siendo de vital importancia que la superficie del SC sea considerada como almacén principal de carbono, por la cantidad de COS que tiene estabilizado ahora y que aún puede almacenar en cantidades importantes en el futuro cercano.

Figura 45. Carbono orgánico total de BsSn01.

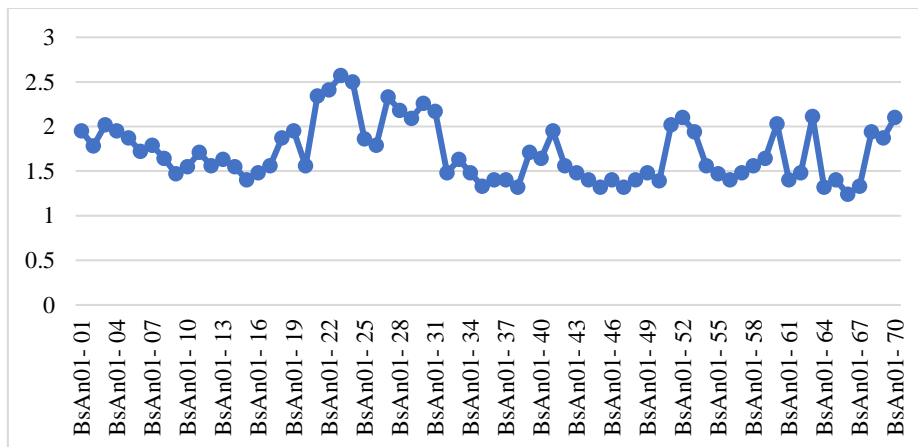


Fuente: VASEQUI, 2024

2.34 Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn01).

En el ecosistema existe heterogeneidad de clases de cobertura vegetal y uso del suelo que presenta también, al evaluar los resultados de valores de Carbono Orgánico Total en Suelos (COS) Figura 46 considerando esa diversidad que existe en el área en estudio, señala que, por la diversidad del uso de suelo, cobertura vegetal, complejidad en el relieve, suelos y condiciones de clima, los valores que se presentan son estimativos, basándose principalmente en las condiciones de homogeneidad del relieve/suelo para su representación espacial, es decir, es una generalización de la distribución espacial de los valores, en función de esas variables para cada sitio.

Figura 46. Carbono orgánico total de BsAn01.

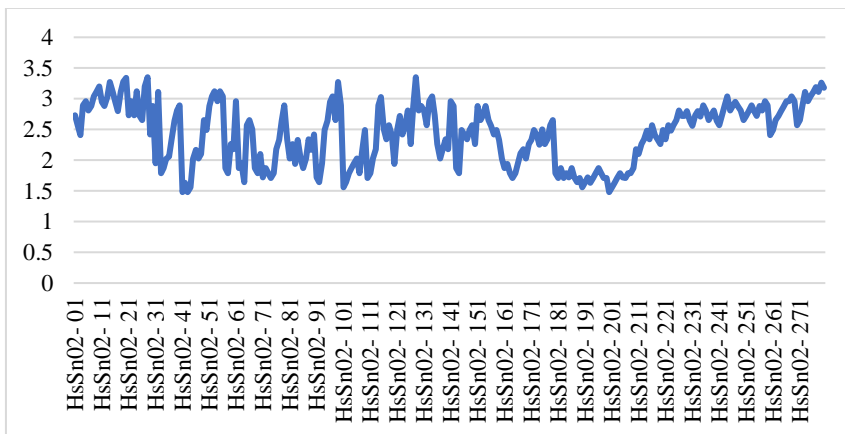


Fuente: VASEQUI, 2024

2.35 Herbazal del Páramo (HsSn02).

Las áreas más extensas como es el caso del ecosistema con valores altos de COS Figura 47 abarcan una superficie mayor caracterizada por ser espacios amplios que se concentran en las porciones de los suelos de las laderas de montaña superiores, medias e inferiores de la Sierra. En forma general estas áreas se caracterizan por ser de origen pleisto–holocénicas y de composición andesítico–basáltico–dacítico, pero a diferencia de las áreas con niveles muy altos en COS, aquí se presentan en laderas de montaña formadas por flujos lávicos andesítico–basálticos.

Figura 47. Carbono orgánico total de HsSn02.

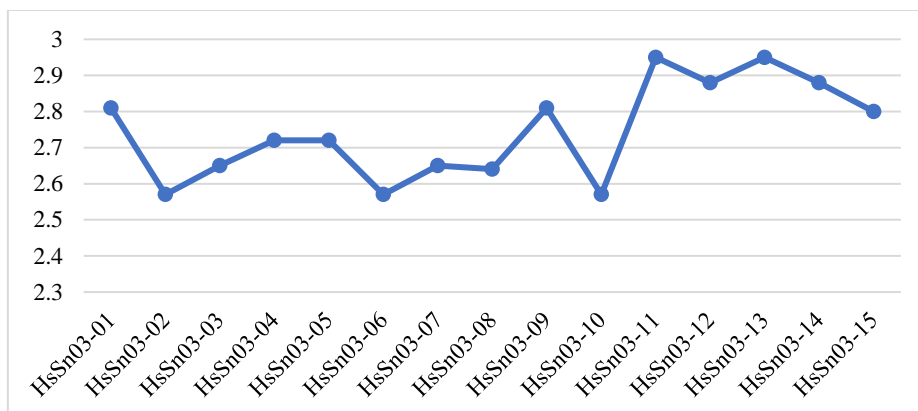


Fuente: VASEQUI, 2024

2.36 Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo (HsSn03).

La concentración de COS Figura 48 con respecto a la vegetación original en el sitio de muestreo de suelo, y se determinó que el COS puede variar, comparado con las áreas en donde se encuentra vegetación nativa, que actualmente se considera ya "madura" o que corresponde a bosques bien desarrollados, el COS en las áreas con vegetación de bosque bien establecido puede variar respectivamente, y en las reforestadas disminuye de manera ligera, esto se debe a que las poblaciones en la actualidad utilizan especies introducidas dentro de los ecosistemas frágiles y deterioran su estado.

Figura 48. Carbono orgánico total de HsSn03.

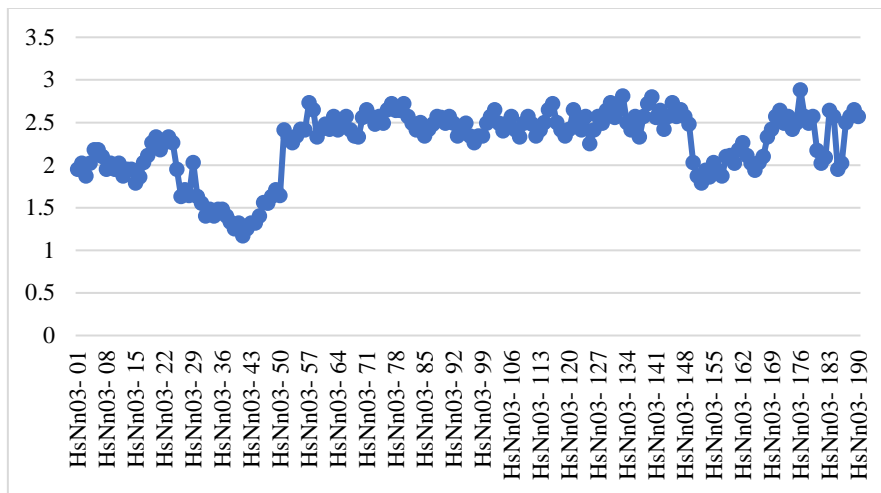


Fuente: VASEQUI, 2024

2.37 Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo (HsNn03).

Al encontrarse niveles inferiores dentro de un suelo, existen pocas áreas que presenten valores bajos de COS Figura 49, las cuales cubren una superficie de minoritaria, siendo las unidades de suelos más representativas como pueden ser phaeozem háplicos y leptosoles, que se encuentran en las planicies aluviales inter montañas, se ha demostrado que en las planicies aluviales se presentan valores bajos de COS por la actividad agrícola con cultivos de ciclo corto que se ha dado por muchos siglos y que genera la liberación de carbono por el propio laboreo.

Figura 49. Carbono orgánico total de HsNn03.



Fuente: VASEQUI, 2024

2.38 Determinación de la oferta hídrica.

La evapotranspiración es la combinación de dos procesos, el primero menciona que es la evaporación desde el suelo y desde la parte superficial de las plantas, mientras que la segunda se basa en la transpiración de las hojas de las plantas (Sánchez, 2019). También se lo expresa como un término de importancia dentro del ciclo del agua, el mismo que integra demandas que pueden ser atmosféricas y condiciones de la superficie, se considera también que determina la sequía climática en regiones de tipo áridas y semiáridas, la evapotranspiración se ve afectada directamente cuando existe variaciones en las variables meteorológicas provocadas por el cambio climático, este último fenómeno puede aumentar o disminuir las condiciones secas en cualquier región y por ende aumenta o disminuye la evapotranspiración potencial Figura 50 (Monterroso Rivas & Gómez Díaz, 2021).

2.39 Metodología.

La oferta hídrica de una cuenca, es el volumen disponible para satisfacer la demanda generada por las actividades sociales y económicas del hombre, el conocimiento del caudal del río, su confiabilidad y extensión de la serie del registro histórico son variables que pueden influir en la estimación de la oferta hídrica superficial, para los efectos de calcular la oferta hídrica en una cuenca hidrográfica, se aplicará según cada caso las siguientes metodologías de acuerdo con la información disponible y características físicas de la cuenca (Gonzalo Rivera, Marin Ramírez , & Vanegas, 2004).

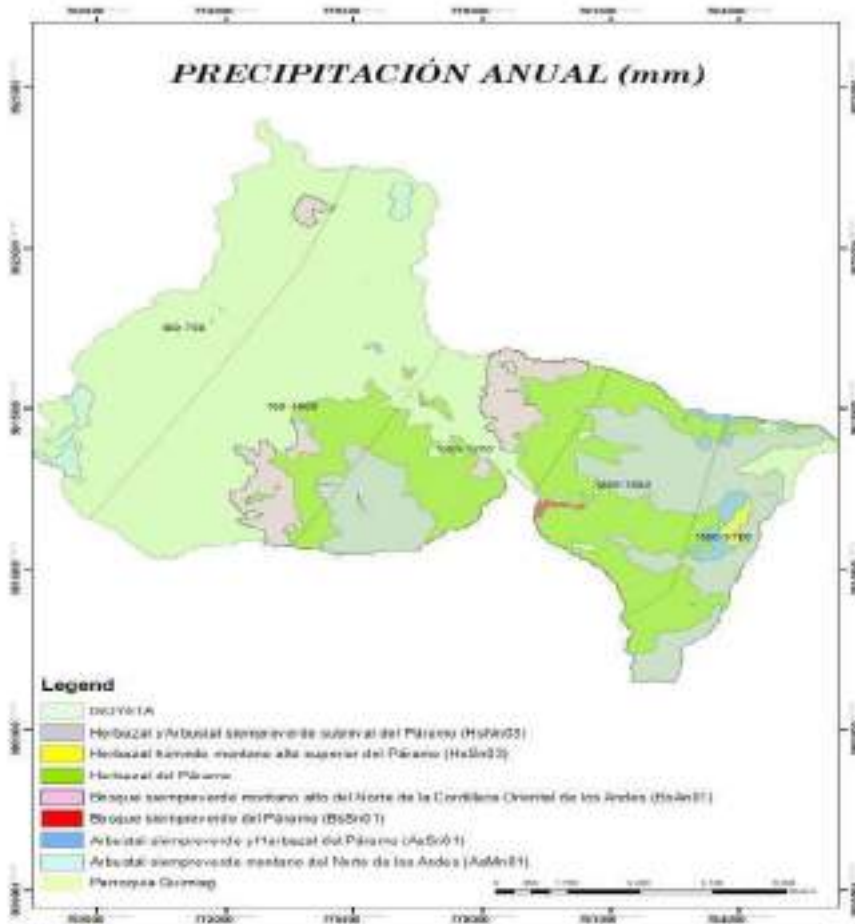
a) Balance hídrico: Para cuencas hidrográficas con un registro de las variables climatológicas e hidrológicas mayor de 10 años, situación está que permite estimar la oferta hídrica media anual. Esta metodología se aplica en cuencas instrumentadas y con un área de drenaje mayor es decir mayores a 250 km².

b) Caudal medio puntual en las corrientes de interés: Cuando los registros de caudal generan series cortas y no confiables es decir series anuales menores de dos años.

c) Relación lluvia escorrentía: Aplicable en cuencas menores, es decir cuyas áreas de drenaje sean inferiores a 250 km², cuencas no instrumentadas y en consecuencia no cuentan con registros de caudal para la estimación de la oferta superficial mensual.

(Gonzalo Rivera, Marin Ramírez , & Vanegas, 2004).

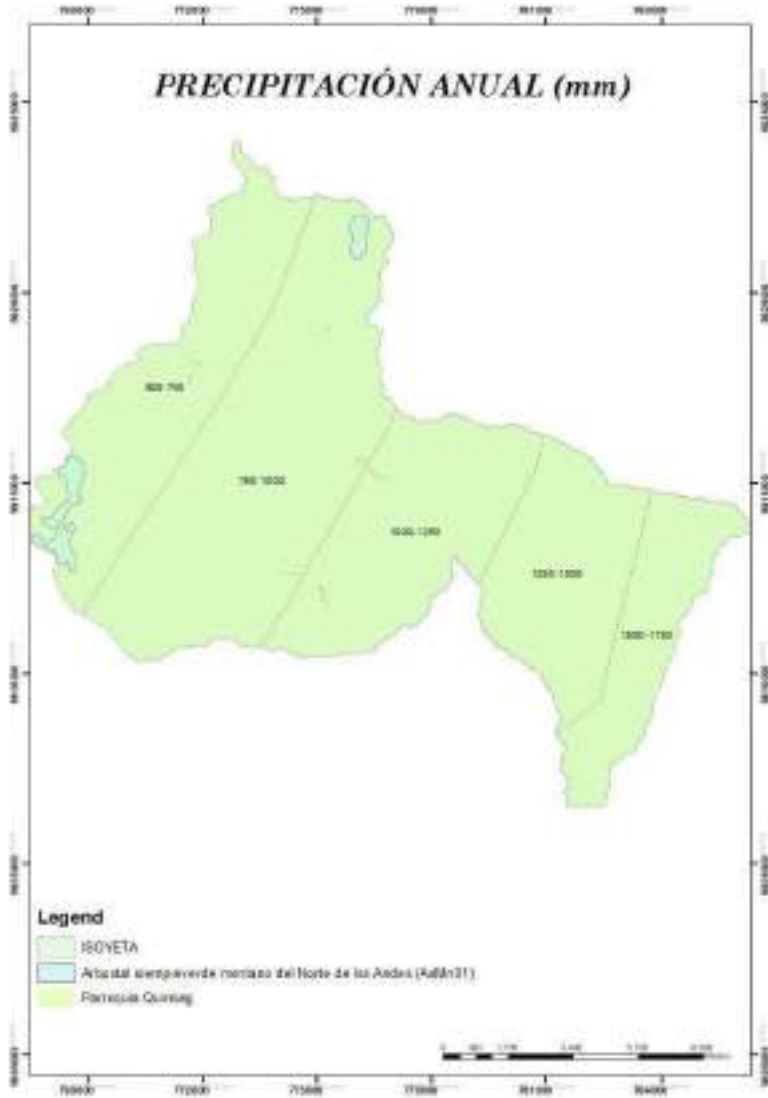
Figura 50. Isoyetas precipitación anual ecosistemas de la parroquia Quimiag.



Fuente: VASEQUI, 2024; INAMHI, 2014

2.40 Arbustal siempreverde montano del Norte de los Andes (AsMn01).

Figura 51. Isoyetas precipitación anual AsMn01.



Fuente: VASEQUI, 2024

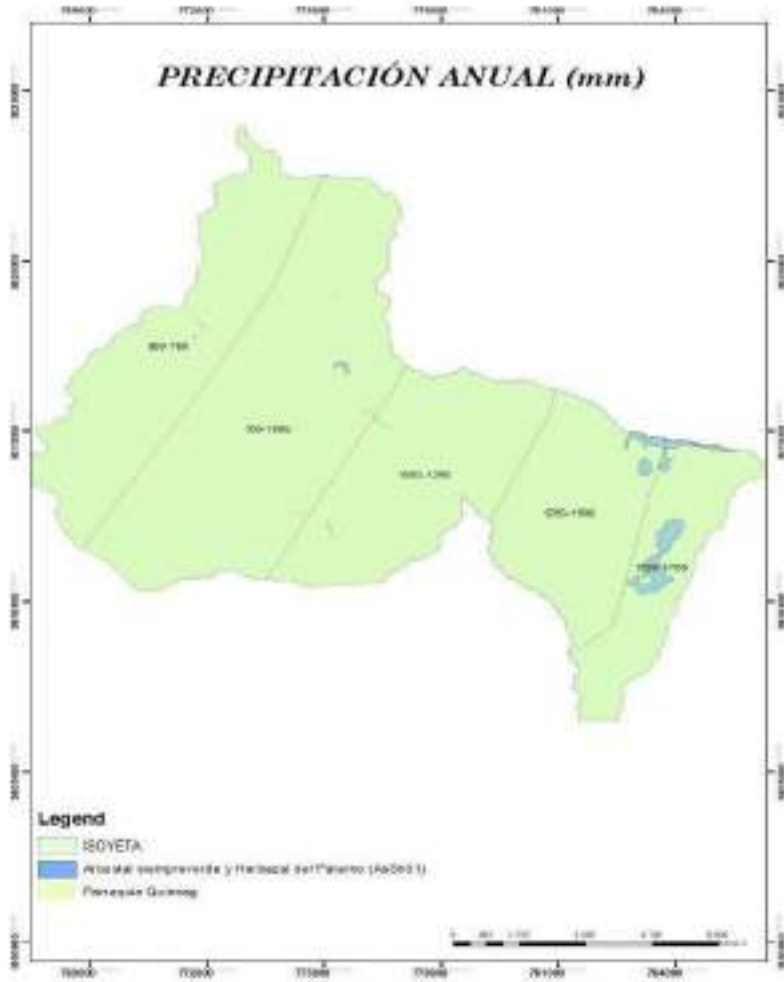
Tabla 22. Determinación de la oferta hídrica del ecosistema Arbustal siempreverde montano del Norte de los Andes (AsMn01).

COBERTURA	EVAP	PREC	AREA (HA)	OF	RE	F	EVTR
AsMn01	26,06	160,30	180,56	28,94	0,16	1,05	27,32
AsMn01	22,37	137,60	180,56	24,85	0,16	1,05	23,45
AsMn01	31,72	195,10	180,56	35,23	0,16	1,05	33,25
AsMn01	24,32	149,60	180,56	27,01	0,16	1,05	25,50
AsMn01	42,33	260,40	180,56	47,02	0,16	1,05	44,38
AsMn01	12,97	79,80	180,56	14,41	0,16	1,05	13,60
AsMn01	24,89	153,10	180,56	27,64	0,16	1,05	26,10
AsMn01	10,19	62,70	180,56	11,32	0,16	1,05	10,69
AsMn01	21,17	130,20	180,56	23,51	0,16	1,05	22,19
AsMn01	20,21	124,30	180,56	22,44	0,16	1,05	21,19
AsMn01	53,53	329,30	180,56	59,46	0,16	1,05	56,13
AsMn01	22,00	135,30	180,56	24,43	0,16	1,05	23,06
				346,26			326,87
Oferta hídrica:							19,39

Fuente: VASEQUI, 2024

2.41 Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo (AsSn01).

Figura 52. Isoyetas precipitación anual AsSn01.



Fuente: VASEQUI, 2024; INAMHI, 2014

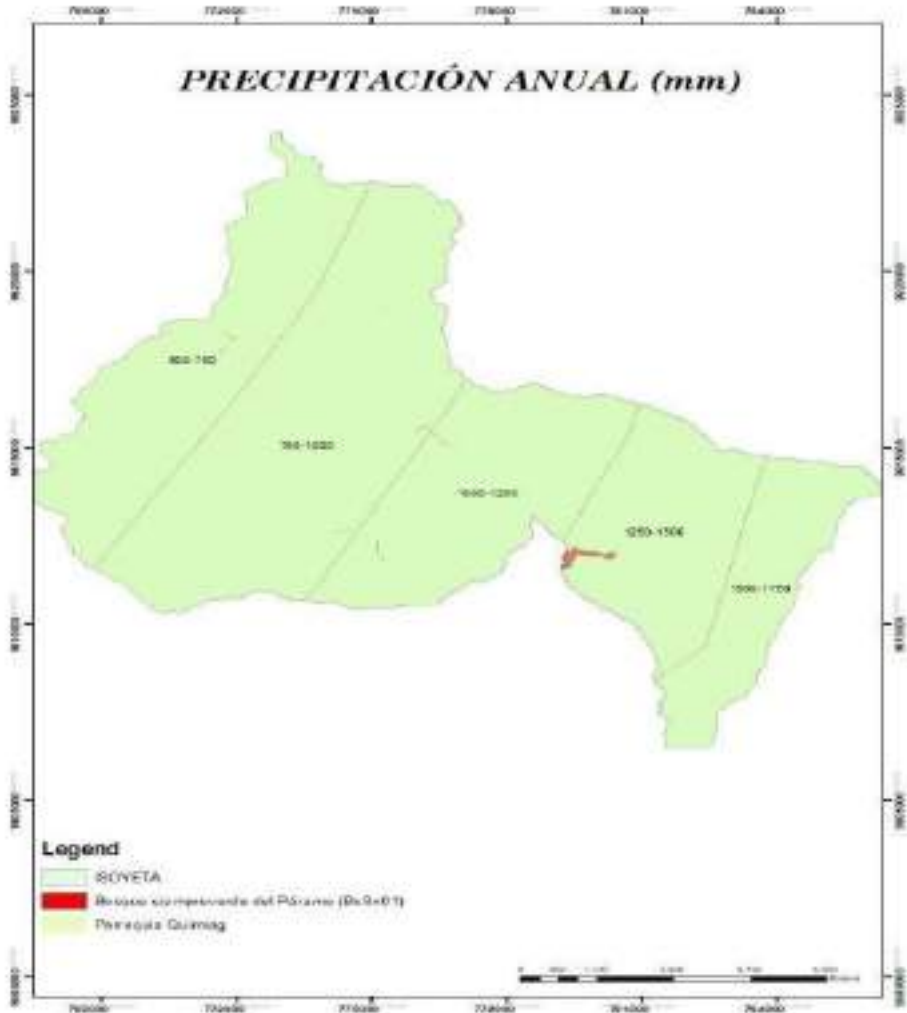
Tabla 23. Determinación de la oferta hídrica del ecosistema Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo (AsSn01).

COBERTURA	EVAP	PREC	AREA (HA)	OF	RE	F	EVTR
AsSn01	26,06	160,30	172,78	27,70	0,16	1,05	27,32
AsSn01	22,37	137,60	172,78	23,77	0,16	1,05	23,45
AsSn01	31,72	195,10	172,78	33,71	0,16	1,05	33,25
AsSn01	24,32	149,60	172,78	25,85	0,16	1,05	25,50
AsSn01	42,33	260,40	172,78	44,99	0,16	1,05	44,38
AsSn01	12,97	79,80	172,78	13,79	0,16	1,05	13,60
AsSn01	24,89	153,10	172,78	26,45	0,16	1,05	26,10
AsSn01	10,19	62,70	172,78	10,83	0,16	1,05	10,69
AsSn01	21,17	130,20	172,78	22,50	0,16	1,05	22,19
AsSn01	20,21	124,30	172,78	21,48	0,16	1,05	21,19
AsSn01	53,53	329,30	172,78	56,90	0,16	1,05	56,13
AsSn01	22,00	135,30	172,78	23,38	0,16	1,05	23,06
				331,34			326,87
Oferta hídrica:							4,47

Fuente: VASEQUI, 2024

2.42 Bosque siempreverde del Páramo (BsSn01).

Figura 53. Isoyetas precipitación anual BsSn01.



Fuente: VASEQUI, 2024; INAMHI, 2014.

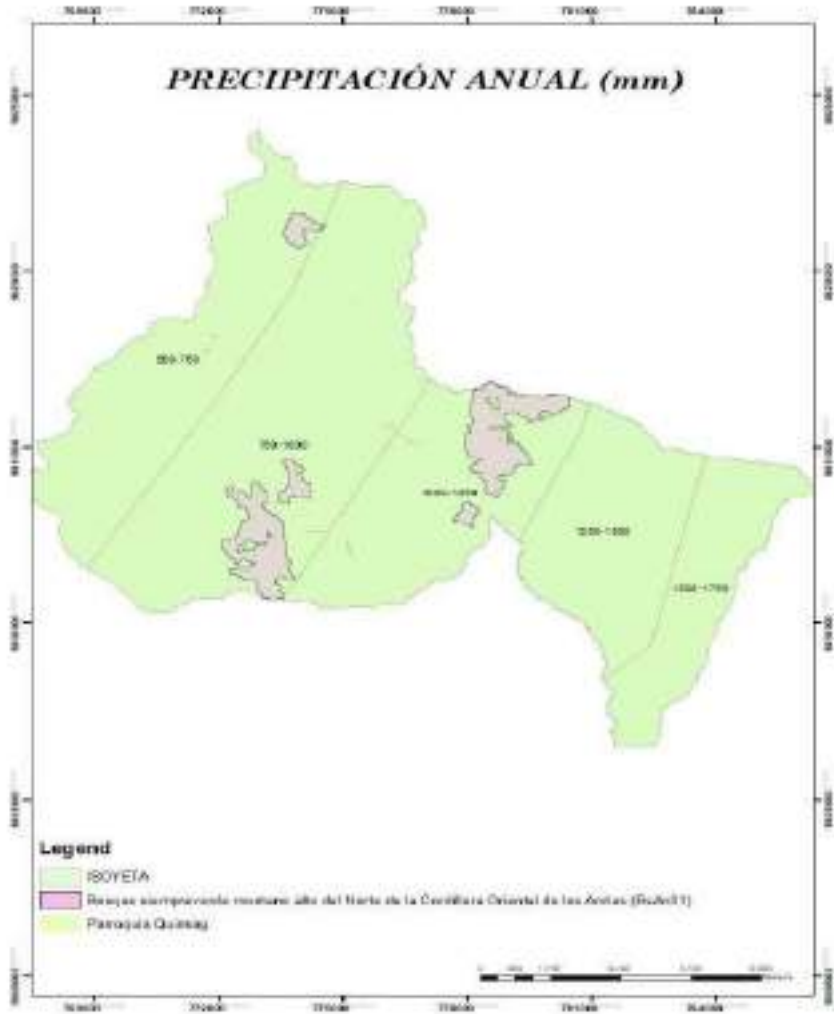
Tabla 24. Determinación de la oferta hídrica del ecosistema Bosque siempreverde del Páramo (BsSn01).

COBERTURA	EVAP	PREC	AREA (HA)	OF	RE	F	EVTR
BsSn01	3,26	160,30	26,07	4,18	0,02	1,11	3,62
BsSn01	2,80	137,60	26,07	3,59	0,02	1,11	3,11
BsSn01	3,96	195,10	26,07	5,09	0,02	1,11	4,40
BsSn01	3,04	149,60	26,07	3,90	0,02	1,11	3,38
BsSn01	5,29	260,40	26,07	6,79	0,02	1,11	5,88
BsSn01	1,62	79,80	26,07	2,08	0,02	1,11	1,80
BsSn01	3,11	153,10	26,07	3,99	0,02	1,11	3,46
BsSn01	1,27	62,70	26,07	1,63	0,02	1,11	1,42
BsSn01	2,65	130,20	26,07	3,39	0,02	1,11	2,94
BsSn01	2,53	124,30	26,07	3,24	0,02	1,11	2,81
BsSn01	6,69	329,30	26,07	8,58	0,02	1,11	7,43
BsSn01	2,75	135,30	26,07	3,53	0,02	1,11	3,05
				49,99			43,30
Oferta hídrica:							6,70

Fuente: VASEQUI, 2024

2.43 Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn01).

Figura 54. Isoyetas precipitación anual BsAn01.



Fuente: VASEQUI, 2022. INAMHI, 2014.

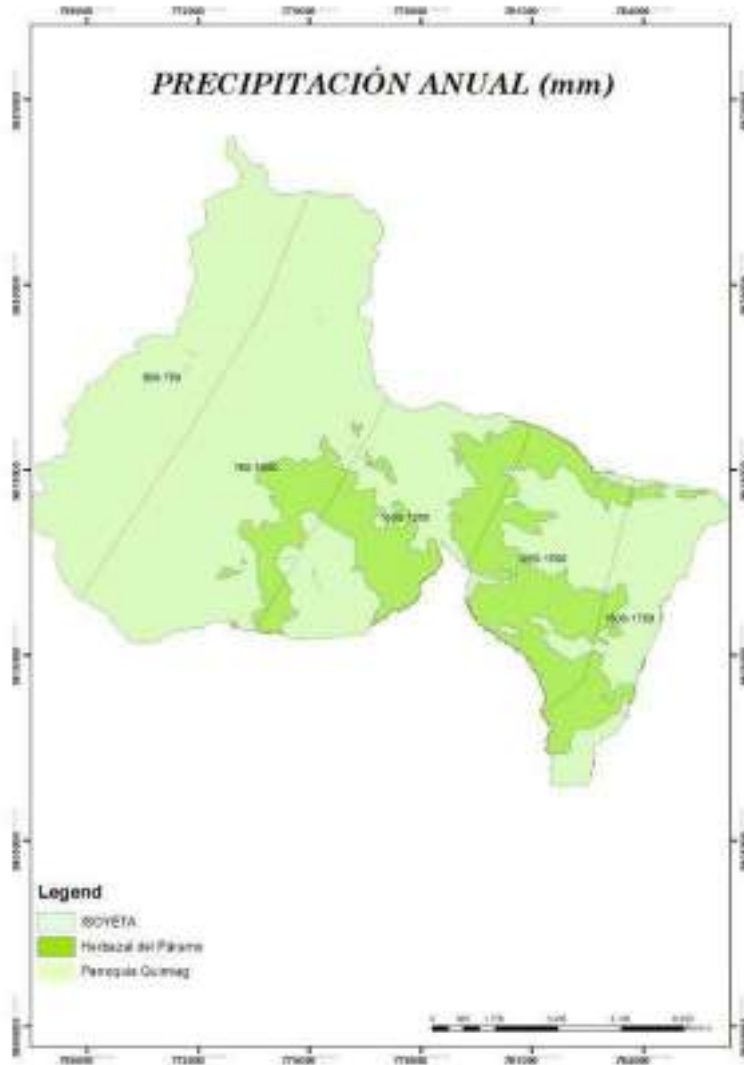
Tabla 25. Determinación de la oferta hídrica del ecosistema Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn01).

COBERTURA	EVAP	PREC	AREA (HA)	OF	RE	F	EVTR
BsAn01	26,06	160,30	768,09	123,12	0,16	1,05	27,32
BsAn01	22,37	137,60	768,09	105,69	0,16	1,05	23,45
BsAn01	31,72	195,10	768,09	149,85	0,16	1,05	33,25
BsAn01	24,32	149,60	768,09	114,91	0,16	1,05	25,50
BsAn01	42,33	260,40	768,09	200,01	0,16	1,05	44,38
BsAn01	12,97	79,80	768,09	61,29	0,16	1,05	13,60
BsAn01	24,89	153,10	768,09	117,59	0,16	1,05	26,10
BsAn01	10,19	62,70	768,09	48,16	0,16	1,05	10,69
BsAn01	21,17	130,20	768,09	100,01	0,16	1,05	22,19
BsAn01	20,21	124,30	768,09	95,47	0,16	1,05	21,19
BsAn01	53,53	329,30	768,09	252,93	0,16	1,05	56,13
BsAn01	22,00	135,30	768,09	103,92	0,16	1,05	23,06
				1472,97			326,87
Oferta hídrica:							1146,10

Fuente: VASEQUI, 2024

2.44 Herbazal del Páramo (HsSn02).

Figura 55. Isoyetas precipitación anual (HsSn02).



Fuente: VASEQUI, 2024; INAMHI, 2014.

Tabla 26. Determinación de la oferta hídrica del ecosistema Herbazal del Páramo (HsSn02).

COBERTURA	EVAP	PREC	AREA (HA)	OF	RE	F	EVTR
HsSn02	26,06	160,30	309,2	49,56	0,16	1,05	27,32
HsSn02	22,37	137,60	309,2	42,55	0,16	1,05	23,45
HsSn02	31,72	195,10	309,2	60,32	0,16	1,05	33,25
HsSn02	24,32	149,60	309,2	46,26	0,16	1,05	25,50
HsSn02	42,33	260,40	309,2	80,52	0,16	1,05	44,38
HsSn02	12,97	79,80	309,2	24,67	0,16	1,05	13,60
HsSn02	24,89	153,10	309,2	47,34	0,16	1,05	26,10
HsSn02	10,19	62,70	309,2	19,39	0,16	1,05	10,69
HsSn02	21,17	130,20	309,2	40,26	0,16	1,05	22,19
HsSn02	20,21	124,30	309,2	38,43	0,16	1,05	21,19
HsSn02	53,53	329,30	309,2	101,82	0,16	1,05	56,13
HsSn02	22,00	135,30	309,2	41,83	0,16	1,05	23,06
				592,95			326,87
Oferta hídrica:							266,09

Fuente: VASEQUI, 2024

2.45 Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo (HsSn03).

Figura 56. Isoyetas precipitación anual (HsSn03).



Fuente: VASEQUI, 2024; INAMHI, 2014.

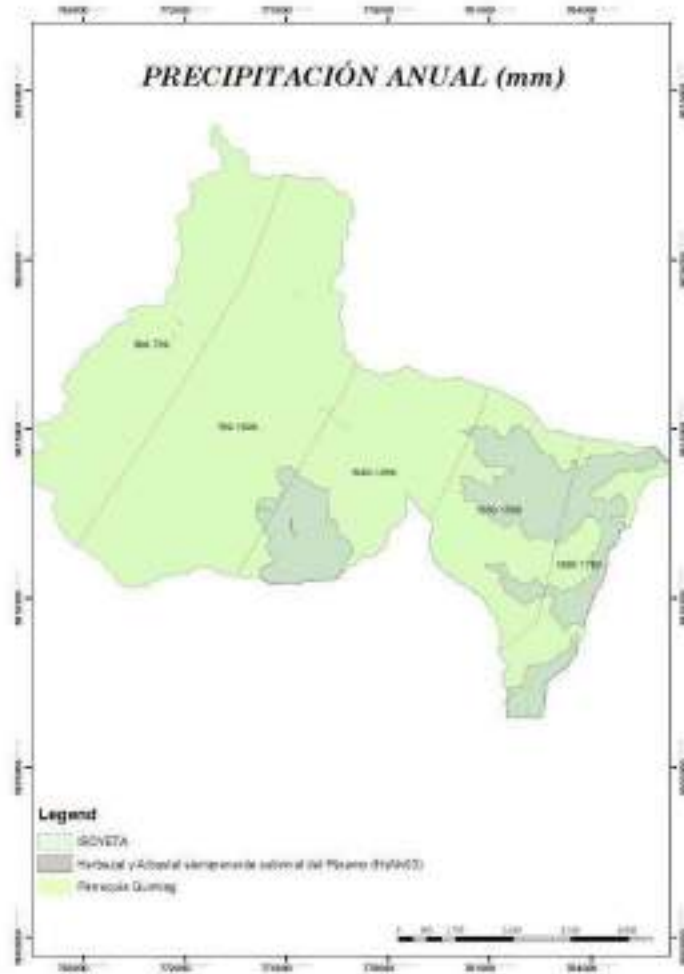
Tabla 27. Determinación de la oferta hídrica del ecosistema Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo (HsSn03).

COBERTURA	EVAP	PREC	AREA (HA)	OF	RE	F	EVTR
HsSn03	3,26	160,30	50,13	8,04	0,02	1,11	3,62
HsSn03	2,80	137,60	50,13	6,90	0,02	1,11	3,11
HsSn03	3,96	195,10	50,13	9,78	0,02	1,11	4,40
HsSn03	3,04	149,60	50,13	7,50	0,02	1,11	3,38
HsSn03	5,29	260,40	50,13	13,05	0,02	1,11	5,88
HsSn03	1,62	79,80	50,13	4,00	0,02	1,11	1,80
HsSn03	3,11	153,10	50,13	7,67	0,02	1,11	3,46
HsSn03	1,27	62,70	50,13	3,14	0,02	1,11	1,42
HsSn03	2,65	130,20	50,13	6,53	0,02	1,11	2,94
HsSn03	2,53	124,30	50,13	6,23	0,02	1,11	2,81
HsSn03	6,69	329,30	50,13	16,51	0,02	1,11	7,43
HsSn03	2,75	135,30	50,13	6,78	0,02	1,11	3,05
				96,13			43,30
Oferta hídrica:							52,84

Fuente: VASEQUI, 2024

2.46 Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo (HsNn03).

Figura 57. Isoyetas precipitación anual (HsNn03).



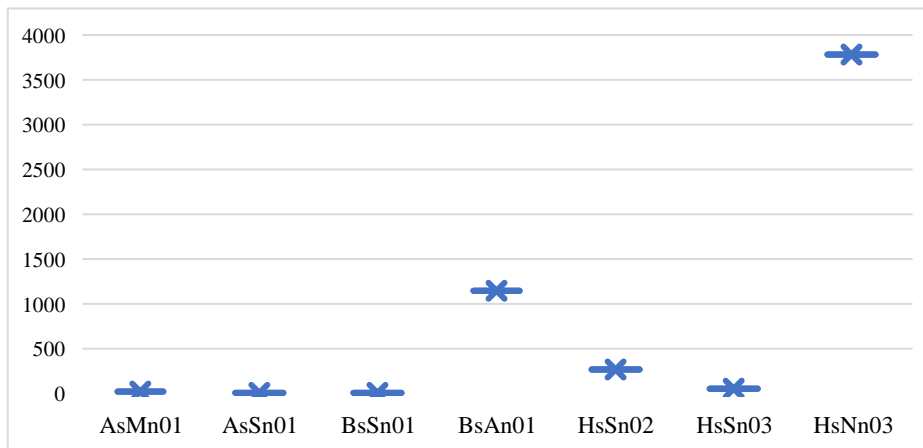
Fuente: VASEQUI, 2024; INAMHI, 2014.

Tabla 28. Determinación de la oferta hídrica del ecosistema Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo (HsNn03).

COBERTURA	EVAP	PREC	AREA (HA)	OF	RE	F	EVTR
HsNn03	26,06	160,30	2142,42	343,43	0,16	1,05	27,32
HsNn03	22,37	137,60	2142,42	294,80	0,16	1,05	23,45
HsNn03	31,72	195,10	2142,42	417,99	0,16	1,05	33,25
HsNn03	24,32	149,60	2142,42	320,51	0,16	1,05	25,50
HsNn03	42,33	260,40	2142,42	557,89	0,16	1,05	44,38
HsNn03	12,97	79,80	2142,42	170,97	0,16	1,05	13,60
HsNn03	24,89	153,10	2142,42	328,00	0,16	1,05	26,10
HsNn03	10,19	62,70	2142,42	134,33	0,16	1,05	10,69
HsNn03	21,17	130,20	2142,42	278,94	0,16	1,05	22,19
HsNn03	20,21	124,30	2142,42	266,30	0,16	1,05	21,19
HsNn03	53,53	329,30	2142,42	705,50	0,16	1,05	56,13
HsNn03	22,00	135,30	2142,42	289,87	0,16	1,05	23,06
				4108,52			326,87
Oferta hídrica:							3781,65

Fuente: VASEQUI, 2024

Figura 58. Tabla resumen de la oferta hídrica por ecosistema.



Fuente: VASEQUI, 2024

Los ecosistemas presentan variaciones en su oferta hídrica Tabla 58, siendo el de mayor valor el ecosistema Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo (HsNn03), esto a causa de la combinación de factores naturales propios de cada sitio, la cantidad hídrica captada en este ecosistema depende del tipo de flora que se pueda encontrar, además del sotobosque, ya que a medida que se encuentre una mayor biomasa vegetal, mayor será el nivel de retención de humedad en el ecosistema. Se debe considerar que, gracias a las condiciones topográficas del sitio, como fuertes pendientes, caminos estrechos, o la abundante vegetación impide que los pobladores pueden acceder a la zona, manteniendo la estructura vegetal del ecosistema inalterada, siendo beneficioso para mantener una oferta hídrica alta.

La oferta hídrica se ve afectado de manera directa por las actividades antropocéntricas, a medida que avanza la frontera agrícola la demanda de la oferta hídrica es mayor, la deforestación de los bosques nativos para este tipo de actividades irrumpe en la retención hídrica, por la pérdida de cobertura vegetal, incrementando la erosión y disminuyendo la calidad del agua disponible.

La altitud es otro factor que puede afectar a la oferta hídrica, las comunidades que se encuentran más cerca de los límites con los ecosistemas, son las que mayor daño causan, deforestando grandes extensiones para fines agrícolas e invadiendo territorio, con el fin de producir pastizales para el ganado vacuno entre otros, cabe señalar, que la captación de agua proveniente de los páramos es de mayor demanda para este tipo de actividades, sin considerar el perjuicio que estos producen a los ecosistemas y a la calidad misma del agua que es utilizada por los pobladores para consumo.

2.47 Análisis de parámetros químicos del agua en los cauces de las microcuencas.

Se identifica a las microcuencas a las áreas en donde, el drenaje de agua se dirige al cause principal de una subcuenca, por lo que las subcuencas están fraccionadas en varias microcuencas (Ordoñez Gálvez, 2012), también corresponden a aguas superficiales, que pueden provenir de una fuente natural con caudal continuo o intermitente, que puede desembocar en varios lugares como ríos, pantanos o en el mar, las microcuencas están delimitadas por la separación de las aguas, la dimensión de estas para su denominación debe ser menor a 500 Km² (MINAMBIENTE, 2016).

El recurso agua es un elemento ecosistémico reconocido como un activo social, los problemas que se le relacionan son, por su calidad y carencia en algunas zonas, por lo que perjudica de manera directa a diferentes ámbitos, la calidad de este recurso se ve afectado por factores naturales o antropogénicos, por lo que mediante un análisis de diferentes parámetros se puede determinar el uso o actividades adecuadas para este, los estándares más estrictos son aplicados al agua para consumo humano, posteriormente le siguen caracterizaciones como hábitat para fauna y diferentes usos de suelo. Los estándares de calidad establecen experimentos para identificar contaminantes fisicoquímicos, biológicos y concentraciones en las que se encuentren (AGQLABS, 2003).

Los resultados de la calidad de las microcuencas es importante impartir a las comunidades, las cuales son los administradores del recurso, por ser usuarios, distribuidores y conservadores de esta, por la responsabilidad del cuidado de recurso hídrico es de todos (Ordoñez Gálvez, 2012).

El agua al ser un compuesto químico de la unión de átomos e hidrógeno en estado líquido y caracterizado por ser incoloro, inodoro y carente de sabor a temperatura ambiente, se lo puede encontrar en diferentes ambientes naturales, por lo que, para investigaciones se les somete a análisis de calidad para conocer el estado en que se encuentra este recurso, los parámetros por los que son sometidos dependen de la finalidad y el uso que se le dará, cabe añadir que es imprescindible conocer, entender e identificar los parámetros fisicoquímicos que se emplearán, ya que mediante la indagación de estos se puede caracterizar e interpretar de manera clara los resultados de los análisis de calidad del recurso en estudio (García de la Fuente, 2013).

En las cuencas y flujos hidrográficos existen desafíos para caracterizarlos, uno de ellos es la falta de monitoreos amplios, mismos que pueden proporcionar datos hidrológicos de alta resolución, los caudales de los ríos pueden brindar mucha información relacionada al comportamiento hidrológico de las cuencas, la información específica es escasa limitando así el entendimiento de las variaciones sub- anuales e interanuales del recurso y su comportamiento (Giler Ormazá, y otros, 2019).

2.48 Metodología.

En ambientes naturales los cauces encontrados tienden a estar equilibrio propio, por medio de algunos parámetros, focalizando la vegetación, el clima, la geología y actividades humanas presente en el lugar de estudio, cabe indicar que las interrelaciones entre los factores existen una gran influencia por lo que deben ser analizados individualmente, entre los aspectos tenemos: información previa, equipo, transporte, plan de trabajo (Rivera Trejo, Uh Us , Soto Cortés, & Díaz Flores, 2013).

2.49 Características del equipo de muestreo.

Seguen el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), indica que el equipo de muestreo debe estar previamente capacitado con los métodos adecuados para realizar dicha actividad, los lineamientos que se proporcionan ayudan a seleccionar los parámetros adecuados a los objetivos propuestos, los equipos y el estado de los mismos es de gran importancia, debido a que por varios factores pueden alterar los resultados, por lo que se debe considerar lo siguiente:

El recipiente se encarga de proteger la composición de la muestra, el mismo debe contar con resistencia a temperaturas, rotura, fácil de abrir y cerrar, al igual que se debe considerar el tamaño, forma, peso, disponibilidad, costo, facilidad para lavarlo y reutilizarlo.

Generalmente se recomienda utilizar frascos de polietileno de alta densidad para la determinación del agua cuando se van a analizar parámetros de silicio, sodio, alcalinidad total, cloruro, conductancia específica, pH y dureza.

Los recipientes que fueron usados se seleccionan tomando en cuenta que estos deben reducir la contaminación, fáciles de limpiar, que ser inertes química y biológicamente para mayor seguridad y calidad de resultados (INEN, 2013).

2.50 Fases de recolección de muestras de agua

Plan de muestreo

- Programa de Monitoreo
- Recursos para ejecución del muestreo
- Recolección de datos y muestras en campo

- Laboratorio, métodos de análisis
- Procesamiento de datos

Programa de Monitoreo

- Propósito del Monitoreo
- Objetivos
- Descripción del área
- Selección de sitios, estaciones y frecuencia
- Estudios preliminares

Recursos para ejecución del muestreo

- Disponibilidad de laboratorio. Tox-Chem.
- Recursos informáticos
- Personal técnico capacitado
- Equipos de medición para campo
- Disponibilidad de transporte

Recolección de datos y muestras en campo

- Procedimientos e instructivos para toma de muestras y uso de equipos
- Cartilla para registro de datos
- Transportación y almacenamiento de muestras
- Registro de cadena de Custodia
- Recepción de muestras por el laboratorio

Laboratorio

- Capacidad
- Control de calidad

- Norma 17025
- Entrega de resultados

2.51 Recomendaciones del muestreo de Calidad de Agua

Paso 1.

- Selección de rutas de acceso con caminos seguros y complementar todos los requisitos de ingreso a las estaciones.
- Contar con permisos del dueño del predio cuando son propiedades privadas, o de los responsables entes nacionales / provinciales / municipales.
- Vehículos apropiados, documentación que avale las actividades oficiales del personal para el trabajo encomendado.

Paso 2.

- Instruir al personal a cargo de las tareas de campo
- Manejo de equipos de extracción de muestras.
- Medición y determinaciones físico / químicas a efectuar
- Cumplimiento de las pautas metodológicas para un correcto muestreo, medición y preservación de las muestras procesadas en campo.

Paso 3.

- Llevar todos los materiales para la colecta de muestras.
- Elementos para instrumentar la toma de muestras en una forma segura para el operador y para el éxito de su tarea, cuando la toma de muestras no pueda efectuarse desde las orillas del curso y deba

accederse al mismo desde puentes; en los que no siempre se puede maniobrar en forma simple para el manejo de los muestreadores sean estos simples o sofisticados.

Paso 4.

- Llevar todos los equipos para las determinaciones (F/Q) en campo en perfecto estado de operación y calibrados.
- Verificar el correcto funcionamiento de los equipos de muestreo y su limpieza antes de concretar la toma de muestras.
- Limpiar luego de su uso, respetando las indicaciones del fabricante respecto a su cuidado y mantenimiento en especial durante su traslado y uso en condiciones riesgosas.

Paso 5.

- Verificar la existencia de muestreadores y envases aptos para el tipo de muestra y parámetro a analizar, incluyendo su posterior traslado (tipo de envase vidrio / plástico) reactivos para su preservación y/o elementos para cumplimentar las condiciones requeridas (ejemplo: frío) acorde a las condiciones de mantenimiento y preservación de muestras y tiempos máximos para efectuar una determinación analítica confiable. Si estas condiciones no se van a dar. No extraer la muestra.

Paso 6.

- En el laboratorio verificar la limpieza de materiales, tubos y envases a utilizar en la campaña. Proveer de todos los envases acorde al tipo y volumen previsto para procesar luego su

contenido según lo requerido por cada determinación analítica, (incluir blancos y réplicas cuando sea necesario). La cantidad de agua extraída debe satisfacer los requerimientos de las determinaciones de campo y las de Laboratorio (incluyendo el control interlaboratorios).

Paso 7.

- Tomar todas las precauciones posibles para que, una vez arribadas a su destino, luego del muestreo, las operaciones de trasvase, fraccionamiento y análisis se efectúen correctamente sin generar contaminación extra en las muestras a procesar.

2.52 Guía para la toma de muestras de agua

2.52.1 Tipos de muestras.

La gran variedad de clases de aguas y de circunstancias que se pueden presentar, hacen que no exista un método normalizado que pueda ser aplicado, tanto para seleccionar la clase de muestras a tomar como para seleccionar el tipo de muestreo, siendo necesario, para realizar correctamente la operación coordinar el método, la localización y el momento de realizarlo.

2.52.2 Muestra Simple:

Es adecuada para caracterizar la Calidad del Agua de corrientes y/o cursos de agua, por ejemplo: ríos /arroyos que dependen exclusivamente de las condiciones climáticas de la región en estudio.

Aquella colectada en un lugar, tiempo y profundidad determinados y luego analizada. Se la denomina también instantánea o de sondeo y representa la composición de la fuente en ese momento y lugar.

Después de identificar los siete ecosistemas que se encuentran dentro de la parroquia Quimiag, se localizó los afluentes de agua de cada ecosistema, dentro de cada una se recolectaron nueve muestras, donde se tomaron tres muestras de la parte alta, tres de la parte media y tres de la parte baja para ser analizadas en el laboratorio TOX-CHEM.

2.52.3 Limitaciones

Pueden ocurrir interferencias analíticas entre los analitos.

Es más costoso.

La información respecto a los analitos con relación a las muestras individuales puede perderse.

2.53 Selección de técnicas de muestreo acorde a los objetivos del estudio:

Las compuestas deben estar integradas por no menos de 8 muestras individuales colectadas a intervalos iguales y conformadas en forma proporcional al caudal, o una única muestra llenada en forma continua, pero en donde el ingreso de líquido al contenedor es proporcional al caudal circulante.

Un mayor número de muestras individuales es aconsejable si el caudal del efluente aportado al curso receptor es muy variable.

Cuando se emplea la integración manual de muestras para conformar una única representativa, la manipulación de las individuales debe minimizarse para reducir la posibilidad de contaminación adicional.

La variabilidad en los caudales del efluente o la de la concentración de los parámetros de interés, es la que define en última instancia la metodología a utilizar, en adición a los medios y personal disponible para dicho fin.

(MinisteriodeDesarrolloSocialyMedioAmbiente, 2000)

2.53.1 Identificación de las muestras.

Uno de los aspectos más importantes en los programas de muestreo es la correcta identificación de los recipientes en los cuales se va a tomar las muestras.

2.53.3 Muestras representativas en ríos:

Para tramos homogéneos es conveniente efectuar la toma de una muestra integrada en profundidad para caudales pequeños, una muestra simple tomada en el centro del cauce es suficiente (MinisteriodeDesarrolloSocialyMedioAmbiente, 2000).

2.53.4 Muestras representativas en redes de distribución:

Las muestras deben ser tomadas lo más cerca posible a la fuente de suministro para minimizarlos efectos del sistema de distribución (AGROCALIDAD, 2018).

Las muestras simples o compuestas pueden colectarse utilizando equipos operados manualmente o en forma automática (AGROCALIDAD, 2018).

2.54 Metodologías para el monitoreo de aguas

Una vez que se llega al punto de toma y antes de llenar el envase, enjuáguelo 2 o 3 veces con el agua que va a ser recolectada.

Si la muestra va a ser colectada a mano tome el frasco desde la base y sumerja el cuello del mismo dirigiéndolo hacia abajo hasta alcanzar una profundidad de 25 a 40 cm, oriente luego el frasco de manera que el cuello se dirija hacia arriba, en lo posible en dirección contraria a la corriente allí imperante y lejos de la influencia de las manos y brazos del operador para evitar la contaminación indirecta que puede acontecer durante el llenado.

Completada esta operación debe volcarse algo del contenido de los frascos a fin de dejar un espacio de 3 a 4 cm entre el nivel del agua y la tapa para permitir expansión térmica.

Es importante conocer los datos ambientales, en especial temperatura (ambiente y del agua), que deben agregarse a la Planilla de datos de campo (SAIPA, 2006).

2.54.1 Preceptos para tener en cuenta durante el monitoreo

Las muestras de agua deben extraerse en zonas donde exista buena circulación - perfecto mezclado - no en áreas estancadas y no recoger partículas grandes y no homogéneas (ejemplo: hojas).

En caso de muestreo manual efectuar la colecta de frente a la corriente o dirección de circulación del río, para evitar contaminar la muestra.

En un puente, tomar las muestras del lado de donde viene la corriente, para ver los objetos flotantes o la contaminación que alterarían la representatividad de esta.

Extremar las precauciones para la colecta de muestras bacteriológicas, no lavar el envase en este caso con el agua a muestrear, deben mantenerse

esterilizados hasta el instante de llenado y deben ser preservadas adecuadamente (frío) y analizadas lo más rápido posible.

Cuando se muestreen descargas de efluentes puntuales, se debe seleccionar el punto de extracción en el centro del canal o conducto que llega al curso receptor, a un nivel dentro del rango de 40 al 60 % de la profundidad total del mismo.

Cuando se muestrea, es necesario llenar completamente los envases si el agua colectada va a ser sometida a alguno de los siguientes análisis: compuestos orgánicos volátiles, OD, CO₂, Cl libre, Nitrógeno amoniacal, H₂S, pH, dureza, NH₄, Fe, aceites y grasas, acidez, alcalinidad.

Cuando se muestree para recuento de bacterias o sólidos suspendidos, se debe dejar algo de espacio en el frasco, para facilitar el mezclado que se hace luego, antes del fraccionamiento de la muestra.

Optimizar el uso de envases que pueden ser transportados en un mismo frasco, con idéntico tipo de preservación para ciertas determinaciones analíticas manteniendo siempre una perfecta identificación de los mismos, y tratando de minimizar la cantidad de personas que manejan las muestras para mantener y optimizar la cadena de seguridad.

(Giraldo Gómez, 1995)

2.55 Generalidades de colecta, preservación y almacenamiento de muestras

Las muestras deben ser homogéneas, representativas y no deben modificar las características fisicoquímicas de la matriz en cuestión.

2.55.1 Preservación de muestras

Deben respetarse las medidas para la preservación de las muestras mediante adiciones de reactivos químicos, conservación en frío, y/o evitando el efecto de la luz solar, lo cual asegura la validez de las determinaciones a efectuar.

2.55.2 Adición de Reactivos Químicos:

Las muestras suelen acidificarse para medir luego algunos compuestos, debe procurarse siempre el empleo de reactivos de máxima pureza, para no introducir una contaminación adicional en la muestra sometida luego a detección en el Laboratorio.

2.55.3 Empleo de frío extremo:

Esta técnica no es siempre aconsejable, porque causa algunos cambios fisicoquímicos, Por ej. formación de precipitados y pérdida de gases disueltos que pueden afectar la real composición de la muestra.

2.56 Conservación utilizando frío moderado (4° C):

Esta es la técnica más utilizada y en general mantiene completamente la integridad de los compuestos químicos no obstante hay que tener en cuenta los siguientes parámetros que se detallan a continuación.

2.56.1 Precauciones Generales:

Todas las muestras deben recibir la preservación adecuada y solo las dosis previstas acorde a su volumen y parámetro a determinar luego en el Laboratorio, por ello conviene marcar de alguna forma los envases ya tratados a fin de no repetir esa acción, en especial cuando este proceso no genera un cambio en la apariencia exterior de la muestra.

2.56.2 Asepsia:

Es importante mantener en todo momento (extracción, preservación y traslado al Laboratorio) las condiciones de asepsia, para que el dato a reportar refleje las condiciones reales de la matriz en la estación en el momento de la toma.

2.56.3 Envases que utilizar:

Conviene emplear frascos de vidrio de boca ancha (esterilizados) de un volumen de 200 o 500 ml o botellas de plástico no tóxicas para microbiología, con tapas especiales de vidrio, corcho o plástico a rosca que son luego recubiertas con papel de aluminio u otro equivalente y asegurando el cierre del envase con elásticos o cordones de algodón.

(UNAM, 2019)

2.57 Precauciones para evitar la contaminación de las muestras colectadas

La calidad de los datos generados por el laboratorio depende en gran parte de la calidad de las muestras que ingresen al mismo, por ello deben tomarse todos los recaudos posibles para evitar la contaminación y/o deterioro de las muestras desde su extracción, distribución y/o filtración en campo, hasta su medición final en campaña o en laboratorio.

Los parámetros de calidad de agua que regularmente se controlan en cursos superficiales y efluentes pueden clasificarse en tres grupos:

- a) Conservativos (su concentración no varía con el tiempo)
- b) No conservativos / preservables (cambian con el tiempo, pero pueden ser estabilizados al menos por 24 horas con tratamiento apropiado).

- c) No conservativos: varían rápidamente con el tiempo y no pueden ser preservados. (ejemplo: temperatura, pH y Oxígeno Disuelto)

Las mediciones de campo deben realizarse en una submuestra separada, la que debe ser descartada luego de la determinación, estos análisis, nunca deben hacerse en la misma muestra que se envía luego al Laboratorio para el resto de las determinaciones.

Los recipientes para extracción de muestras, nuevos o usados deben limpiarse de acuerdo con métodos establecidos, utilizando siempre solo el tipo de recipiente recomendado para el parámetro en cuestión.

Los frascos destinados para muestras de agua solo deben utilizarse para ese fin (cuando se hallan colectado efluentes muy contaminados y/o aceitosos descartarlos), si estos recipientes han sido utilizados en el laboratorio para almacenar reactivos químicos concentrados, nunca deben usarse para la colecta de muestras en campañas.

Antes de ser utilizados en el campo, se deben controlar todos los envases, material de vidrio y reactivos a ser usados en la preservación de las muestras, para verificar limpieza y estado de conservación del material a emplear, identificar rótulos y llenar las planillas de muestreo respectivas para cada serie de parámetros y frascos correspondientes.

No tocar la parte interior de los recipientes destinados a colecta de muestras con las manos descubiertas ni con guantes

Evitar el contacto de muestras y ácidos con objetos extraños, en especial metálicos.

No debe medirse conductividad en un agua que halla sido utilizada para medir pH, dado que el ClK de los electrodos de pH se difunde y altera el valor medido.

Las muestras nunca deben dejarse expuestas al sol, deben guardarse en lugares frescos y en las heladeras que se utilizan durante la campaña, debiendo arribar lo más pronto posible al Laboratorio para su determinación analítica.

Contar siempre con reservas de agua destilada para limpieza de equipos y frascos que puedan ensuciarse accidentalmente, vasos de precipitado limpios para medición / calibración de pH, blancos, soluciones buffer frescas (SAIPA, 2006)

2.58 Control de calidad en las operaciones de campo

Sirven para evaluar la reproducibilidad de los valores hallados para los diferentes parámetros en dicha estación de muestreo y los blancos para constatar la pureza de los reactivos químicos utilizados para la preservación de muestras, detectar contaminación en los frascos destinados a la campaña, papeles de filtro o equipos de filtrado u otros elementos utilizados en la colecta de la muestra.

2.58.1 Blanco de frasco:

Antes de realizar la visita a la estación de muestreo en campo, se debe tomar al azar uno de cada 10 de los envases destinados a la campaña, llenarlo con agua destilada, preservarlo de igual forma que las muestras de campo y enviarlo al Laboratorio junto al resto de los frascos colectados. Se detecta así cualquier contaminación del envase.

2.58.2 Blanco de muestreadores:

Periódicamente se deben preparar y analizar este tipo de muestras, consistentes en agua destilada que se coloca en dicho equipo y trasvasa luego a frascos de limpieza certificada para su posterior análisis.

2.58.3 Blanco de filtros:

Si las muestras de agua son filtradas en campo, los filtros a utilizar deben lavarse previamente en el Laboratorio, con una solución que elimine cualquier contaminante que pudiera afectar la medición de la variable de interés.

2.58.4 Blanco de campo:

Se sugiere la ejecución de estos en la proporción de uno cada 10 muestras de agua, al concluir la jornada de muestreo, llenando los recipientes con agua destilada ultrapura, agregando los conservadores de la misma forma que para el resto de las series de las muestras a coleccionar (grupos de parámetros que llevan idéntico reactivo como preservante); cerrando los recipientes herméticamente y enviándolos al Laboratorio para el análisis de los parámetros en cuestión, operando con ellos en idéntica forma que con las muestras realmente coleccionadas del efluente o curso receptor en estudio.

2.58.5 Muestras duplicadas (alícuotas):

Estas, se obtienen dividiendo en dos o más submuestras idénticas la realmente coleccionada en campo. Esto se debe realizar periódicamente a fin de obtener la magnitud de los errores provocados por contaminación extra, casuales y/o sistemáticos y cualquier otra variación que puede haber acontecido desde el momento en que se tomó la muestra hasta su arribo al laboratorio.

2.58.6 Muestras duplicadas en el tiempo:

Consisten en dos o más muestras tomadas en un mismo lugar en forma secuencial a intervalos específicos durante un período determinado Tabla (29, 30,31) Estas muestras sirven para evaluar la incertidumbre debida a las variaciones temporales de las diversas variables de C.A. en el cuerpo de agua. La cantidad y frecuencia de estas muestras generalmente se determinan mediante un estudio piloto previo al Programa de Monitoreo (Ordoñez Ferrusco).

Tabla 29. Parámetros de análisis microbiológicos del agua.

N°	PARÁMETRO	Unidad	MÉTODO DE ANÁLISIS
1	Coliformes fecales	NMP/100mL	Standard Methods Ed. 23.2017, 9221E/9221C

(Tox-Chem, 2022)

Tabla 30. Parámetros de análisis físicos del agua.

N°	PARÁMETRO	Unidad	MÉTODO DE ANÁLISIS
1	Color real	Uni Pt-Co	Standard Methods Ed. 23.2017, 2120 C
2	Potencial Hidrógeno	uni pH	Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 H+ B
3	Conductividad eléctrica	us/cm	Standard Methods Ed. 23.2017 2510B
4	Turbiedad	UNT	EPA 180.1. 2003

(Tox-Chem, 2022)

Tabla 31. Parámetros de análisis químicos del agua.

N°	PARÁMETRO	Unidad	MÉTODO DE ANÁLISIS
1	Aceites y grasas	mg/L	Standard Methods Ed. 23.2017, 5520 B
3	Cianuro	mg/L	Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 CN- E modificado
4	Cromo hexavalente	mg/L	Standard Methods Ed. 23.2017, 3500 Cr B
6	Fluoruro	mg/L	Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 FD
7	Arsénico	mg/L	Absorción Atómica-Generador de hidruros
8	DQO	mg/L	Standard Methods Ed. 23.2017, 5020 D
9	DBO	mg/L	Standard Methods Ed. 23.2017, 5210 B
10	Hierro total	mg/L	Standard Methods Ed. 23.2017, 3500 Fe
11	Nitratos	mg/L	Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 NO3 A
12	Nitritos	mg/L	Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 NO2 B
14	Sulfatos	mg/L	Standard Methods Ed. 23.2017, 4500 E SO4
15	Cloro residual	mg/L	Standard Methods Ed. 23.2017 4500 Cl-G
16	Fenoles	mg/L	Standard Methods Ed. 23.2017 5530C
17	Tensoactivos	mg/L	Standard Methods Ed. 23.2017 5540 C
18	Amoniaco	mg/L	EPA Water waste N° 350. 2,1974
19	Oxígeno disuelto	mg/L	Espectrofotometría
20	Sólidos totales suspendidos	mg/L	Standard Methods Ed. 23.2017 2540 D

(Tox-Chem, 2022).

2.59 Análisis de parámetros fisicoquímicos del agua del ecosistema Arbustal siempreverde montano del Norte de los Andes (AsMn01).

Este ecosistema está caracterizado por ser bosques siempreverdes bajos, con un dosel que no supera a los 15 metros de altura, sin encontrarse en topografías muy accidentadas, también es caracterizada por tener asociaciones vegetales dominadas por una o varias especies (MAE, Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental, 2012). Se tomaron tres muestras para ser analizadas en la parte superior, media y baja del ecosistema y los resultados de estas se compararon con la Tabla 1, la misma que indica los valores permisibles dentro del Acuerdo ministerial 097, (MAATE, 2015), contrastada desde el punto de vista de Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico, se contrastó además con la Tabla 2 que indica Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces.

Los parámetros fisicoquímicos totales que se analizaron fueron 22, de los cuales 15 identificados como Aceites y grasas, Coliformes fecales, Cianuro, Cromo hexavalente, Arsénico, Demanda química del oxígeno, Demanda bioquímica de oxígeno, Hierro total, Nitratos, Nitritos, Sulfatos, Cloro residual, Fenoles, Tensoactivos y Amoniaco se encuentran muy por debajo de los límites permisibles.

Los valores del parámetro color real se encuentran por debajo de los límites permisibles, sin embargo, se encuentra diversidad de resultados entre las muestras, el valor más alto alcanza los 27 Uni Pt-Co localizado en la parte media del ecosistema, mientras que el valor más bajo se encuentra localizado en la parte media y baja con un valor de 1 Uni Pt-Co.

Los valores del parámetro Fluoruro se encuentran por debajo de los límites permisibles, sin embargo, existe una diversidad en los resultados obtenidos, por lo que el valor más bajo obtenido es de 0,01 mg/L localizado en la parte baja, mientras que el valor más alto se encuentra localizado en la parte alta del ecosistema con 0,70 mg/L.

Los valores del parámetro Potencial Hidrógeno, se encuentran dentro del rango establecido en las tablas del Acuerdo ministerial 097, la presente variabilidad de resultados indica que el valor, más bajo es de 6,08 localizado en la parte media del ecosistema, mientras que el valor más alto se encuentra en la parte baja con un valor de 7,17.

Los valores Oxígeno disuelto se encuentran mayores a 6, siendo el valor más bajo encontrado con 6,2 mg/L en parte baja del ecosistema, mientras que el valor más alto encontrado es de 7,5 mg/L, localizado en la parte alta del ecosistema.

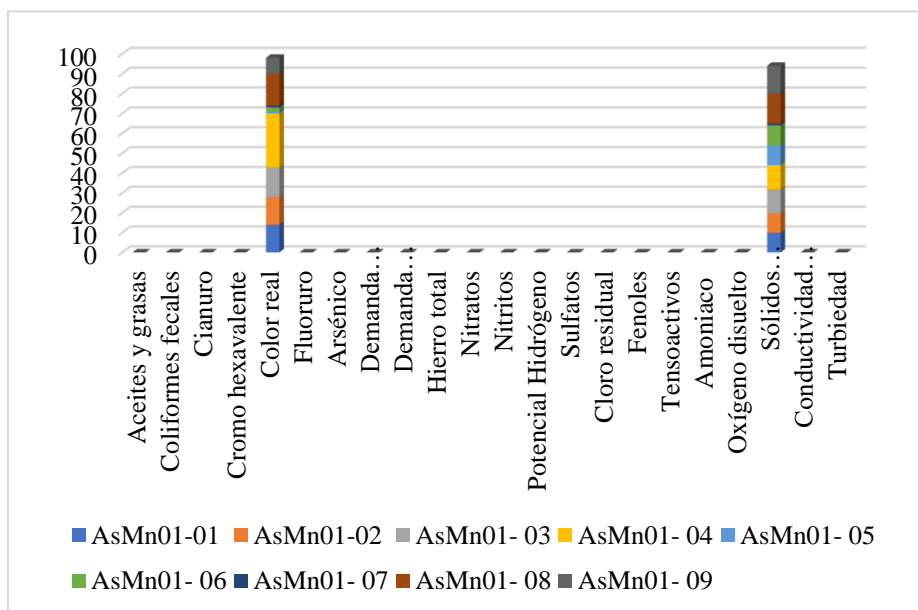
Los valores del parámetro Sólidos suspendidos totales, existen variabilidad en los resultados, donde el valor más bajo encontrado es de 1 mg/L localizado en la parte baja del ecosistema, mientras que el valor más alto encontrado es de 15 mg/L localizado en la parte baja del ecosistema.

Los valores del parámetro Conductividad eléctrica en la parte superior del ecosistema se encuentran diversidad de resultados, siendo el mayor de 194,6 us/cm localizado en la parte superior del ecosistema, mientras que el valor más bajo con un valor de 128,3 us/cm está localizado en la parte media del ecosistema.

Los valores del parámetro Turbiedad se encuentran por debajo de los límites, existe además variabilidad de resultados, indicando que el valor

más bajo encontrado es de 1,16 UNT localizado en la parte media del ecosistema, mientras que el valor más bajo es de 5,11 UNT localizado en la parte media del ecosistema Figura 59.

Figura 59. Análisis físico químico y microbiológico del ecosistema Arbustal siempreverde montano del Norte de los Andes (AsMn01).



Fuente: VASEQUI, 2024

2.60 Análisis de parámetros químicos del agua del ecosistema Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo (AsSn01).

El ecosistema en estudio Figura 60 está ubicado en zonas altas alcanzando los 3900 msnm de la cordillera de los Andes, habitada por una vegetación abundante y variada dependiendo de la distribución geográfica y de la influencia climática del sitio en donde se encuentre (MAE, Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental, 2012), para conocer el estado en el que se encuentra se ha recolectado nueve muestras de agua para ser analizadas dentro del área

de estudio, tres de la parte alta, tres de la parte media y tres de la parte baja del ecosistema, los resultados obtenidos se compararon de acuerdo al Acuerdo Ministerial 097, (MAATE, 2015), en la Tabla 1, indica los valores permisibles contrastada desde el punto de vista de Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico, se contrastó además con la Tabla 2 que indica Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces.

Se han analizado 22 parámetros fisicoquímicos de los cuales catorce se encuentran por muy debajo de los límites permisibles según las tablas 1 y 2 del Acuerdo Ministerial 097, los cuales son Aceites y grasas, Coliformes fecales, Cianuro, Cromo hexavalente, Arsénico, Demanda química de oxígeno, Demanda bioquímica de oxígeno, Nitratos, Nitritos, Sulfatos, Cloro residual, Fenoles, Tensoactivos y Amoniaco,

Los valores del parámetro Color real analizadas indican que se encuentran dentro del rango establecido, sin embargo, se puede observar que el valor más bajo obtenido es de 3 Uni Pt-Co localizado en la parte baja del ecosistema, mientras que el valor más alto obtenido es de 31 Uni Pt-Co localizado en la parte media del ecosistema.

Los valores reportados del parámetro Fluoruro al ser analizadas indican que se encuentran dentro de los límites permisibles con una variabilidad de resultados, exponiendo que el valor más bajo obtenido es de 0,20 mg/L localizado en la parte media del ecosistema, se debe señalar que el valor más alto es de 0,28 mg/L ubicado en la parte alta del ecosistema.

El parámetro Hierro total sobrepasa los límites permisibles con un valor de 6,19 mg/L localizado en la parte alta del ecosistema, focalizando este parámetro en la parte media y baja indica que se encuentran dentro de

los límites permisibles, encontrándose el más bajo con un valor de 0,07 mg/L ubicado en l aparte baja del ecosistema.

Los valores obtenidos en el parámetro Potencial hidrógeno indican que se encuentran dentro de los rangos establecidos en las Tablas 1 y 2, existe además variabilidad en los resultados reportados por qué se puede señalar que el valor más bajo fue de 6,75 uni pH, y el valor más alto obtenido fue de 7,50 uni pH localizado en la parte baja del ecosistema.

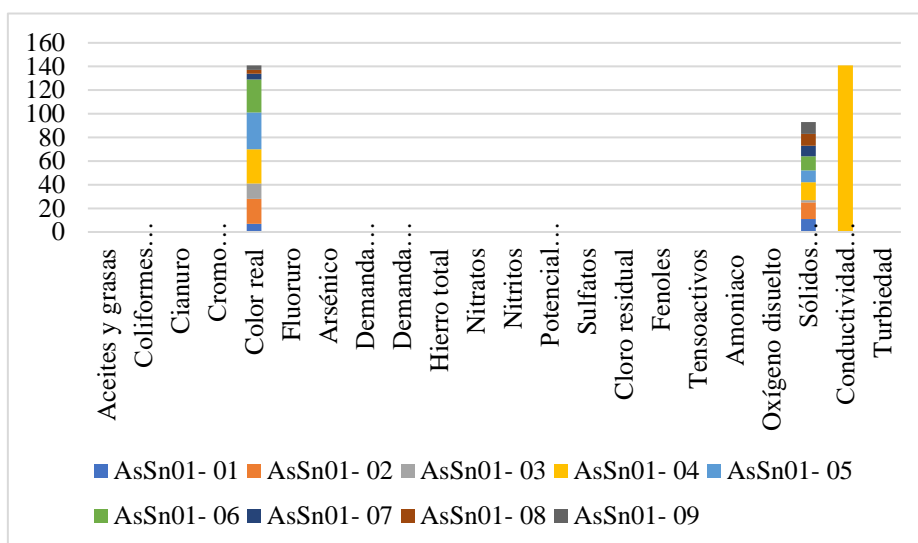
El parámetro identificado Oxígeno disuelto según la Tabla 2 los resultados de las muestras son mayores a 6 en número, siendo el valor más bajo 7,1 mg/L encontrándose en la parte media del ecosistema y el valor más alto fue de 7,6 mg/L ubicado en la parte alta del ecosistema.

Los resultados obtenidos en el parámetro Solidos suspendidos totales existe variabilidad de resultados, por lo que se observa que el valor menor obtenido fue de 2 mg/L ubicado en la parte alta del ecosistema, mientras que el valor más alto expuesto fue de 15 mg/L localizado en la parte media del ecosistema.

El parámetro Conductividad eléctrica demuestra variabilidad de resultados, indicando que el valor más bajo se obtuvo con 137,3 us/cm se localizó en la parte alta del ecosistema, al igual que el valor más alto conseguido fue de 229,4 us/cm ubicado en la parte alta del ecosistema.

Los resultados en el parámetro Turbiedad demuestran variabilidad en sus resultados, indicando que el valor más bajo obtenido 3,16 UNT ubicado en la parte baja del ecosistema, mientras que el valor más alto obtenido es de 7,65 UNT localizado en la parte alta del ecosistema Figura 60.

Figura 60. Análisis físico, químico y microbiológico del ecosistema Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo (AsSn01).



Fuente: VASEQUI, 2024

2.61 Análisis de parámetros químicos del agua del ecosistema Bosque siempreverde del Páramo (BsSn01).

En el ecosistema Bosque siempreverde del Páramo (BsSn01) Figura 61, se recolectaron seis muestras en total, dos de la parte superior, dos de la parte media y dos de la parte inferior, estas fueron analizadas por 22 parámetros, físicos, químicos y microbiológicos, de los cuales 18 de ellos se encuentran por muy debajo de los parámetros establecidos por el Acuerdo Ministerial 097, (MAATE, 2015).

Los parámetros analizados se encuentran por muy debajo de los límites permisibles localizados en las tablas antes mencionadas como son Aceites y grasas, Coliformes fecales, Cianuro, Cromo hexavalente, Color real, Fluoruro, Arsénico, Demanda química de oxígeno, Demanda

bioquímica de oxígeno, Hierro total, Nitratos, Nitritos, Sulfatos, Cloro residual, Fenoles, Tensoactivos, Amoniaco, Sólidos suspendidos totales.

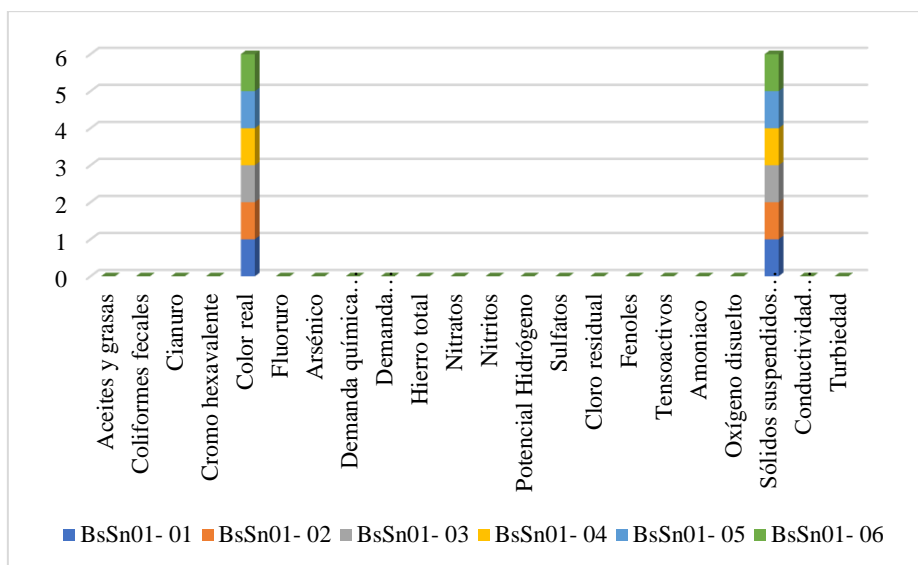
El parámetro Potencial hidrógeno dentro del ecosistema se encuentran dentro de los límites permisibles, sin embargo, en la variedad de resultados expresa que el valor más alto fue de 7,78 UNI pH, localizado en la parte baja del ecosistema, mientras que el valor más bajo fue de 6,98 uni pH, localizado en la parte alta del ecosistema.

Los resultados obtenidos en el parámetro Oxígeno disuelto se encuentran dentro de los límites establecidos, sin embargo, se puede apreciar que el valor más alto obtenido es de 7,3 mg/L, ubicado en la parte baja del ecosistema, mientras que el valor más bajo fue de 7,1 mg/L, localizado en la parte baja del ecosistema.

El parámetro Conductividad eléctrica reporta el valor más alto con 160,3 us/cm localizado en la parte alta del ecosistema, mientras que el valor más bajo reportado fue de 148,8 us/cm localizado en la parte media del ecosistema.

Los resultados del parámetro Turbiedad se encuentran muy por debajo de los límites permisibles, por lo que el valor más alto reportado fue de 1,43 UNT, localizado en la parte media del ecosistema, mientras que el valor más bajo fue de 1,27 UNT, ubicado en la parte alta del ecosistema.

Figura 61. Análisis físico químico y microbiológico del ecosistema Bosque siempreverde del Páramo (BsSn01).



Fuente: VASEQUI, 2024

2.62 Análisis de parámetros químicos del agua del ecosistema Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn01).

El análisis físico químico del ecosistema Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn01) , para realizarlo se recolectaron nueve muestras de agua en total, distribuidas tres de la parte alta, tres de la parte media y tres de la parte baja, donde se examinaron 22 parámetros, comparándolos de acuerdo al Acuerdo Ministerial 097, (MAATE, 2015), con la Tabla 1, indicando los valores permisibles desde el punto de vista de Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico, y con la Tabla 2 que

indica Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces.

Los parámetros analizados en su mayoría expresan que sus valores se encuentran por muy debajo de los límites permisibles entre ellos tenemos Aceites y grasas, Coliformes fecales, Cianuro, Cromo hexavalente, Arsénico, Demanda química de oxígeno, Demanda bioquímica de oxígeno, Nitratos, Nitritos, Sulfatos, Cloro residual, Fenoles, Tensoactivos y Amoníaco según las comparaciones con el Acuerdo Ministerial 097 en las Tablas 1 y 2.

Los valores expuestos en el parámetro Color real, indica que el valor más bajo encontrado es de 1 Uni Pt-Co localizado en la parte baja del ecosistema, mientras que el valor más alto que se observa es de 303 Uni Pt-Co ubicado en la parte media del ecosistema.

El parámetro Fluoruro expone que el valor más alto con 0,29 mg/L se encuentra localizado en la parte media del ecosistema, mientras que el valor más bajo obtenido es de 0,04 mg/L ubicado en la parte media del ecosistema.

Los valores representados en el parámetro Hierro total, indica que el más alto obtenido es de 1,97 mg/L ubicado en la parte media del ecosistema, mientras que el valor más bajo conseguido es de <0,06 mg/L localizado en la parte alta y baja del ecosistema.

El parámetro Potencial hidrógeno al ser analizado indica que se encuentra dentro de los límites permisibles, sin embargo, existe variabilidad en sus resultados, por lo que el valor más alto fue de 7,34 uni pH localizado en la parte media del ecosistema y el más bajo fue de

6,74 uni pH ubicado en la parte media y baja del ecosistema con valores similares a los expuestos.

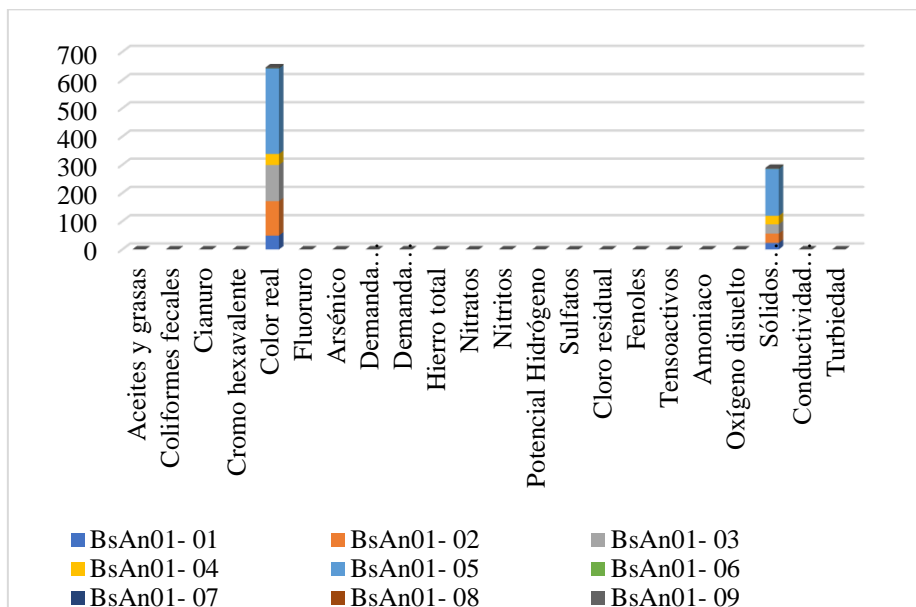
Los valores expuestos en el parámetro Oxígeno disuelto, se encuentran dentro de los límites permisibles, por lo que el valor más alto obtenido fue de 7,2 mg/L localizada en la parte baja del ecosistema, mientras tanto el valor más bajo que se obtuvo fue de 6,1 mg/L ubicado en la parte media del ecosistema.

El parámetro Sólidos suspendidos al ser analizados existe gran variabilidad de resultados por lo que se encontró el valor más bajo con 1 mg/L ubicado en la parte baja del ecosistema, mientras que el valor más alto obtenido es de 166 mg/L localizado en la parte media del ecosistema.

Los valores reportados por el parámetro Conductividad eléctrica son variables, indicando que el resultado más bajo obtenido fue de 69,56 us/cm localizado en la parte media del ecosistema, y el valor más alto obtenido fue de 225,1 us/cm ubicado en la parte alta del ecosistema.

El parámetro Turbiedad después del análisis indica que el valor más bajo obtenido fue de 1,29 UNT localizado en la parte media y baja del ecosistema, y el valor más alto reportado fue de 200,6 UNT ubicado en la parte media del ecosistema.

Figura 62. Análisis físico químico y microbiológico del ecosistema Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn01).



Fuente: VASEQUI, 2024

2.63 Análisis de parámetros químicos del agua del ecosistema Herbazal del Páramo (HsSn02).

El análisis físico, químico y microbiológico del ecosistema Herbazal del Páramo (HsSn02) Figura 63, se examinó en nueve muestras de agua, donde se recolectaron tres de la parte superior, tres de la parte media y tres de la parte baja del ecosistema, considerando 22 parámetros en total, de los cuales catorce se encuentran por muy debajo de los límites permisibles comparándose de acuerdo al Acuerdo Ministerial 097, (MAATE, 2015), con las Tabla 1 y Tabla 2, estos son Aceites y grasas, Coliformes fecales, Cianuro, Cromo hexavalente, Arsénico, Demanda

química de oxígeno, Demanda bioquímica de oxígeno, Nitratos, Nitritos, Sulfatos, Cloro residual, Fenoles, Tensoactivos y Amoniaco.

El parámetro Color real se encuentra por muy debajo de los límites permisibles, sin embargo, la variabilidad de sus resultados indica que el valor más alto encontrado fue de 125 Uni Pt-Co, localizado en la parte baja del ecosistema, mientras que el valor más bajo fue de 1 Uni Pt-Co, ubicado en la parte media del ecosistema.

Los resultados obtenidos en el parámetro Fluoruro indica que se encuentra dentro de los límites permisibles, dónde el valor más alto fue de 0,28 mg/L, localizado en la parte baja del ecosistema, mientras que el valor más bajo fue de 0,04 mg/L, ubicado en el arte media del ecosistema.

El parámetro Hierro total se encuentra por debajo de los límites permisibles, sin embargo, la variabilidad de resultados indica que el valor más alto obtenido fue de 1,11 mg/L, ubicado en la parte alta del ecosistema, en la parte baja los valores reportados mencionan que se obtuvo el valor más bajo con <0,06 mg/L.

Los resultados del parámetro Potencial hidrógeno reportan que el valor más alto fue de 7,68 uni pH, localizado en la parte media del ecosistema, por otro lado, se puede apreciar que el valor más bajo fue de 7,09 uni pH, el mismo que se encuentra ubicado en la parte alta del ecosistema.

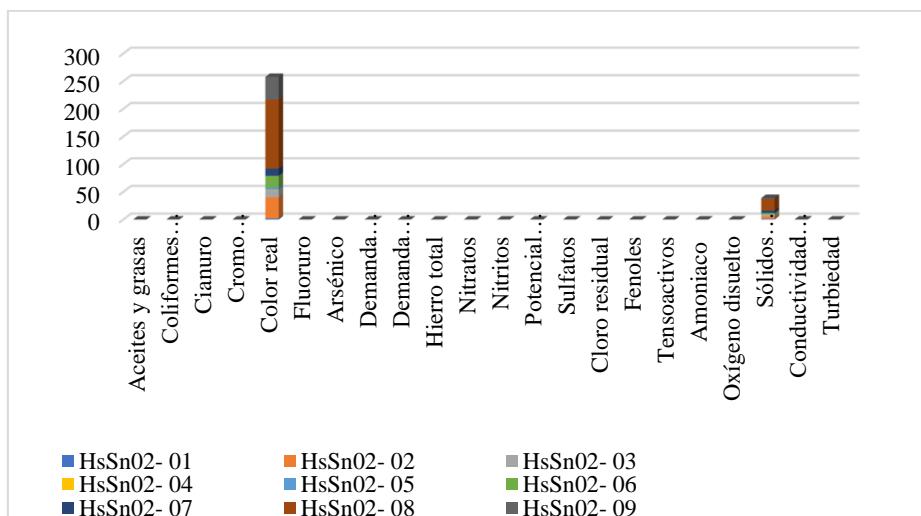
El parámetro Oxígeno disuelto se encuentra por debajo de los límites permisibles, por lo que se puede apreciar que el valor más alto obtenido fue de 7,3 mg/L, localizada en la parte alta del ecosistema, mientras que el valor más bajo reportado fue de 6,4 mg/L, ubicado en la parte baja del ecosistema.

Los resultados obtenidos en el parámetro Sólidos suspendidos totales indican que el valor más alto fue de 21 mg/L, localizado en la parte baja del ecosistema, mientras que el valor más bajo reportado fue de 1 mg/L, se encuentra ubicado en la parte media del ecosistema.

El parámetro Conductividad eléctrica indica que el valor más alto obtenido fue de 379,4 us/cm, ubicado en la parte media del ecosistema, por otro lado, indica también que el valor más bajo obtenido fue de 169,6 us/cm, mismo que se encuentra localizado en la parte media del ecosistema.

Los resultados obtenidos en el parámetro Turbiedad, reporta que el valor más alto obtenido fue de 20,1 UNT, localizado en la parte baja del ecosistema, mientras que el valor más bajo fue de 1,15 UNT, ubicado en la parte alta del ecosistema.

Figura 63. Análisis físico químico y microbiológico del ecosistema Herbazal del Páramo (HsSn02).



Fuente: VASEQUI, 2024

2.64 Análisis de parámetros químicos del agua del ecosistema Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo (HsSn03).

Se analizaron 22 parámetros dentro del ecosistema Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo (HsSn03) Figura 64, se recolectaron tres muestras en la parte alta, tres muestras en la parte media y tres muestras en la parte baja, dando un total de nueve muestras, dando como resultado que 16 de sus parámetros se encuentran muy por debajo de los límites permisibles según el Acuerdo Ministerial 097, (MAATE, 2015), con las Tabla 1 y Tabla 2, siendo estos Aceites y grasas, Coliformes fecales, Cianuro, Cromo hexavalente, Color real, Arsénico, Demanda química de oxígeno, Demanda bioquímica de oxígeno, Nitratos, Nitritos, Sulfatos, Cloro residual, Fenoles, Tensoactivos., Amoniac y Sólidos suspendidos totales.

El parámetro Fluoruro indica que el valor más alto fue de 0,12 mg/L, localizada en la parte alta del ecosistema, mientras que el valor más bajo obtenido fue de 0,05 mg/L, ubicada en la parte baja del ecosistema.

Los resultados del parámetro Hierro total mencionan que, el valor más alto obtenido fue de 0,15 mg/L ubicada en la parte media del ecosistema, sin embargo, se puede apreciar que el valor más bajo obtenido fue de <0,06 localizada en la parte alta del ecosistema y también en la parte baja del ecosistema.

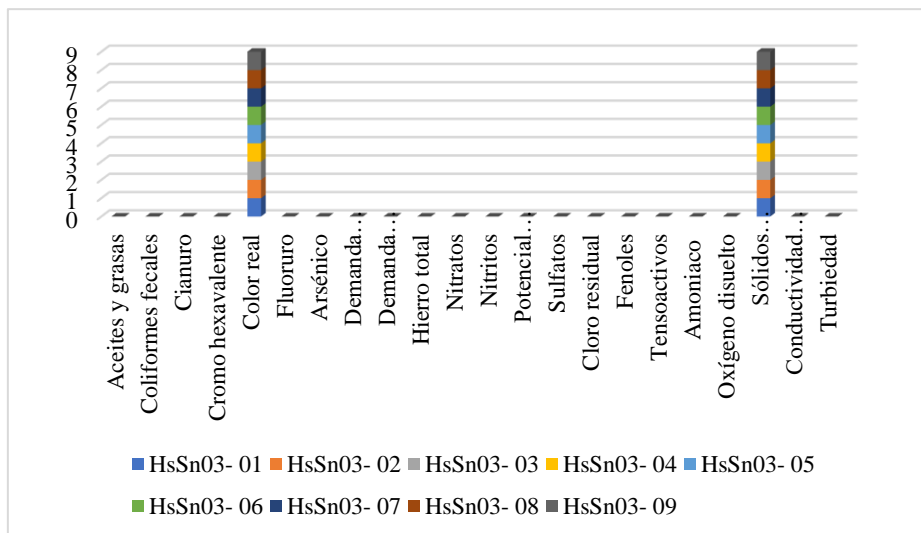
El parámetro Potencial hidrógeno indica en sus resultados se encuentran dentro de los límites permisibles con una ligera variación en los mismos, por lo que, el valor más alto obtenido fue de 7,94 UNI pH, localizado en la parte alta del ecosistema, mientras que el valor más bajo fue de 7,51 UNI pH, ubicada en la parte baja del ecosistema.

Los resultados obtenidos en el parámetro Oxígeno disuelto indican que son similares entre ellos, siendo el valor más alto obtenido fue de 7,3 mg/L, localizado en la parte baja del ecosistema, sin embargo, el valor más bajo obtenido fue de 7,0 mg/L, ubicado en la parte media del ecosistema.

El parámetro Conductividad eléctrica, indica que el valor reportado más alto fue de 255,2 us/cm, localizado en la parte baja del ecosistema, mientras que el valor más bajo reportado fue de 147,9 us/cm localizado en la parte alta del ecosistema.

Los resultados del parámetro Turbiedad manifiesta que el valor reportado más alto fue de 3,02 UNT, localizado en la parte media del ecosistema, mientras que el valor más bajo reportado fue de 1,29 us/cm, ubicado en la parte media del ecosistema.

Figura 64. Análisis físico químico y microbiológico del ecosistema Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo (HsSn03).



Fuente: VASEQUI, 2024

2.65 Análisis de parámetros químicos del agua del ecosistema Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo (HsNn03).

Para el análisis de ecosistema Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo (HsNn03) Figura 65, se recolectaron tres muestras de agua de la parte alta, tres de la parte media, y tres de la parte baja del ecosistema, dando un total de nueve muestras recolectadas, donde se analizaron 22 parámetros, sus resultados indican que 14 parámetros se encuentran por debajo de los límites permisibles según el Acuerdo Ministerial 097 (MAATE, 2015), con las Tabla 1 y Tabla 2, siendo estos Aceites y grasas, Coliformes fecales, Cianuro, Cromo hexavalente, Color real, Arsénico, Demanda química de oxígeno, Demanda bioquímica de oxígeno, Nitratos, Nitritos, Sulfatos, Cloro residual, Fenoles, Tensoactivos., Amoniac, Sólidos suspendidos totales y Turbiedad.

Los resultados del parámetro Fluoruro indican que el valor más alto obtenido fue de 0,12 mg/L localizado en la parte alta del ecosistema, mientras que el valor más bajo reportado fue de 0,05 mg/L, ubicado en la parte baja del ecosistema.

El parámetro Hierro total manifiesta que, el valor más alto reportado fue de 0,15 mg/L, ubicado en la parte alta del ecosistema, por otro lado, se puede apreciar que el valor más bajo reportado fue de <0,06 mg/L, ubicado en la parte alta del ecosistema.

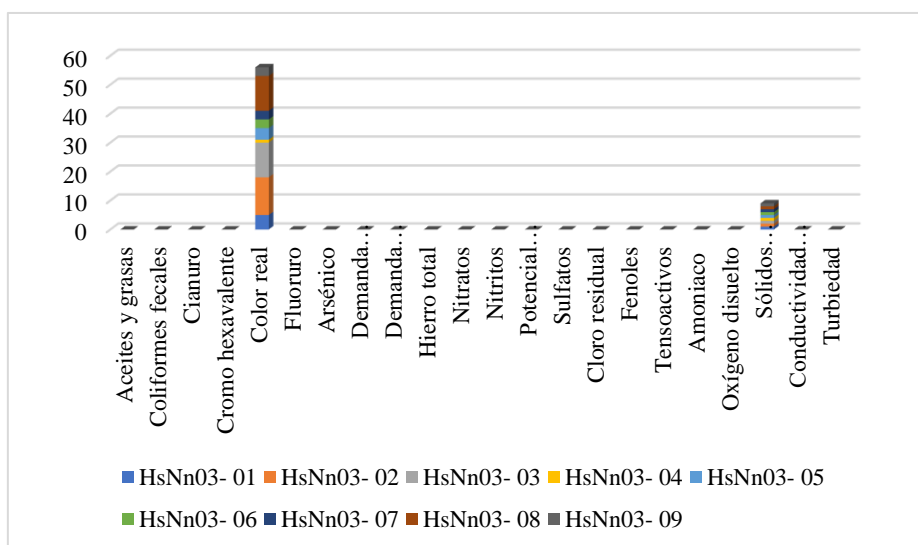
Los resultados obtenidos en el parámetro Potencial hidrógeno se puede apreciar que el valor más alto obtenido fue de 7,94 uni pH, localizado en la parte alta del ecosistema, mientras que el valor más bajo reportado fue de 7,51 uni pH, ubicado en la parte baja del ecosistema.

El parámetro Oxígeno disuelto manifiesta que el valor más alto reportado fue de 7,3 mg/L, ubicado en la parte baja del ecosistema, por otro lado, se reporta el valor más bajo con 7,0 mg/L, localizada en la parte media del ecosistema.

Los resultados obtenidos en el parámetro Conductividad eléctrica menciona que el valor más alto reportado fue de 255,2 us/cm, localizado en la parte baja del ecosistema, mientras que el valor más bajo reportado fue de 147,9 us/cm, ubicado en la parte alta del ecosistema.

El parámetro Turbiedad indica que el valor más alto obtenido fue de 3,02 UNT, ubicada en la parte media del ecosistema, por otro lado, el valor más bajo reportado fue de 1,29 UNT, localizada en la parte baja del ecosistema.

Figura 65. Análisis físico químico y microbiológico del ecosistema Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo (HsNn03).



Fuente: VASEQUI, 2024

CAPÍTULO III

Definición de áreas prioritarias de conservación y valoración económica de los servicios ecosistémicos

CAPÍTULO III

VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

3.1 Definir las áreas prioritarias de conservación dentro de los ecosistemas de la parroquia.

La identificación de las áreas prioritarias de conservación se basa en un análisis de planificación territorial con el objetivo de identificar áreas prioritarias de conservación que se basan en el estado actual de la biodiversidad, la información sobre las variables que se evalúan puede ser de manera directa o indirectamente y su persistencia en el tiempo, la priorización del área a conservar encuentra enmarcado conceptual y metodológicamente en la planificación sistemática para la conservación, enfocada en identificar áreas de interés para implementar acciones que garanticen la persistencia de la biodiversidad en el mediano y largo plazo, hoy en día se incorporan análisis multicriterios para generar diferentes escenarios los cuales permitan identificar las áreas que requieran conservación, se considera a demás diferentes fuentes de presión y al mismo tiempo identificar elementos que ayuden al bienestar de la sociedad como son los servicios ambientales o aspectos culturales y económicos (Cuesta Camacho , y otros, 1999).

Los ecosistemas son un elemento primordial e irremplazable del planeta por los beneficios de provisión, regulación y soporte que proporcionan a la sociedad, también se los considera como la base para la subsistencia y para el desarrollo económico y social ya que la humanidad depende de estos servicios, varias actividades de origen antrópico han generado un deterioro en la integridad ecológica de los ecosistemas. En la actualidad

se ha reconocido la importancia de los ecosistemas por lo que se está fomentando la implementación de proyectos direccionados a sustentar la integridad ecológica de los ecosistemas para mantener los servicios y la calidad de los mismos para las generaciones futuras, por lo que se considera la creación de estrategias y programas de conservación para el manejo de los recursos naturales, el costo de la conservación de los hábitats es alto por lo que los recursos que se proporcionan a los proyectos de conservación son escasos, debido a esta discriminación los recursos se prioriza para áreas que proporcionen mayores beneficios, también, se consideran otros aspectos fundamentales en donde se define el grado de intervención que tenga un ecosistema en estudio, por lo que si uno se encuentra en estado vulnerable los proyectos se deben direccionar con prioridad a los mismos (Chávez, González, & Hernández, 2014).

La planificación sistemática de la conservación indica que existen tres criterios fundamentales que se han utilizado y han guiado al desarrollo de la selección de áreas con mayor importancia para la conservación, el autor menciona estos criterios son la complementariedad, singularidad y vulnerabilidad. Las plataformas contemporáneas utilizadas para la planificación y la selección de sitios incorporan los tres criterios mencionados en algoritmos heurísticos de priorización, sin embargo, para la aplicación y la generación de escenarios son necesarios también la definición de algunos elementos conceptuales importantes que deben ser tomados en consideración, incluyendo la definición de los tres criterios, además, un aspecto importante dentro de esta actividad es la planificación de metas reales identificando los tipos de biodiversidad y

el criterio adecuado para la priorización de las áreas (Chávez, González, & Hernández, 2014).

El primer concepto de complementariedad es el que permite evaluar la contribución cuantitativa particular de un sitio respecto a un conjunto de áreas previamente priorizadas, el grado de complementariedad de cada sitio se evalúa de acuerdo a su contribución en la representación de los indicadores de biodiversidad que no están adecuadamente representados en las áreas de conservación existentes, es decir que la representación apropiada se refiere al cumplimiento de metas predefinidas en cada indicador de biodiversidad en los sitios priorizados, se debe evaluar la contribución para el cumplimiento de las metas en cada sitio priorizado con el fin de obtener un sistema de protección eficiente representando adecuadamente los indicadores de biodiversidad. Este criterio se ha asociado con la representación de la biodiversidad Beta, el cual minimiza el número de metas propuestas y consecuentemente el resto aumenta la posibilidad de llegar a soluciones que se pueden cumplir de manera eficiente, cabe señalar que la complementariedad es denominado un criterio asimétrico entre los diferentes indicadores empleados, por lo que la implementación de este necesita contar con una caracterización biótica de cada sitio o unidad de análisis, contrastando los resultados entre los sitios examinados de manera iterativa hasta encontrar una solución adecuada, para considerar una buena práctica no solo debe ser eficiente si no también debe considerar la optimización de los recursos económicos que se emplean en las soluciones (Cuesta Camacho, y otros, 1999).

El segundo concepto se refiere a las áreas singulares, este criterio identifica aquellas áreas que son irremplazables para alcanzar las metas

de conservación para uno o más indicadores de la biodiversidad, este criterio es indispensable para apoyar procesos posteriores de priorización debido a su naturaleza, los ejercicios de priorización tienen varias soluciones, donde algunas son más cercanas a una solución óptima que otras, sin embargo, al encontrar una sola solución de sitios tiene una utilidad muy limitada en los procesos de planificación, esto se debe a que algunos sitios que no son seleccionados pueden ser útiles, en primer lugar algunos de los sitios pueden ser áreas de reemplazo para algunas de las áreas seleccionada que no son incluidas en la priorización, en segundo lugar no es indicado si un sitio determinado puede alcanzar la meta de representatividad de los indicadores o puede ser reemplazado, por lo que en este caso se lo considera como un área flexible. Las limitaciones que se presentan en el proceso de selección de áreas, pueden ser resueltas a través de determinar el grado de irremplazabilidad de cada sitio en el área de planificación, la medición de la irremplazabilidad de un sitio puede ser de diferentes maneras, desde métodos exhaustivos para sets de daños pequeños donde se analizan todas las posibles combinaciones entre los sitios y de ahí evaluar la proporción de metas cumplidas por cada sitio en cada combinación, incluyendo métodos que se han desarrollado para evaluar este criterio en escenarios más complejos con una gran cantidad de datos iterativos. El tercer y último criterio es la vulnerabilidad, la cual se conceptualiza como un criterio que evalúa la persistencia de los indicadores de biodiversidad en cada sitio del área de estudio, por lo que este criterio no se lo considerará para la selección de las áreas de importancia para la biodiversidad si no parte del proceso de priorización de áreas de conservación, la identificación y priorización de áreas bajo un enfoque de optimización, constituye una herramienta fundamental

para guiar los esfuerzos, actividades y recursos económicos impuestos a los proyectos (Cuesta Camacho , y otros, 1999).

3.2 Metodología.

La selección de las áreas prioritarias para la conservación y cualquier otro enfoque es un desafío ya que tiene que como objetivo resolver problemas de optimización, en donde la áreas identificadas deben ser más viables en términos económicos, tomando en cuenta los recursos humanos y la infraestructura estableciendo los programas y estrategias necesarias para su permanencia y manejo, para realizar un adecuado análisis se consideran etapas que deben considerarse como mínimo para lograrlo, el objetivo de la priorización es orientar principalmente a un propósito claro de conservación para las áreas prioritarias y este puede ser tan específico como se desee, en algunos casos la conservación de una especie o de un hábitat determinado puede ser para la conservación de la biodiversidad, para la conservación y mantenimiento de reservas de carbono, el manejo de cuencas hidrográficas, para el manejo forestal, para la restauración, para la reforestación , para el manejo o protección del recurso hídrico, para la compensación o pago de servicios ambientales, entre otros (Chávez, González, & Hernández , 2014).

Dentro de los criterios de priorización se menciona a la representatividad, complementariedad, configuración espacial-conectividad, irremplazabilidad, servicios ecosistémicos y costo ambiental-vulnerabilidad los cuales son fundamentales a considerar dependiendo de los objetivos que se propongan Tabla 32. Por lo tanto el criterio primordial electo son los Servicios Ecosistémicos el cual está enfocado e indica mejorar las estrategias de conservación, proporcionando acceso a nuevas fuentes de financiación a largo plazo y

puede contribuir a generar un mayor impacto en una escala mas amplia y a la apertura de nuevos mecanismos para avanzar en la conservación con sectores o instituciones que tradicionalmente no consideran el medio ambiente en la toma de decisiones, aproximando este enfoque a los ejercicios de planificación, se han incluido el almacenamiento de carbono y el rendimiento hídrico como proxis para establecer las áreas que en mejor medida contribuyen a los servicios ecosistémicos de regulación climática tomando en cuenta la capacidad de almacenamiento de carbono en los bosques de la amazonia y la provisión de agua a lo largo del bioma (Prüssmann & Suárez, 2018).

Tabla 32. Criterios utilizados en el análisis de prioridades ecológicas.

Criterio	
Propiedades Ecológicas	Representatividad de sistemas terrestres
	Representatividad de sistemas dulceacuícolas
	Integridad
	Contribución a provisión de servicios ecosistémicos.
	Irreemplazabilidad
Ecológicos	Rendimiento hídrico
	Almacenamiento de Carbono

Fuente: (Prüssmann & Suárez, 2018).

Existen varios métodos para determinar áreas prioritarias los cuales se basan fundamentalmente en el tipo de metas u objetivos a los que se

requieran llegar Tabla33, Chávez, *et al* (2014), menciona dos clases, en primer lugar, indica a las metodologías cuantitativas para la identificación de áreas prioritarias mediante sus objetivos de priorización, dentro de las cuales identifica los siguientes métodos: Planificación Ecorregional (Diseño para la Conservación de The Nature Conservancy), Metodología del Ordenamiento Ecológico del Territorio, Análisis de vacíos y REDD+ (Reducción de Emisiones derivadas de la Deforestación y Degradación de los bosques). En segunda instancia menciona las técnicas utilizadas como herramientas metodológicas en la identificación de áreas prioritarias, la cual menciona los siguientes métodos: Análisis multicriterio (EMC) y Algebra de mapas Figura 66.

Tabla 33. El método seleccionado para la identificación de áreas prioritarias

Nombre del método	Objetivo de priorización	Descripción de la metodología	Criterios utilizados	Ventajas	Desventajas
Metodología del Ordenamiento Ecológico del Territorio	Conservación de la biodiversidad	Se usan criterios biológicos, estadísticos y técnicos estandarizados para determinar las áreas prioritarias para la	Ecológicos Biofísicos Sociales Económicos	El uso de modelos probabilísticos permite el análisis a escala regional, basada en muestreos a escala local.	Para poder realizar los análisis y la modelación estadística se requiere un nivel adecuado (suficiente) de información

<p>conservación de la diversidad biológica. Utilizan métodos de modelación estadísticas, SIG y modelos de optimización; se considera la aproximación más conveniente en el contexto del ordenamiento ecológico de una región.</p>	<p>Se reduce la incertidumbre inconsistencia de los resultados</p>	<p>ecológica y biológica de los elementos a conservar.</p>
		<p>No incluye el análisis de amenazas como tal, aunque estas pueden ser parte de restricciones en los modelos de optimización.</p>
		<p>Da prioridad a los límites político-administrativos del territorio.</p>

Fuente: (Chávez, González, & Hernández , 2014).

Figura 66. Proceso metodológico propuesto para identificar áreas prioritarias de conservación.



Fuente: (Chávez, González, & Hernández , 2014).

3.3 Resultados.

En la tabla 34 se detallan las especies encontradas en el ecosistema Arbustal siempreverde y Herbazal del páramo (AsSn01) y su clasificación de acuerdo con sus amenazas.

Tabla 34. Clasificación de amenazas de las especies del ecosistema AsSn01

No.	Familia	Especie	Amenazas						
			NE	LC	NT	VU	EN	CR	EW
01	Asteraceae	<i>Achyrocline alata</i>	x						
02	Asteraceae	<i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC.	x						
03	Asteraceae	<i>Aetheolaena involucrata</i> (Kunth) B. Nord.		x					
04	Asteraceae	<i>Ageratina</i> sp.	x						
05	Apiáceas	<i>Azorella multifida</i>		x					
06	Asteraceae	<i>Baccharis padifolia</i>	x						
07	Orobanchaceae	<i>Bartsia laticrenata</i> Benth	x						
08	Berberidaceae	<i>Berberis pichinchensis</i> Turcz.	x						
09	Asteraceae	<i>Bidens andicola</i> kunth	x						
10	Alstroemeriaceae	<i>Bomarea glaucescens</i> (Kunth) Baker			x				
11	Melastomataceae	<i>Brachyotum alpinum</i> Cong.		x					
12	Scrophulariaceae	<i>Buddleja incana</i> Ruiz & Pav.	x						
13	Polypodiaceae	<i>Campyloneurum</i> sp.	x						
14	Cyperaceae	<i>Carex bonplandii</i>	x						
15	Cyperaceae	<i>Carex pichinchensis</i>	x						
16	Orobanchaceae	<i>Castilleja fissifolia</i> L	x						
17	Caryophyllaceae	<i>Cerastium mollissimum</i>	x						
18	Asteraceae	<i>Chuquiraga jussieui</i>	x						
19	Asteráceas	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Tenore	x						
20	Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	x						
21	Asteráceas	<i>Diplostephium</i> sp.	x						

22	Ericaceae	<i>Disterigma empetrifolium</i>		x					
23	Asteraceae	<i>Erigeron ecuadoriensis Hierón.</i>	x						
24	Apiaceae	<i>Eryngium humile Cav.</i>	x						
25	Onagraceae	<i>Fuchsia petiolaris</i>	x						
26	Rubiaceae	<i>Galium hypocarpium</i>	x						
27	Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia Kunth</i>	x						
28	Gentianaceae	<i>Gentianella cerastioides</i>	x						
29	Gentianaceae	<i>Gentianella limoselloides (Kunth).</i>		x					
30	Geraniaceae	<i>Geranium stramineum</i>	x						
31	Asteraceae	<i>Gynoxys acostae Cuatrec.</i>	x						
32	Gentianaceae	<i>Halenia weddelliana Gilg</i>	x						
33	Rosaceae	<i>Hesperomeles sp.</i>	x						
34	Asteraceae	<i>Hieracium frigidum</i>	x						
35	Clusiaceae	<i>Hypericum laricifolium Juss.</i>		x					
36	Asteráceas	<i>Hypochaeris sessiliflora kunth</i>	x						
37	Pteridaceae	<i>Jamesonia goudotii</i>	x						
38	Acanthaceae	<i>Lachemilla orbiculata Rydb.</i>	x						
39	Fabaceae	<i>Lupinus pubescens Benth</i>		x					
40	Fabaceae	<i>Lupinus sp.</i>	x						
41	Rosaceae	<i>Margyricarpus pinnatus</i>	x						
42	Melastomataceae	<i>Miconia salicifolia</i>	x						
43	Polygalaceae	<i>Monnina crassifolia kunth</i>	x						
44	Apiaceae	<i>Niphogeton ternata</i>	x						
45	Oxalidaceae	<i>Oxalis lotoides Kunth</i>	x						
46	Asteraceae	<i>Pentacalia peruviana</i>	x						
47	Asteraceae	<i>Perezia pungens (Bonpl) Less</i>	x						
48	Ericaceae	<i>Pernettya prostrata</i>		x					
49	Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i>	x						
50	Dryopteridaceae	<i>Polystichum orbiculatum</i>	x						
51	Ranunculaceae	<i>Ranunculus praemorsus</i>	x						
52	Polygonaceae	<i>Rumex acetosella</i>	x						
53	Iridaceae	<i>Sisyrinchium jamesonii Baker</i>	x						

54	Fabáceas	<i>Trifolium repens L.</i>	x						
55	Cyperaceae	<i>Uncinia phleoides (Cav.) Pers.</i>	x						
56	Ericaceae	<i>Vaccinium floribundum</i>		x					
57	Caprifoliaceae	<i>Valeriana microphylla</i>	x						
58	Fabaceae	<i>Vicia andicola</i>	x						
59	Asteraceae	<i>Werneria nubigena</i>	x						
60	Asteraceae	<i>Werneria sp.</i>	x						
61	Asteraceae	<i>Achyrocline alata</i>	x						
62	Asteraceae	<i>Achyrocline alata (Kunth) DC.</i>	x						
63	Asteraceae	<i>Aetheolaena involucrata (Kunth) B. Nord.</i>		x					
64	Asteraceae	<i>Ageratina sp.</i>	x						

Fuente: VASEQUI, 2024

LC. Preocupación menor, **VU.** Vulnerable, **EN.** En Peligro, **CR.** En Peligro Crítico, **EW.** Extinta en estado silvestre, **NE.** No Evaluado, **NT.** Casi Amenazado

En la tabla 35 se detallan las especies encontradas en el ecosistema Herbazal del páramo (HsSn02) y su clasificación de acuerdo con sus amenazas.

Tabla 35. Clasificación de amenazas de las especies del ecosistema HsSn02.

No.	Familia	Especie	Amenazas					
			NE	LC	VU	EN	CR	EW
01	Ericaceae	<i>Macleania rupestris</i>		x				
02	Asteraceae	<i>Bidens andicola</i>	x					
03	Brassicaceae	<i>Nasturtium officinale</i>	x					
04	Rosaceae	<i>Acaena ovalifolia</i>	x					
05	Oxalidaceae	<i>Oxalis lotoides Kunth</i>	x					
06	Asteraceae	<i>Leucanthemum vulgare</i>	x					

07	Asteraceae	<i>Ageratina pichinchensis</i>	x					
08	Solanaceae	<i>Solanum sp.</i>		x				
09	Lamiaceae	<i>Salvia corrugata</i>	x					
10	Scrophulariaceae	<i>Alonsoa meridionalis</i>	x					
11	Asteraceae	<i>Cirsium vulgare</i>	x					
12	Coriariaceae	<i>Coriaria ruscifolia</i>	x					
13	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca bogotensis</i>	x					
14	Equisetaceae	<i>Equisetum bogotense Kunth</i>	x					
15	Onagraceae	<i>Fuchsia loxensis</i>		x				
16	Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>	x					
17	Rubiaceae	<i>Galium hypocarpium</i>	x					
18	Asteraceae	<i>Jungia rugosa</i>	x					
19	Rosaceae	<i>Hesperomeles ferruginea</i>		x				
20	Melastomataceae	<i>Brachyotum ledifolium</i>	x					
21	Rosaceae	<i>Rubus nubigenus</i>	x					
22	Ericaceae	<i>Pernettya prostrata</i>		x				
23	Cyperaceae	<i>Rhynchospora ruiziana</i>	x					
24	Loranthaceae	<i>Tristerix longibracteatus</i>	x					
25	Fabaceae	<i>Lupinus pubescens</i>		x				
26	Ericaceae	<i>Pernettya prostrata</i>		x				
27	Asteraceae	<i>Achyrocline alata</i>	x					
28	Asteraceae	<i>Aristeguetia glutinosa</i>	x					
29	Asteraceae	<i>Barnadesia arborea</i>	x					
30	Campanulaceae	<i>Siphocampylus giganteus</i>	x					
31	Asteraceae	<i>Hieracium frigidum</i>	x					
32	Geraniaceae	<i>Geranium diffusum</i>	x					
33	Apiaceae	<i>Eryngium humile</i>	x					
34	Lamiaceae	<i>Minthostachys mollis</i>	x					
35	Primulaceae	<i>Myrsine sp</i>	x					
36	Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i>	x					

37	Berberidaceae	<i>Berberis hallii</i>	x				
38	Calceolariaceae	<i>Calceolaria perfoliata</i>	x				
39	Ranunculaceae	<i>Ranunculus geranioides</i>	x				
40	Loasaceae	<i>Caiophora contorta</i>	x				
41	Bromeliaceae	<i>Tillandsia complanata</i>	x				
42	Asteraceae	<i>Lasiocephalus involucrata</i>	x				
43	Melastomataceae	<i>Miconia pseudocentrophora</i>	x				
44	Solanaceae	<i>Sessea vestita</i>		x			
45	Escalloniaceae	<i>Escallonia myrtilloides</i>	x				
46	Fabaceae	<i>Lathyrus gladiatus</i>	x				
47	Hypericaceae	<i>Hypericum laricifolium</i>		x			
48	Calceolariaceae	<i>Calceolaria ericoides</i>	x				
49	Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i>		x			
50	Asteraceae	<i>Hypochaeris sp</i>	x				
51	Melastomataceae	<i>Miconia crocea</i>	x				
52	Blechnaceae	<i>Blechnum loxense</i>	x				
53	Polygonaceae	<i>Polygonum sp.</i>	x				
54	Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i>		x			
55	Polygonaceae	<i>Rumex obtusifolius</i>	x				
56	Solanaceae	<i>Brugmansia sanguinea</i>					x
57	Poaceae	<i>Chusquea scandens</i>	x				
58	Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i>	x				
59	Polygalaceae	<i>Monnina crassifolia</i>	x				
60	Scrophulariaceae	<i>Castilleja fissifolia</i>	x				
61	Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	x				
62	Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum crassipes</i>	x				
63	Poaceae	<i>Cortaderia nitida</i>	x				
64	Asteraceae	<i>Gynoxys hallii</i>		x			
65	Scrophulariaceae	<i>Buddleja incana</i>		x			

Fuente: VASEQUI, 2024

LC. Preocupación menor, **VU.** Vulnerable, **EN.** En Peligro, **CR.** En Peligro Crítico, **EW.** Extinta en estado silvestre, **NE.** No Evaluado, **NT.** Casi Amenazado

3.4 Valoración de los servicios ecosistémicos de la parroquia

La valoración económica puede ser utilizada con cuatro objetivos: determinar el valor del flujo de beneficios que proveen los ecosistemas, generalmente lo que se busca es saber cuál es la contribución de los ecosistemas a la actividad económica de un ámbito geográfico determinado. Determinar los beneficios netos de intervenciones que alterarán las condiciones de los ecosistemas. Se utiliza generalmente cuando se requiere estimar los beneficios netos de propuestas de conservación, regulación o algún esquema de incentivos. La diferencia con la anterior es que ésta determina los cambios en los beneficios generados por los cambios en las condiciones de los ecosistemas, mientras que, en el primer caso, se obtiene un valor total (Kometter, 2018).

Examinar de qué forma los beneficios y los costos están distribuidos, el objetivo es determinar quiénes son los actores que reciben los beneficios y quienes pagan los costos, a fin de determinar posibles incentivos para conservar o destruir los ecosistemas. Identificar potenciales fuentes de financiamiento para la conservación, la valoración económica permite identificar a los beneficiarios de la conservación y la magnitud de los beneficios que reciben, de esta manera, es posible diseñar mecanismos para capturar parte de estos beneficios y ponerlos a disposición para la conservación (Jácome Lara & Carvache Franco, 2017).

Servicios Ecosistémicos o Activos ambientales, los servicios ecosistémicos se definen como los beneficios económicos, sociales y ambientales, directos e indirectos, que las personas obtienen del buen funcionamiento de los ecosistemas. Entre ellos se cuenta la regulación hídrica en cuencas, el mantenimiento de la biodiversidad, el secuestro de carbono, la belleza paisajística, la formación de suelos y la provisión de recursos genéticos, entre otros (Ley N° 30215, Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos), tomando como referencia el reporte de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (Millenium Ecosystem Assessment), los servicios ecosistémicos se pueden agrupar en cuatro tipos, tal como se describe a continuación (REPSOL, 2023):

Servicios de Provisión. Son los beneficios que se obtienen de los bienes y servicios que las personas reciben directamente de los ecosistemas, tales como: alimentos, agua fresca, materias primas, recursos genéticos, entre otros.

Servicios de Regulación. Son los beneficios que se obtienen de la regulación de los procesos de los ecosistemas, tales como: regulación de la calidad del aire, regulación del clima, regulación de la erosión, entre otros.

Servicios Culturales. Son los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas, tales como la belleza escénica, la recreación y turismo, la inspiración para la cultura, el arte y el diseño, la experiencia espiritual y la información para el desarrollo del conocimiento.

Servicios de Soporte. Agrupa los servicios necesarios para producir los otros servicios ecosistémicos, tales como: ciclo de nutrientes, formación de suelos y producción primaria. (REPSOL, 2023).

Identificación de diversos servicios ecosistémicos que proveen los bosques y un tercero que identifica las posibles modificaciones de tipo hidrológico que genera un cambio de uso de los suelos y los posibles impactos económicos de tal cambio Tabla 36.

Tabla 36. Servicios ecosistémicos de bosques y posibles impactos por cambio de uso de suelo.

¿Cuánto vale el ecosistema? Evaluación del valor económico de la conservación, (IUCN 2004)	Beneficios económicos generados por áreas protegidas: el caso del Bosque Hoge Veluwe F, Países Bajos (Hein 2011)	Los beneficios locales de los bosques tropicales: una revisión crítica de las funciones hidrológicas (Chomitz & Kumari 1996).	
		Posibles cambios hidrológicos.	Posibles cambios económicos
Agua. Alimentos Madera, combustible. Regulación de la biodiversidad. Ciclo de nutrientes. Caidad de aire y clima. Salud Humana. Control de riesgos naturales. Servicios culturales y de amenidades	Producción de Madera. Provisión de carne (consume). Infiltración de agua subterránea. Secuestro de carbono. Control de contaminación del aire. Recreación Caza recreativa. Conservación de la biodiversidad.	Incremento de la sedimentación	Colmatación de reservorios y canales.
			Daño a las actividades pesqueras (acuícolas).
			Incremento de la productividad agrícola por la mayor acumulación en el suelo.
		Erosión	Pérdida de productividad para los agricultores
		Incremento en el volumen de agua	Daño por inundaciones en cultivos y viviendas
			Beneficios para los consumidores de agua en las partes bajas.
Cambio climático	Impacto en la agricultura por el cambio de temperatura y precipitación.		

Fuente: VASEQUI, 2024

La última columna del cuadro se presenta la manera como se pueden valorar los servicios ecosistémicos, en razón que el impacto de los cambios en ellos se manifiesta en bienes y 8 servicios que pueden ser cuantificados y monetizados, en este marco, la valoración económica

como un proceso, permite expresar en una unidad de medida común (monetaria), la cuantificación de los servicios que ofrecen los ecosistemas (Kometter, 2018).

Importancia de la valoración de activos ambientales, a partir de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, se reconoce de manera explícita que los ecosistemas brindan una variedad de servicios que benefician a la población. Mostrando evidencias claras de la relación entre el bienestar de la sociedad y los bienes y servicios generados desde los ecosistemas y la biodiversidad; no es per se una herramienta pertinente para cuantificar, en términos monetarios, la magnitud de la transferencia de beneficios al bienestar social (Kometter, 2018).

El progreso del marco conceptual, así como, el desarrollo y aplicación de herramientas analíticas para estimar la transferencia de beneficios a la sociedad en Economía Ambiental y de los Recursos Naturales, y Economía Ecológica, contribuyeron en atribuir dicho valor monetario (Norton 1995, Constanza et al 1998, Azqueta 2007). Ahora, los beneficios transferidos desde los ecosistemas y biodiversidad podrían insertarse, más adecuadamente, en los análisis económicos y políticos. El estudio TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) es la mayor iniciativa global para ilustrar los beneficios generados desde los ecosistemas y la biodiversidad; revelar las pérdidas crecientes por la degradación de los ecosistemas y la biodiversidad; y reunir experiencia en ciencia, economía y política que faciliten la implementación de mejores acciones. El enfoque que el estudio TEEB defiende se basa en la labor realizada por los economistas durante varias décadas. El reporte ofrece cálculos de los efectos económicos que la pérdida de biodiversidad tendría a escala mundial. También muestra estudios de

caso sobre los efectos económicos de la pérdida de biodiversidad y las oportunidades económicas derivadas de una mejor identificación y respuesta ante los valores económicos de los recursos biológicos (Osorio Múnera & Correa Restrepo, 2004).

El enfoque TEEB considera tres pasos claves para valorar económicamente los servicios ecosistémicos y la biodiversidad. A continuación, se detalla cada paso.

- a. Reconocer el valor de los ecosistemas y biodiversidad. El reconocimiento de valor es una característica de todas las sociedades y comunidades humanas; sin embargo, no siempre es suficiente para garantizar la conservación y uso sostenible de los servicios ecosistémicos.
- b. Demostrar el valor de los ecosistemas y biodiversidad. De gran utilidad para los tomadores de decisiones porque incorpora costos y beneficios de una alternativa específica de uso al servicio ecosistémico, porque promueve un uso más eficaz de los servicios ecosistémicos y porque precisa montos de compensación de forma racional ante degradaciones o pérdidas de los servicios ecosistémicos.
- c. Captar el valor de los ecosistemas y biodiversidad. Incorporar los valores de los ecosistemas en el proceso de toma de decisiones mediante incentivos económicos y las indicaciones de precio, por ejemplo, economías verdes, pago por servicios ecosistémicos, reforma de incentivos perjudiciales o perversos al ambiente,

creación de nuevos mercados, incentivos fiscales por conservación o desarrollo sostenible (Rincón Ruíz, y otros, 2014) Valoración Económica, para (MINAM M. d., Manual de valoración económica del patrimonio natural, 2015), es una herramienta que se utiliza para cuantificar, en términos monetarios, el valor de los bienes y servicios ecosistémicos, independientemente de si estos cuentan o no con un precio o mercado, desde la perspectiva económica, para medir el valor de los bienes y servicios ecosistémicos, se requiere relacionarlos con la variación que ellos provocan en el bienestar de los individuos o de la sociedad. Es importante mencionar que las percepciones económicas respecto a los servicios ecosistémicos pueden variar entre individuos y grupos sociales, así como en el tiempo. Es decir, los resultados dependerán de las apreciaciones de los individuos, los mismos que pueden cambiar dependiendo del nivel de ingreso, contexto, gustos y preferencias, aparición de bienes sustitutos; entre otros.

El valor económico es un valor antropocéntrico, relativo e instrumental, establecido en unidades monetarias que se basa en las preferencias individuales de las personas. El valor económico es el bienestar que se genera a partir de la interacción del sujeto (individuo o sociedad) y el objeto (bien o servicio) en el contexto donde se realiza esta interrelación. El precio representa un acuerdo social que permite la transacción de los bienes. Es la cantidad de dinero que un comprador da a un vendedor a cambio de un bien o un servicio. El precio se determina en el mercado en el proceso de interacción entre la oferta y la demanda. Una falla de mercado tiene lugar cuando un mercado no funciona de forma eficiente (MINAM M. d., Manual de valoración económica del patrimonio natural, 2015).

La existencia de las fallas de mercado ocasiona que los mercados presenten problemas en la asignación de los recursos. Entre estas fallas se puede mencionar las siguientes: Con relación a bienes públicos, externalidades y recursos de propiedad común. Valoración de daños ambientales. En la valorización económica de daños ambientales se pretende estimar un valor monetario a estos daños en relación al valor de uso que el hombre les daba a los bienes y servicios afectados, porque esto cambia el nivel de bienestar en las poblaciones, por lo tanto, es necesario darles un valor monetario a los daños para evaluar sus efectos. El marco teórico de la valoración de daños ambientales considera criterios como: Magnitud de los impactos, niveles socioeconómicos de la población del área de influencia del daño, entre otros, son los que van a permitir calcular el Valor Económico Total (VET). El VET es la cantidad monetaria que deba expresar la pérdida de bienestar de la población circundante y la alteración del medio ambiente físico y biológico (MINAM M. d., Manual de valoración económica del patrimonio natural, 2015).

3.5 Métodos de Valoración.

De acuerdo con Gómez 2013, luego de la identificación de los tipos de valor que es necesario estimar, se tienen que analizar las metodologías de valoración económica existentes en la literatura. Al respecto, se presenta un resumen de las diferentes metodologías de valoración, los principales usos que tienen y sus limitaciones, lo cual ha sido elaborada sobre la base de (Freeman III, 1993; IUCN, 2004; Kaval, 2010; Moore, Williams, Rodriguez, & Cymmerman, 2011). Se han desarrollado diversos métodos de valoración económica con el objeto de cuantificar

de forma parcial o integral el valor económico de un bien o servicio ecosistémico (Cristeche & Penna, 2008).

La elección del método de valoración según (Cristeche & Penna, 2008), depende generalmente del objetivo de la valoración, la información disponible, el bien o servicio ecosistémico, el tipo de valor económico, los recursos financieros, el tiempo, entre otros. Los principales métodos de valoración económica de los servicios de los ecosistemas son los siguientes:

3.6 Métodos basados en valores de mercado.

Precios de Mercado (MPM). Es el método más sencillo para asignar valor a muchos bienes y servicios provistos por los ecosistemas, para ello, utiliza los precios de un mercado nacional o internacional ya existentes. Los precios son definidos por la interacción entre productores y consumidores a través de la oferta y la demanda. El valor de uso de los bienes y servicios comercializados en el mercado es una estimación del excedente del consumidor y del excedente del productor usando datos de precios de mercado y cantidades. Para valorar correctamente este tipo de bienes debe elegirse el mercado apropiado, que funcione de manera eficiente; es decir, un mercado competitivo que no muestre distorsiones evidentes (MINAM M. d., Manual de valoración económica del patrimonio natural, 2015).

3.7 Métodos basados en preferencias reveladas.

Cambios en la Productividad (MCP). Permite estimar el valor de uso indirecto de un atributo ambiental (servicio ecosistémico) a través de su contribución a las actividades de mercado, estimando el impacto de este atributo en la producción de un bien o servicio que cuenta con mercado

(MINAM M. d., Manual de valoración económica del patrimonio natural, 2015).

Se basa en la teoría de la función de producción, donde el atributo ambiental es un insumo dentro del proceso de producción. Por ello, este método solo sirve para estimar el valor del atributo ambiental que el medio natural proporciona a una actividad económica existente (IUCN-TNC-WB, 2004). Un cambio en el atributo ambiental implicará una variación en la producción del bien, lo que afectará el bienestar de los individuos. Costo de Viaje (MCV). Es un método indirecto de valoración que sirve para estimar el valor económico de servicios utilizados por la sociedad en actividades de recreación que no tienen un mercado definido del cual obtener información sobre precios y cantidades demandadas. Ello bajo el supuesto que la importancia económica está dada por los gastos de dinero y tiempo en que se incurre por visitar un determinado lugar. Por lo tanto, la valoración se realiza indirectamente a través de mercados relacionados o valores sustitutos de mercado (MINAM M. d., Manual de valoración económica del patrimonio natural, 2015).

En este caso, el número de visitas de cada individuo se define como una función de los gastos de viaje (dinero y tiempo asignado a la visita) y de las condiciones socioeconómicas del usuario. Precios Hedónicos (MPH). Este método se usa para estimar los valores económicos de los servicios ecosistémicos que directamente afectan los precios de bienes de mercado. La hipótesis de partida es que las distintas características o atributos que componen un bien o servicio ecosistémico se reflejan en su precio de mercado. Por ello, se asume que el precio de dicho bien puede ser descompuesto en función de sus características o atributos y, una vez que se haya estimado la función de precios hedónicos, es posible asignar

un precio implícito o un precio sombra a cada una de dichas características (MINAM M. d., Manual de valoración económica del patrimonio natural, 2015)

3.8 Costos Evitados (MCE).

Se utiliza para medir los gastos en que incurren los agentes económicos —gobiernos, empresas e individuos para reducir o evitar los efectos ambientales no deseados, cuando los bienes o servicios son sustitutos. Entre las condiciones necesarias para la aplicación de este método, debe existir la evidencia de que las personas o la sociedad tienen intención de efectuar el gasto, así como las propuestas sean factibles a ser implementadas. La premisa fundamental, es que los agentes económicos están dispuestos a cambiar su comportamiento y realizar inversiones para evitar los efectos negativos de la degradación ambiental o de un mayor riesgo que afecta su bienestar. Su aplicación, por tanto, está limitada a los casos en que los servicios provistos por los ecosistemas tienen una influencia directa en los agentes económicos, y se pueden adoptar medidas defensivas para evitar o reducir los impactos negativos resultantes de los cambios en la calidad ambiental. Es decir, si los agentes incurren en costos para evitar daños causados debido a la pérdida de los servicios de los ecosistemas, estos deben valer por lo menos lo que los agentes están dispuestos pagar para evitar el daño (MINAM M. d., Manual de valoración económica del patrimonio natural, 2015).

3.9 Métodos basados en preferencias declaradas.

Valoración Contingente (MVC). Este método de construcción de mercados hipotéticos busca averiguar el valor que asignan los individuos a un bien o servicio ecosistémico a partir de la respuesta a preguntas de máxima disponibilidad a pagar (DAP) por conseguir un bien o servicio

ecosistémico proveído por los ecosistemas, o alternativamente la mínima disposición a aceptar (DAA) en compensación por una disminución de dicho bien o servicio ecosistémico. Si un bien es de interés para el individuo, este estará dispuesto a sacrificar el consumo de otros bienes que le sean menos prioritarios (GEF-MMA-PNUD, 2010).

Ejemplo: Se puede estimar la DAP de los habitantes de determinada ciudad por la mejora de la calidad ambiental del agua de un río que atraviesa dicha ciudad y al cual se vierten aguas residuales. Experimentos de Elección (MEE). Es un método de preferencias declaradas que presenta mercados hipotéticos para analizar cambios en el bienestar en los individuos por la implementación de alternativas de elección. (GEF-MMA-PNUD, 2010)

Este método permite desagregar el bien de no mercado en las diferentes características específicas que posee para analizar el valor que la sociedad le otorga a cada uno de sus atributos y estimar de esta forma las medidas del bienestar ocasionado por cambios en estos atributos. En los experimentos de elección se presenta a los individuos una serie de conjuntos de elección referidos a distintos estados posibles del bien para que ellos escojan la alternativa preferida en cada conjunto de elección, con una alternativa fija en todos los conjuntos, la cual describe el estado actual del bien (statu quo), mientras que la otra u otras alternativas varían pues representan cambios respecto de la situación de referencia (GEF-MMA-PNUD, 2010).

Para inferir el valor económico del conjunto del bien y servicio no comercial en unidades monetarias y el valor individual de sus diferentes atributos es necesario que uno de los atributos considerados sea de

carácter monetario. Este método presenta la ventaja respecto del tradicional de valoración contingente de permitir obtener el trade-off (intercambio) que los individuos hacen entre un conjunto amplio de atributos (GEF-MMA-PNUD, 2010).

3.10 Otros enfoques valoración económica.

Se basa en la transferencia de los valores estimados por otros estudios a uno nuevo. Es decir, utiliza información de estudios existentes en otra área de estudio similar a la que se desea valorar económicamente. Asimismo, utiliza factores de ajuste, con la finalidad de evitar sesgos en la estimación. Este enfoque presenta los siguientes tipos de transferencia: Transferencia de Valor: Utiliza un valor único de un estudio primario relevante y se aplica a la zona de estudio. Transferencia de Función: Utiliza una función de un estudio relevante y se aplica a la zona de estudio. Análisis de Meta-regresión o metaanálisis: Utiliza una función estimada a partir de un conjunto de funciones de estudios relevantes y se aplica a la zona de estudio (MINAM M. d., Guía de valoración económica del patrimonio natural, 2016).

3.11 Criterios para la valoración de servicios ecosistémicos.

De acuerdo con (Laterra, Jobbagy, & Paruelo, 2010), en el proceso de valoración económica de servicios ecosistémicos, se deben considerar los siguientes criterios:

- Identificación y priorización de los servicios ecosistémicos a ser valorados.
- Identificación de los tipos de valor económico factibles de valorizar.
- Selección del método de valoración.

- Obtención de la información requerida.
- Valoración. Para la selección del método de valoración a su vez se debe considerar:
 - El tipo de valor económico.
 - Condiciones necesarias para la aplicación del método.
 - Información requerida.
 - La disponibilidad de recursos financieros.
 - El tiempo disponible para realizar la valoración económica.

Cuando se tiene restricciones financieras y limitaciones de tiempo para llevar a cabo una valoración económica, una alternativa viable es considerar el enfoque de transferencia de beneficios, el Perito de acuerdo al servicio ecosistémico a valorar y a la información disponible, seleccionará un método de valoración y justificará su elección, se puede utilizar las tasas de descuento vigentes en la normativa para Proyectos de Inversión Pública emitidas por el Ministerio de Economía y Finanzas (MINAM M. d., Guía de valoración económica del patrimonio natural, 2016).

Podrían considerarse la Tasa Social de Descuento General para bienes y servicios con mercado, y la Tasa Social de Descuento Específica para bienes y servicios sin mercado. En caso de no contar con información del valor del tiempo y la mano de obra no calificada se podrá utilizar los precios sociales vigentes en la normativa de Proyectos de Inversión Pública del Ministerio de Economía y Finanzas.

3.12 Fases para la Valoración Económica Ambiental.

La valoración se la realiza utilizando el método que se indica en la figura 67.

Figura 67. Fases para la valoración económico-ambiental



Fuente: Los Autores

3.13 Primera fase: Identificación y Caracterización

Los pasos para el desarrollo de la primera fase son los siguientes: - Caracterizar el problema de interés: es uno de los pasos más importantes, donde se debe establecer de forma concreta qué se quiere valorar, y por qué. Si no se tiene claridad sobre lo que se quiere hacer y para qué, la valoración estará mal diseñada y por consiguiente los resultados no serán adecuados. - Identificar el objetivo: al igual que el punto anterior, es fundamental entender para qué se requiere la valoración económica; por ejemplo, si se trata de diseñar una política, evaluar alternativas de proyectos, establecer una compensación, diseñar un incentivo, cuantificar los costos de la degradación ambiental, etc. En cada caso, el diseño y la forma de utilizar las metodologías de valoración serán diferentes (MINAMBIENTE M. d., 2018).

- a) Definir el ámbito de aplicación: Esto significa identificar geográficamente el territorio, la zona o el lugar donde se quiere aplicar la metodología, para delimitar claramente el sitio de interés y definir la escala espacial.

- b) Identificar y priorizar los servicios ecosistémicos: En vista de que la aplicación de las metodologías de valoración es un proceso costoso, no solo en dinero, sino en tiempo, y que requiere de información específica; se deberán priorizar los servicios ecosistémicos a analizar, según la necesidad y el problema definido al inicio.

- c) Identificar y caracterizar la población involucrada: Junto con la identificación y priorización de los servicios ecosistémicos, se debe identificar y caracterizar a la población que depende de estos o se ve beneficiada o afectada por un cambio en los mismos. En este punto es necesario aclarar que grupos, individuos, empresas y entidades deben ser involucrados. Algunos de los criterios para identificar y priorizar a los actores interesados tienen que ver con quién gestiona, regula, depende o impacta los servicios ecosistémicos en el lugar donde se aplicará la metodología para evaluar la distribución de costos y beneficios entre los diversos grupos.

- d) Encontrar la relación más idónea entre los servicios ecosistémicos y los cambios en bienestar de la población: Con la población afectada delimitada y caracterizada, es fundamental entender la forma en que los cambios o las alteraciones en los servicios ecosistémicos los afectan a nivel de su calidad de vida. Para esto, se recomienda la aplicación de metodologías de análisis multicriterio, con participación de la misma población interesada de la zona de estudio.

Esta información es fundamental para seleccionar la metodología de valoración más adecuada para cuantificar el efecto sobre el bienestar que generará el cambio en los servicios ecosistémicos y diseñar el estudio. Adicionalmente, se debe considerar el hecho de que algunos segmentos poblacionales tienen una fuerte dependencia de los servicios ecosistémicos y que, en caso de degradación o pérdida de los mismos, éstos podrían tener pocas opciones o fuentes de respaldo. Si los impactos y costos afectan de manera desproporcionada a mujeres, campesinos, indígenas, afrodescendientes y, en general, a la población vulnerable, es necesario tener en cuenta las consideraciones especiales aplicables en cada caso (MINAMBIENTE M. d., 2018).

3.14 Segunda fase: Selección de la metodología de valoración

Según (MINAMBIENTE M. d., 2018), describe los pasos para el desarrollo de la segunda fase son los siguientes:

- a) Establecer la necesidad de estimar valores de uso o valores de no uso: En este paso se deben estimar los valores que dan cuenta del tipo de relacionamiento que las personas tienen con su entorno natural y con los servicios ecosistémicos. Dependiendo del objetivo planteado para la aplicación de la herramienta, se identificará qué tipo de valor de uso o no uso es necesario estimar. Esta identificación hace que la aplicación de la Valoración Económica Ambiental resulte eficiente frente al problema o situación planteada y su resultado sea de fácil interpretación.
- b) Seleccionar la metodología de valoración más adecuada: Con toda la información obtenida en el ejercicio de caracterización de

la primera fase, se debe seleccionar la metodología de valoración más adecuada para ser aplicada en cada caso, de acuerdo con los requerimientos y supuestos que tiene cada una, y a las condiciones propias del estudio que se esté realizando. Se propone un mapa de decisión para ayudar en esta selección.

- c) Conseguir la mejor información disponible y evaluar su calidad: Los diferentes métodos estiman diferentes medidas para lograr un valor económico (disponibilidad a pagar, Excedente del Consumidor, entre otras), de manera que la información a obtener debe ser consistente con el método seleccionado. Existen diversas fuentes de información con las que se pueden aplicar los métodos; sin embargo, es necesario evaluar su calidad en cuanto a rigurosidad de la estimación de las muestras, la confiabilidad de las fuentes, la continuidad de las series de datos, entre otras. La idea principal de este paso es que, logrando información de calidad, se obtengan estimaciones de calidad y, finalmente, útiles para el objetivo de la aplicación de la Valoración Económica Ambiental.

3.15 Tercera fase: Aplicación de la metodología de valoración y estimación del valor.

Los pasos para el desarrollo de la tercera fase son los siguientes: Revisar las mejores prácticas: En general, cada metodología de valoración tiene una recomendación de mejores prácticas para su adecuado desarrollo, según (MINAMBIENTE M. d., 2018).

Por ejemplo, para la valoración contingente es fundamental la selección de la muestra adecuadamente a la que se le aplicará la encuesta, así como

la identificación de los rangos de pago en la pregunta de disponibilidad a pagar. Estas mejores prácticas se deben seguir cuidadosamente con el fin de asegurar que el ejercicio revela valores confiables y de la calidad necesaria para la toma de decisiones.

- a) Seleccionar la muestra: en el caso de ejercicios que requieren la utilización de una encuesta, como la valoración contingente, los experimentos de elección y el costo de viaje, se deberá considerar una muestra estadísticamente significativa, es decir, que su tamaño, nivel de confianza estadística y la técnica de muestreo aplicada resulten pertinentes frente al objetivo planteado para la aplicación de la Valoración Económica Ambiental.

- b) Minimizar los sesgos y las posibles fuentes de errores: Esto se logra, en parte, aplicando las mejores prácticas y siguiendo adecuadamente los procedimientos estadísticos y econométricos que garantizan un correcto desempeño del modelo final de cada metodología.

- c) Definir las especificaciones del modelo econométrico o estadístico: Para los métodos de valoración que lo requieren, esto implica identificar todas las variables independientes necesarias para estimar adecuadamente la variable dependiente de interés, así como asegurarse de que los datos contenidos en las variables son de buena calidad, la serie utilizada o los datos sean lo más completos y extensos posibles, identificar la distribución de las variables para evaluar, si se aplica un modelo de Mínimos

Cuadrados Ordinarios (MCO) o se requiere otro estimados; entre otras reglas estadísticas y econométricas.

- d) Interpretar los resultados: Una vez se ha desarrollado la valoración y aplicado la metodología, es muy importante analizar el valor final obtenido, ver su calidad y su confiabilidad. Así mismo, es importante recordar que dependiendo del método seleccionado se obtendrán diferentes resultados, de manera que la interpretación de estos debe ser acorde con lo que ofrece cada método. Esto para ser incorporado en la toma de decisiones de la mejor manera posible.

3.16 Formulas y cálculos.

La principal formula que se utiliza para la valorización integral de los servicios ecosistémicos es la siguiente:

$$VET = VU + VNU = (VUD + VUI) + (VE + VL).$$

Donde:

VET = Valor Económico Total;

VU = Valor de Uso;

VNU = Valor de No Uso;

VUD = Valor de Uso Directo;

VUI = Valor de Uso Indirecto;

VE = Valor de Existencia;

VL = Valor de Legado.

(Landolt & Kómetter Mogrovejo, 2018)

Otra fórmula clásica es la del Valor Presente Neto, que permite determinar el valor presente de todos los ingresos netos que generará el servicio ecosistémico que se está valorando, en un horizonte razonable.

30 A

$$VPN = \sum_{I=1}^n \frac{A}{(1+d)^I}$$

$$I=1 (1+d)^n$$

Dónde:

VPN: Valor presente neto.

A: Valor neto anual de los ingresos por el servicio ecosistémico.

d: tasa de interés pasiva.

n: número de años del horizonte de aprovechamiento del servicio ecosistémico.

(Landolt & Kómetter Mogrovejo, 2018)

3.17 Estimación de los servicios ecosistémicos con índices funcionales específicos

La diversidad funcional (DF), expresada a través de varias medidas o índices, se relaciona directamente con la generación potencial de servicios ambientales o servicios ecosistémicos (SE). En este capítulo veremos cómo usando los principios de la ecología y los rasgos funcionales (RF) de las especies arbóreas se puede hacer una estimación directa de los SE que estas potencialmente ofrecen. Para entender este enfoque debemos visualizar la DF como sinónimo de variedad de los

rasgos funcionales en relación al SE de interés y no como los valores de estos rasgos (Marinidou, Finegan, Jimenez Ferrer, Casanoves, & Delgado, 2011).

La contribución potencial de las especies a los SE puede ser evaluada indirectamente por los RF y por algunas caracterizaciones extrínsecas a las especies que llamaremos características ecológicas (CE). Combinando los valores de los RF y de las CE es posible valorar una especie mediante un índice funcional que refleje, en valores relativos, su potencial de ofrecer un SE de interés. Esta valoración brinda criterios de selección de especies con mayor potencial para uno u otro servicio Tabla 37. En el presente ejemplo se usa un índice ecológico, en una escala de valores con un máximo de 100 que relaciona las especies arbóreas con el potencial que tienen para generar un SE, en este caso el almacenamiento de carbono y la conservación de la biodiversidad (Marinidou, Finegan, Jimenez Ferrer, Casanoves, & Delgado, 2011).

El valor funcional ecológico de cada especie para cada SE se estima combinando los valores de las clases de diferentes RF y CE Tabla 37, para esto se usan ecuaciones que se construyen con las distancias al valor promedio de cada clase de valores, multiplicados por una ponderación que depende del SE de interés. Además, para estimar la contribución de un individuo a los SE en un momento determinado (valor ecológico del individuo), aparte del valor funcional de la especie a la que pertenece, es necesario conocer sus dimensiones como: altura (H), diámetro a la altura del pecho (dap) y diámetro de la copa (dC). La magnitud de estos valores permite otorgar la importancia relativa del individuo en la comunidad. Un individuo joven ofrece menos recursos que un individuo de la misma

especie de mayor tamaño (Marinidou, Finegan, Jimenez Ferrer, Casanoves, & Delgado, 2011).

Tabla 37. Rasgos funcionales (RF), características ecológicas (CE) y medidas de los árboles relacionados con los servicios ecosistémicos.

SE	Tipo de efecto funcional	Medidas del individuo	RF y CE
Regulación climática	Fijación de Carbono	dap altura	densidad de madera
Conservación de la biodiversidad	Alimento para la fauna silvestre	dap diámetro de copa	fruto semilla follaje (forrajero) recursos florales alimento en época de sequía
	Hábitat y conectividad	altura diámetro de copa	densidad de copa perennidad
	Valor de Existencia	dap altura	nativa / introducida amenaza / no amenaza presión destructiva densidad de madera altura máxima tipo de dispersión sistema reproductivo

(Marinidou, Finegan, Jimenez Ferrer, Casanoves, & Delgado, 2011).

Los pasos para seguir según (Marinidou, Finegan, Jimenez Ferrer, Casanoves, & Delgado, 2011) para estimar el valor ecológico de las especies y de la cobertura arbórea para los servicios ambientales de interés, almacenamiento de carbono y conservación de la biodiversidad, son:

Estimar el valor funcional ecológico de las especies, combinando el valor de clases categóricas de sus RF y sus CE, relativos a los diferentes servicios ecosistémicos potencialmente ofrecidos.

Estimar las métricas dimensionales de los individuos arbóreos, combinando el valor de clases de dos de sus dimensiones (dap, H, y dC), relativas a cada servicio ambiental de interés.

Estimar el valor ecológico de los individuos arbóreos, ponderando el valor funcional ecológico de la especie a la que pertenecen por sus métricas dimensionales.

Estimar el valor ecológico de la cobertura arbórea de un sitio sumando el valor ecológico de los individuos arbóreos.

3.18 Métodos de valoración.

Como se mencionó anteriormente, dentro del enfoque antropocéntrico tenemos bienes de uso directo y otros de uso indirecto. Dentro de los bienes de uso indirecto hay algunos con valor de mercado y otros sin valor de mercado, las metodologías que veremos en los cuadros siguientes corresponden a los bienes de uso indirecto, con valor de mercado y sin valor de mercado.

3.19 Servicios Ecosistémicos de la parroquia Quimiag.

Los ecosistemas presentes en la parroquia Quimiag resaltan dos de ellas por ser las de mayor superficie, los servicios proporcionados por el ecosistema de páramo han beneficiado a la población humana desde hace mucho tiempo, los páramos de la subregión andina son reconocidos por su alta biodiversidad, su capacidad para retener y regular el ciclo del agua, además de ser sumideros para la captura de carbono, estas características son esenciales para la vida y el bienestar del ser humano, sin embargo, estos ecosistemas son altamente vulnerables a los cambios producidos en su dinámica por las actividades antrópicas o el cambio climático (Laverde Martínez, 2008).

Los ecosistemas de páramo son el hogar y sustento de poblaciones indígenas y locales que poseen valiosos conocimientos tradicionales relacionados con este, por esta razón, requieren especial atención por parte de los gobiernos de turno, así como de la comunidad internacional (Ruiz Soto, 2007). Según Hofstede (2002), los páramos ofrecen a la humanidad servicios como la diversidad de especies y paisajes, la diversidad de cultivos, el turismo y los suelos fértiles (Laverde Martínez, 2008).

3.20 Lineamientos de acción para la valoración de los servicios ecosistémicos

El área de estudio es el ecosistema herbazal de páramo de la parroquia Quimiag provee del recurso hídrico a la parte baja de la parroquia para el desarrollo de las actividades agropecuarias de la población, además, de esta área nacen los afluentes que conforman el Río Blanco, el cual alimenta el sistema hidroeléctrico Río Blanco que se encuentra en la parroquia, la parte alta limita con el Parque Nacional Sangay, área protegida que es catalogada como un Patrimonio Natural de la Humanidad (Chacha Silva, 2023), la importancia de la evaluación del área de estudio no solo radica en sus servicios ecosistémicos, si no también, porque forma parte de la zona de amortiguamiento de un área protegida.

Las principales actividades económicas que se desarrollan en estas áreas son la agricultura y ganadería, como consecuencia la dinámica de la cobertura vegetal que conforman estas áreas se ve alterada por las distintas acciones que se realiza para desarrollar estas actividades, la ganadería afecta varios sectores de los ecosistemas por acciones de quema de reposición para generar aliment para el ganado. La superficie

afectada se puede recuperar mediante regeneración natural, pero al ser esta sensible a estos eventos su capacidad reguladora se ve seriamente afectada, el desarrollo de la agricultura genera un problema aún mayor, ya que las actividades de labranza para despojar de la cobertura vegetal al páramo hacen que estas superficies se vean seriamente afectadas y su recuperación en muchos de los casos imposible. El problema en mención se agudiza debido a que las comunidades que realizan estas actividades son propietarios legítimos de las superficies conformadas por el ecosistema, al no tener otra fuente de ingresos primaria se ven obligados a seguir cambiando el uso del suelo, ya que por lo general no cuentan con el apoyo de las instituciones gubernamentales de turno para implementar técnicas productivas adecuadas que no desgasten los suelos, por lo tanto, una vez que los suelos pierden sus capacidades productivas, se ven en la necesidad de cambiar una porción de páramo en suelo cultivable (Chacha Silva, 2023).

Actividades como la valoración y conservación de los servicios ecosistémicos requiere tener una correcta transversalidad entre las instituciones públicas y privadas, esto con la finalidad de generar resultados en beneficio de la sociedad y, más aún para resolver los problemas creados por las antiguas formas de pensamiento (Maldonado Quezada, 2022), de esta forma todo lo que se proponga estará encaminado en alcanzar un mismo objetivo. Las instituciones inherentes para alcanzar un trabajo adecuado son las siguientes:

- Ministerio Del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Ministerio de Turismo.

- Gobiernos Autónomos Descentralizados: Parroquiales, Cantonales y Provinciales.
- Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Comunidades.

3.21 Análisis y priorización de los servicios ecosistémicos.

Los servicios ecosistémicos conexos al abastecimiento y regulación de los recursos hídricos son los que obtuvieron una mayor valoración con un total de 19 y 20 puntos respectivamente, esto es esperable ya que el ecosistema herbazal de páramo provee una gran variedad de funciones hidrológicas, estas se han transformado en bienes y servicios ya que forman parte del bienestar y desarrollo de la sociedad (Chacha Silva, 2023).

El abastecimiento y la regulación del ciclo hidrológico es uno de los servicios tangibles de mayor impacto para las actividades que se realiza en la parroquia Quimiag, en especial de las comunidades que se encuentran en el ecosistema herbazal de páramo, al depender de este recurso, su perturbación impactaría sobre esta población de forma directa ya que depende del mencionado recurso para obtener agua de consumo y riego para la agricultura y ganadería Tabla 38. Ampliando el espectro de análisis de las posibles consecuencias que podrían causar la alteración de este ecosistema y sus servicios, está la producción de energía, la subestación de energía Río Blanco alimenta sus instalaciones del cauce del río del mismo nombre, cuyo afloramiento se da en la parte alta del páramo herbazal.

En el caso del turismo, esta actividad perdería sentido en la zona, debido a la falta del recurso hídrico transformaría el paisaje característico de los

páramos en zonas áridas e inertes que ya no serían atractivas para los turistas, como se ha mencionado en líneas anteriores la agricultura, la ganadería, turismo, generación de electricidad se benefician de los servicios ecosistémicos. Sin embargo, los efectos que estas actividades producen en los servicios ecosistémicos pueden ser positivos o negativos, el aspecto positivo se debe a los productos que se obtienen del ecosistema hacen posible la vida y humana. Por el contrario, la parte negativa se enmarca en que dichas actividades cuando se implementan de forma tradicional o con un mal manejo técnico, las consecuencias en tiempo y espacio son graves, entre las más relevantes estarían el avance de la frontera agrícola, la homogeneización del paisaje, la deforestación y la pérdida de la calidad del agua.

Tabla 38. Análisis y priorización de los servicios ecosistémicos.

Servicios Ecosistémicos	Actividades productivas, económicas, de desarrollo y bienestar social								Suma
	Agricultura		Ganadería		Turismo		Producción de energía		
	D	E	D	E	D	E	D	E	
Servicios de abastecimiento									
Suministro del recurso hídrico	3	3	3	3	2	1	3	1	19
Servicios de regulación									
Regulación del recurso hídrico	3	3	3	3	3	1	2	1	20
Captura de carbono	1	3	1	3	1	0	1	1	11
Servicios de soporte									
Mantenimiento de la diversidad genética	0	3	0	3	3	1	0	1	11
Servicios culturales									

Manifestaciones culturales intangible Complejo Lacustre / El Altar	0	2	0	2	3	1	0	1	9
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Fuente: VASEQUI, 2024

0 = Dependencia (D) / Efecto (E) – No existe

1 = Dependencia (D) / Efecto (E) – Baja

2 = Dependencia (D) / Efecto (E) – Moderado

3 = Dependencia (D) / Efecto (E) – Alta

3.22 Estado tendencias de los servicios ecosistémicos y los conflictos de interés



De los servicios ecosistémicos identificados se priorizaron todos a excepción del de soporte - mantenimiento de la diversidad genética, debido a que las propuestas sólidas para un desarrollo sostenible de las actividades que están afectando negativamente al resto de servicios, influenciara positivamente en la conservación de este servicio. Los ecosistemas donde se producen estos servicios son: arbustal siempreverde montano, arbustal siempre verde y herbazal de páramo, bosque siempre verde del páramo, bosque siempreverde montano alto, herbazal de páramo, herbazal húmedo montano alto y herbazal – arbustal siempreverde subnival del páramo. Todos los ecosistemas son prioritarios ya que cumplen una función específica para la generación de cada servicio que se genera en la parroquia Quimiag, el desarrollo de la información se desarrolló alrededor del ecosistema herbazal de páramo ya que este es el objeto de estudio de la presente investigación.

La condición de los servicios ecosistémicos se valoró en función a los resultados obtenidos de los análisis de la calidad del agua, el carbono orgánico en el suelo y las encuestas realizadas a la población, los resultados indicaron que a pesar de que existe un desarrollo palpable de las actividades agrícolas en la parte de baja del ecosistema herbazal de páramo, estas no se han incrementado lo suficiente como para avanzar a la parte media y alta de la parroquia, en el caso de la calidad de agua en los nueve puntos de monitoreo evaluados se determinó como criterio general que no está contaminada, el carbono orgánico se encontró en porcentajes acordes a los establecidos por varios autores para ecosistemas de páramo Tabla 39.

Esta idea se puede dar debido a la gran extensión de páramo que poseen y que hasta la actualidad no han registrado un decrecimiento en la cantidad de agua que utilizan, en función a todos los aspectos antes mencionados se puede establecer que la condición del general del ecosistema es muy buena, pero se debe tener muy en cuenta la parte baja de este, es en esta zona donde se debe enfocar los esfuerzos con la finalidad que las poblaciones que allí habitan puedan tener un desarrollo sostenible en tiempo y espacio, la oferta y la demanda de los servicios que provee el ecosistema de páramo tiene una tendencia a incrementarse, esto debido a varios factores como el aumento poblacional o el cambio climático.

Tabla 39. Identificación del estado y tendencias de los SE y los conflictos de interés

Servicios ecosistémicos prioritarios	Lugar, hábitat o ecosistema que genera el servicio	Condición actual del servicio ecosistémico ++ / + / - / --	Tendencias futuras		Factores de cambio	Actores relacionados con los factores de Oferta Demanda cambio
			Oferta	Demanda		
Suministro del	Suministro del	++	↗	↗	Actividades Agropecuarias Tenencia de la tierra Quemas de reposición	Ministerio del ambiente, aguas y transición ecológica. Ministerio de agricultura y ganadería. Prefectura de Chimborazo GAD del Cantón Riobamba GAD Parroquial de Quimiag.
Regulación del recurso hídrico	Ecosistema herbazal de páramo	++	↗	↗	Actividades Agropecuarias Tenencia de la tierra Quemas de reposición	Ministerio del ambiente, aguas y transición ecológica. Ministerio de

						agricultura y ganadería. Prefectura de Chimboraz o GAD del Cantón Riobamba GAD Parroquial de Quimiag.
Captura de Carbono	Ecosistema herbazal de páramo	++			Actividades Agropecuarias Tenencia de la tierra Quemas de reposición	Ministerio del ambiente, aguas y transición ecológica. Ministerio de agricultura y ganadería. Prefectura de Chimboraz o GAD del Cantón Riobamba GAD Parroquial de Quimiag.

Manifestaciones culturales intangible	Complejo lacustre / El altar Ecosistema herbazal de páramo	++	→	→	Conflictos entre comunidades Tenencias de la tierra Quemadas de reposición	Ministerio del ambiente, aguas y transición ecológica. Ministerio de Turismo. GAD del Cantón Riobamba. GAD Parroquial de Quimiag
---------------------------------------	--	----	---	---	--	--

Fuente: VASEQUI, 2022.

- muy buena ++
- buena +
- mala -
- muy mala - -
- aumenta
- estable →
- disminuir

Como se evidencia en la Tabla 40 ciertos servicios ecosistémicos son mutuamente excluyentes. La actividad humana o el aprovechamiento de un servicio ecosistémicos por parte de un actor pueda afectar la provisión de servicios ecosistémicos a otros actores tabla 40. La integración de los servicios ecosistémicos en la planificación local requiere tomar decisiones sobre el manejo de estas diferentes actividades humanas.

Tabla 40. Compromisos o disyuntivas de los actores relacionados con los factores del Cambio.

Actores relacionados con los factores de cambio	Servicio ecosistémico que aprovecha	Objetivo de la actividad	Ganador	Disminución de servicios ecosistémicos	Perdedor
Ministerio del ambiente, aguas y transición ecológica.	Suministro del recurso hídrico Regulación del recurso hídrico	Protección y regulación de los recursos hídricos en el país	La población de las grandes ciudades	No existe una disminución de los servicios ecosistémicos	Comunidades que forman parte del ecosistema herbazal de páramo
Ministerio de Turismo	Manifestaciones culturales intangible	Protección del paisaje del complejo lacustre El Altar	Turismo Nacional Asociación Zoila Martínez	No existe una disminución de los servicios ecosistémicos	Resto de comunidades que forman parte del ecosistema herbazal de páramo

Fuente: VASEQUI, 2024

3.23 Análisis del marco institucional y constitucional

En la Tabla 41 se detalla las competencias que tiene cada uno de los actores relacionados con los factores del cambio, para esto primero se hizo una indagación de la normativa legal vigente en función a los

actores identificados. La cual se detalla a continuación. Al hablar de servicio ecosistémicos y de la conservación ecosistemas, primero se debe considerar la Constitución de la Republica del Ecuador del año 2008, ya que esta declara que la naturaleza es sujeto de derecho. Sin embargo, existe una contraposición de derechos constitucionales entre la naturaleza y lo social, esto hasta la presente fecha no han sido solventados jerárquicamente. De la misma manera existe un conflicto constitucional entre lo establecido por la constitución sobre la Autoridad Nacional Ambiental y la Autoridad Nacional del Agua, por lo que el ejecutivo a través del actual Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica trata de solventar. Adicional al marco normativo constitucional se cuenta con el Código Orgánico del Ambiente y su Reglamento; y La Ley Orgánica de Recursos Hídricos las cuales son de vinculación directa.

Estas contemplan la formación de fondos para la conservación y el manejo de los servicios ambientales (forestales, biodiversidad, hídricos, etc), pero hasta la actualidad no existe las normas técnicas para la captación de recursos. En el caso de ordenanzas Locales, Municipales y/o Provinciales para la gestión de los servicios ecosistémicos en la parroquia Quimiag estas no existen. Este vacío legal y la planificación desordenada de los GAD's en todos los niveles, al no responder como un conjunto global a largo plazo hacen que sea complicada la gestión de los servicios ecosistémicos que generan los ecosistemas nativos como el herbazal de páramo Tabla 41. En especial del abastecimiento y regulación del agua para consumo humano, animal, agrícola y para la generación de energía.

Tabla 41. Análisis del marco institucional y constitucional.

Análisis de Actores	¿Por qué actúan de la forma en que lo hacen?	Intereses/necesidades	Nivel de Poder	Nivel de influencia	Relaciones Entre actores	Posibles Conflictos
	Posición		Alto (A), Medio (M) o Bajo (B)	Alto (A), Medio (M) o Bajo (B)	Posibles Alianzas	
Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica	Cumplir con lo establecido en la legislación. COA Ambiental y su reglamento	Protección y recuperación de los ecosistemas frágiles. Apoyo de entidades gubernamentales como los ministerios de agricultura y ganadería, educación y salud	Alto	Alto	GAD's y Ministerio de Turismo	Comunidades / Tenencia de la Tierra
Ministerio de Turismo	Promoción de y conservación de los atractivos turísticos en función a la normativa vigente	Promocionar de forma correcta los atractivos turísticos del complejo lacustre Personal, presupuesto y apoyo de las entidades gubernamentales	Alto	Alto	GAD's y Ministerio del Ambiente, agua y Transición Ecológica	Comunidades / Tenencia de la Tierra

		como los ministerios de agricultura y ganadería, educación y salud				
GAD's	Apoyo en proyectos de turismo, agricultura y ganadería	Promoción turística, conservación y restauración de los ecosistemas frágiles. Apoyo de las entidades gubernamentales como los ministerios de agricultura y ganadería, educación y salud.	Alto	Alto	Ministerio de Turismo, Ministerio del Ambiente y Agua y Transición Ecológica	Comunidades / Tenencia de la Tierra
Comunidades	Requieren apoyo para la generación de proyectos de agricultura y ganadería, educación y salud.	Regular la tenencia de la tierra en las zonas de conflicto. Apoyo de entidades gubernamentales como los ministerios de agricultura y ganadería, educación y salud	Medio	Bajo	GAD's Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica Ministerio de Turismo Ministerio de Salud Ministerio	Ministerio del Ambiente y Agua y Transición Ecológica

					o de Educación Ministerio de Inclusión Económica	
--	--	--	--	--	---	--

Fuente: VASEQUI, 2024

De las comunidades que conforma el ecosistema herbazal de páramo solo la Asociación Zoila Martínez cuenta con un incentivo económico por parte del Programa Socio Bosque Tabla 42.

Tabla 42. Matriz 5 - Incentivos económicos por servicios ecosistémicos

Tipo de incentivo	Nombre/descripción corta del incentivo	Observaciones sobre su funcionamiento, implementación y grupo meta.
Basados en el mercado		
Fiscal		
Regulador		
Cooperación	Programa Socio Bosque	La asociación ha ingresado 530 ha al programa Socio Bosque. El dinero recibido por la conservación del páramo en utilizado para proyectos que generen un

		beneficio económico para los integrantes de esta.
Información		
Cultural y social		

Fuente: VASEQUI, 2024

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGQLABS. (2003). La calidad del agua y su importancia. Obtenido de [https://agqlabs.es/tienda/2020/09/02/la-calidad-del-agua-y-su-](https://agqlabs.es/tienda/2020/09/02/la-calidad-del-agua-y-su-importancia/)

[importancia/](https://agqlabs.es/tienda/2020/09/02/la-calidad-del-agua-y-su-importancia/)AGROCALIDAD, A. (2018). Muestreo para análisis de aguas. Laboratorio de suelos, foliares y aguas.

<https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/agua5.pdf>

Aguilon Álvarez , V. C., Barrales Hassan , R., & Galván Méndez , M. (2015). Ambientes Glaciares. Universidad Nacional Autónoma de México.

<https://usuarios.geofisica.unam.mx/cecilia/CT-SeEs/A1-Glaciares.pdf>

Aldaz Andino, M. (2014). Plan estratégico para impulsar la actividad turística en la parroquia santiago de quimiag, perteneciente al cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Riobamba.

<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/673/1/UNACH-EC-IG.TUR-2012-0010.pdf>

Almeida Torres, J. G., & San Martín Marcos, M. F. (2021). Rescatar la identidad cultural de la parroquia Quimiag en sus habitantes. Riobamba.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20463/1/UPS-GT003269.pdf>

Arévalo Lara, M. (2020). propuesta para el fortalecimiento de las unidades de producción de las familias vinculadas a la parroquia quimiag . Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.

[http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/14089/1/20T01327.p
df](http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/14089/1/20T01327.pdf)

Arias, L. (2007). Propuestas para el desarrollo de turismo comunitario en la parroquia de Quimiag, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Quito.

<http://45.184.226.39/bitstream/123456789/279/1/PARROQUIA%20QUIMIAG.pdf>

Armenteras, D., González, T. M., Vergara, L. K., Luque, F. G., Rodríguez, N., & Bonilla, M. A. (2016). Revisión del concepto de ecosistema como “unidad de la naturaleza” 80 años después de su formulación. Asociación española de ecología terrestre, 8. doi:ISSN: 1132-6344

Asqui Lamiña, Y. (2023). evaluación florística del ecosistema herbazal de páramo (hssn02), para proponer estrategias de conservación en la parroquia santiago de quimiag, cantón riobamba, provincia de chimborazo.

<http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/21588/1/73T00039.pdf>

Austin, M. (2002). Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modelling. *Ecological Modelling*, 157.

https://www.researchgate.net/publication/228560395_Spatial_prediction_of_species_distribution_An_interface_between_ecological_theory_and_statistical_modelling

Caguana Espinoza, J. (2023). Evaluación florística del ecosistema herbazal y arbustal siempreverde subnival del páramo (hsnn03), para proponer estrategias de conservación en la parroquia santiago de Quimiag, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Riobamba.

<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/21639/1/73T00050.pdf>

Calderón Silva, V. (2015). “Plan de difusión turístico para impulsar las rutas de aventura en la parroquia Quimiag, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, 2015.

<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/799/1/UNACH-EC-IG.TUR-2016-0004.pdf>

Camacho, M. (2013). Los páramos Ecuatorianos: caracterización y consideraciones para su conservación y aprovechamiento sostenible Ecuador

<https://doi.org/10.29166/anales.v1i372.1241>

CAR, C. A. (2009). Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá. Inventario de Fauna. Conservación Internacional., 133.

<https://www.car.gov.co/uploads/files/5bfc0aaf07f6a.pdf>

Caranqui Aldaz, J., Lara Vásquez, N., Cushquicullma Colcha, D., Espinoza, V., & Ati Cutiupala, G. (2021). Caracterización florística en zonas con alto potencial de recarga hídrica del paramo de ichubamba yasepan. Polo del Conocimiento, 6(9), 605-624. doi:10.23857/pc.v6i9

Ceballos, G., Díaz, E., Espinosa, H., Flores, Ó., García, A., Martínez, L., Santos, G. (2009). Zonas críticas y de alto riesgo para la conservación de la biodiversidad de México. CONABIO, II, 575-600.

https://chrome-extension://efaidnbnmnhttp://www2.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20II/II14_Zonas%20criticas%20y%20de%20alto%20riesgo%20para%20la%20conservacion.pdf

Chacha Silva, V. (2023). Valoración de los servicios ecosistémicos de abastecimiento y de regulación en el ecosistema Herbazal del páramo de la parroquia Quimiag provincia de Chimborazo. Riobamba.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/22060/1/236T0857.pdf>

Chávez, H., González, M., & Hernández, P. (2014). Metodologías para identificar áreas prioritarias para conservación de ecosistemas naturales. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6 ((27)), 8-23. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v6n27/v6n27a2.pdf>

Chiquito Espinoza, B. M. (2017). Plan de interpretación del patrimonio de la parroquia Quimiag, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8210/1/23T0634.pdf>

CONAF. (2013). Guía Básica de buenas prácticas para plantaciones forestales de pequeños y medianos propietarios. corporacion nacional forestal, Departamento de Plantaciones Forestales.

<https://chrome-extension://https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/44301033-906d-44df-9a55-c8af0cea36c3/content>

Cristeche, E., & Penna, J. (2008). Estudios socioeconómicos de la sustentabilidad de los sistemas de producción y Recursos Naturales. *Métodos de valoración económica de los servicios ambientales*. (3).

https://chrome-extension://efahhttps://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25399w/metodos_de_valoracion_economica.pdf

Cruz Mínguez, V., Gallego Martín, E., & González de Paula, L. (2009). Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Universidad Complutense de Madrid/Universidad Politécnica de Valencia.

<https://chrome-extension://efaidnhttps://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/2cd1eb97-7a70-42fb-8655-2ee7cf3b066f/content>

Cuesta Camacho, F., Peralvo, M., Ganzenmüller, A., Sáenz, M., Novoa, J., Riofrío, G., & Beltrán, K. (1999). Análisis de vacíos y áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en el Ecuador continental. 15-36.

<https://chrome-extension://ehhttps://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=56502#:~:text=Las%20tres%20regiones%20del%20Ecuador,generales%2C%20mayor%20n%C3%BAmero%20de%20especies.>

Curipoma, S., Argüello, A., & Pérez, Á. (2021). Evaluación de la Diversidad Florística de la Quebrada Shullum, Bosque Protector Ilaló, Ecuador. *Axioma* (24), 57-63.

<https://doi.org/10.26621/ra.v1i24.631>

David Higueta, H., & Álvarez Dávila, E. (2015). Representatividad a escala regional de un inventario florístico detallado de una hectárea en los Andes tropicales. *Colombia Forestal*, 18(2), 207-224.

<http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2015.2.a03>

De la Torre, L., Navarrete, H., Muriel, P., Macía, M., & Balslev, H. (2008). Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador. I, 956. doi:ISBN-978-9978-77-135-8

Luján Puglia, M. (2007). estudio de la vegetación y cobertura herbacea sitio casa sobre el arroyo.

<https://chrome-extension://efaidnbhttps://librosfaud.mdp.edu.ar/EbooksFaud/catalog/download/patrimonio%2007/51/532-1?inline=1#:~:text=Por%20definici%C3%B3n%20una%20planta%20herb%C3%A1cea,especies%20anuales%2C%20bianuales%20y%20perennes.>

RAE, (2024). Bosque nativo.

<https://definicion.de/bosque-nativo/>

ECOLAP & MAE. (2007). Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador. I, 13. doi: 978-9978-45-945-4

Ecuadormitierra, (2024). Ecuador mi tierra: <https://ecuadormitierra.com/lagunas-del-ecuador2/lagunas-del-volcan-altar-en-chimborazo/>

EOS, (2024). Degradación Del Suelo: Técnicas Para Evitar Sus Efectos.

<https://eos.com/es/blog/degradacion-del-suelo/>

EUSKADI. (2017). Suelo. Degradación del suelo

<https://www.euskadi.eus/informacion/degradacion-del-suelo/web01-a2inglur/es/>

FAO, (2017). Carbono orgánico del suelo el potencial oculto. (L. Wiese , V. Alcantara , R. Baritz , & R. Vargas , Edits.) Roma, Italia: alianza mundial por el suelo.

<https://chrome-extension://efaidnbmnnnibpchshttps://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6e5e1fa9-ef55-4198-9160-fa580483f991/content>

Fernández Cirelli, A. (2012). El agua: un recurso esencial . *Química Viva*, 11(3), 147-170. <https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>

Freire, A. (2004). *Botánica Sistemática Ecuatoriana*. Missouri Botanical Garden Press. https://www.researchgate.net/publication/290435567_Botanica_Sistemática_Ecuatoriana

GAD San Joaquín, (2015). Diganóstico de la Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2015.

<https://gadsanjoaquin.gob.ec/wp-content/uploads/2017/04/PDYOT-San-Joaquin.pdf>

García , D., Varillas , G., Falconí, E., & ECOLEX. (2007). *Biodiversidad y Mecanismos para su Conservación*. Quito.

<https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/49546.pdf>

García de la Fuente, C. (2013). *Parámetros fisicoquímicos del agua*. PV albeitar , 1-4.

https://www.adiveter.com/ftp_public/A3081113.pdf

García Galvis , J., & Ballesteros González , M. (2005). *evaluación de parámetros de calidad para la determinación de carbono orgánico en suelos*. *Revista Colombiana de Química* , 201-209.

<https://www.redalyc.org/pdf/3090/309025255009.pdf>

GEF-MMA-PNUD, (2010). Valoración económica detallada de las áreas protegidas de Chile. 1-233.

<https://metadatos.mma.gob.cl/sinia/M1050FIG.pdf>

Giler Ormaza, A., Zambrano Navarrete, X., Chila Zambrano, J. L., Arcentales Vera, D. A., Guadamud Sánchez, J. P., Félix Mera, J. E., Alarcón Looor, J. R. (2019). Análisis del comportamiento hidrológico de cuencas hidrográficas tropicales utilizando índices: estudio de caso en la región costa del Ecuador. Terra. Nueva Etapa, XXXV(58).
<https://www.redalyc.org/journal/721/72164777003/72164777003.pdf>

Giraldo Gómez, G. I. (1995). Manual de análisis de aguas. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ciencias.

<https://chrome-extension://efaihttps://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/55218/manualdeanalisisdeaguas.pdf>

Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Paute, (2020). Actualización del plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Paute.

<https://chrome-extension://efaidnhttps://www.paute.gob.ec/wp-content/uploads/2021/03/PDOT-Paute-2020-diagnostico-propuesta-y-modelo.pdf>

González Olivia, L., Ferro Díaz, J., Rodríguez Cala, D., & Berazín, R. (2017). Métodos de Inventario de Plantas. La Habana: AMA.

https://www.researchgate.net/profile/Lisbet-Gonzalez-Oliva/publication/340917329_Metodos_de_inventario_de_plantas/links/5eca01e4a6fdcc90d6939f26/Metodos-de-inventario-de-plantas.pdf

Gonzalo Rivera, H., Marin Ramírez , R., & Vanegas, R. (2004). Metodología de cálculo del Índice de escasez . 1-37.

https://chrome-extension://efaidnbmnnnhttp://intranet.comunidadandina.org/Documents/Reuniones/DTrabajo/SG_REG_EMAB_III_dt%203_Ax1.pdf

Guama, E. (2021). Parroquia Quimiag lugares turisticos normativa. Riobamba. <https://es.scribd.com/document/545030191/parroquia-Quimiag#logout>

IGAC. (2021). Recomendaciones para la toma de muestras para análisis del laboratorio nacional de suelos . Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1-20.

https://chrome-extension://efaidnbmnnnibhttps://www.igac.gov.co/sites/default/files/listadomaestro/in-agr-pc01-13_recomendaciones_para_la_toma_de_muestras_para_analisis_en_el_lns1_0.pdf

Indexmundi. (2018). indexmundi. Ecuador - Tierras agrícolas.

<https://www.indexmundi.com/es/datos/ecuador/tierras-agr%C3%ADcolas#:~:text=El%20valor%20de%20Tierras%20agr%C3%ADcolas,m%C3%ADnimo%20de%2047%2C100%20en%201961.>

INEN. (2013). Agua, calidad, muestreo, equipo de muestreo, condiciones generales. . 1-15.

<https://chrome-extension://efaidnbmnnnibhttps://www.insistec.ec/images/insistec/02-cliente/07-descargas/NTE%20INEN%202176%20-%20AGUA.%20CALIDAD%20DEL%20AGUA.%20MUESTREO.%20T%C3%89CNICAS%20DE%20MUESTREO.pdf>

Jácome Lara, I., & Carvache Franco, O. (2017). Análisis del Costo – Beneficio una Herramienta. *Contribuciones a la Economía*, 1-14.

<https://www.eumed.net/ce/2017/2/costo-beneficio.html>.

Joaquín, G. S. (2015). Diagnóstico de la Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.

<https://gadsanjoaquin.gob.ec/wp-content/uploads/2017/04/PDYOT-San-Joaquin.pdf>

Maass., A. M. (1990). Los ecosistemas: definición, origen e importancia del concepto. <http://www.ejournal.unam.mx/cns/espno04/CNSE0403.pdf>

Kometter, R. (2018). Lineamientos para la valuación de activos ambientales en el Perú. *Bio Modus Tropical*, 1-30.

https://www.researchgate.net/publication/325477097_lineamientos_para_la_valuacion_de_activos_ambientales_en_el_Peru

Landolt, M., & Kómetter Mogrovejo, R. (2018). Valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos en la Comunidad Campesina Kiuñalla, Apurímac, Perú. *Programa de Bosques Andinos*(10), 1-39.

<https://chrome-extension://efaidhttps://keneamazon.net/Documents/Taller/1/valoracion-economica-comunidad-andina-Peru.pdf>

Laterra, P., Jobbagy, E., & Paruelo, J. (2010). Valoración de servicios ecosistémicos. Conceptos, herramientas y aplicaciones par el ordemaniento territorial.

<https://chrome-extension://efhttps://www.iai.int/admin/site/sites/default/files/LaterraJobbogyParueloValorEcosyst.pdf>

Laverde Martínez, C. (2008). Servicios ecosistémicos que provee el páramo de la cuenca alta del río Teusacá: Percepción de los actores campesinos y su relación con los planes ambientales en la vereda Verjón Alto, Bogotá D.C. 1-107.

León M., B. (2019). Plan de desarrollo turístico para la parroquia Quimiag, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.

<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/14131/1/23T00761.pdf>

Llerena, C., Cruz, Z., Durt, É., Peña, J., Martínez, K., & Ocaña, J. (2010). Gestión ambiental de un ecosistema frágil. Los bosques nublados de San Ignacio, Cajamarca, cuenca del río Chinchipe. 134.

<https://doi:978-9972-47-208-4>

Maass, J. M., & Martínez Yrizar, A. (2009). Los ecosistemas: definición, origen e importancia del concepto. UNAM, 11.

Majadas, T. (2020). Albacete, España: Ideas Medioambientales. Inventario de fauna y análisis de repercusiones en RN2000 de la PSF 20Mwp "El Baldío 2".

<https://www.eib.org/attachments/registers/143841845.pdf>

MAATE. (2015). reforma texto unificado legislacion secundaria, medio ambiente, libro VI, Decreto Ejecutivo 3516, Registro Oficial Suplemento 2, 31/03/2003. LEXIS FINDER, 1-75.

<https://hrome-extension://https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Acuerdo-097.pdf>

Madrigal Reyes, S., Acevedo, D., Hernández Acosta, E., & Romo Lozano, J. (2018). Influencia de la cobertura, pendiente y profundidad, sobre el carbono y nitrógeno del suelo. *Revista Mexicana de Ciencias Forestale*, 1-23.

doi:<https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i51.113>

MAE. (2012). En R. Galeas, & J. Guevara (Edits.), *Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito.

https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-Ecosistemas_Ecuador_2.pdf

MAE. (2012). *Metodología para la Representación Cartográfica de los Ecosistemas del Ecuador*. (R. Galeas, & J. Guevara, Edits.) 106.

https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/Documento_Metodolog+%C2%A1a_28_05_2012_v2_1.pdf

MAE. (2017). *Conectividad de los Ecosistemas de Ecuador Continental*. Quito, Ecuador .

https://snmb.ambiente.gob.ec/snmb/files/ConectividadEcosistemas_Oct2017.pdf

MAE. (2018). *Elaboración del Plan de Manejo del Área Nacional de Recreación de Quimacocha*. Ministerio del Ambiente. INSIGMA Cía. Ltda.

<https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/03/ACUERDO-002-ANEXO-AREA-NACIONAL-DE-RECREACION-QUIMSACOAHA.pdf>

Maldonado Quezada, V. (2022). Crónica. Las noticias al día.

<https://cronica.com.ec/2022/11/03/la-transversalidad-en-la-institucion-publica/>

Maldonado Zapana, G. S. (2016). determinación de la aptitud de uso del suelo en la comunidad de Karhuiza, la paz. universidad mayor de san andrés, La Paz.

<https://chrome-extension://efaidnbmnnnibphttps://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/10719/T-2373.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Malpartida, A., & Lavanderos, L. (1995). ecosistema / ecotono ¿naturaleza o relación sociedad-naturaleza? 14.

https://www.academia.edu/12353877/ecosistema_ecotomo_naturaleza_o_relaci%c3%93n_sociedad_naturaleza

Marinidou, E., Finegan, B., Jimenez Ferrer, G., Casanoves, F., & Delgado, D. (2011). Estimación de los servicios ecosistémicos con índices funcionales específicos. (F. Casanoves, L. Pla, & J. A. Di Rienzo, Edits.) Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE(384), 75-86.

https://www.researchgate.net/publication/286625353_Estimacion_de_los_servicios_ecosistemicos_con_indices_funcionales_especificos.

Martínez, E., Fuentes, J., & Acevedo, E. (2008). Carbono orgánico y propiedades del suelo. Suelo Nutrición Vegetal., 8 (1), 68-96.

<https://www.scielo.cl/pdf/rcsuelo/v8n1/art06.pdf>

Matteucci, S., & Colma, A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación (Vol. 22).

https://www.researchgate.net/publication/44553298_Metodologia_para_el_estudio_de_la_vegetacion_por_Silvia_D_Matteucci_y_Aida_Colma.

MECN, & INB. (2015). Plantas de los páramos del Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador. En C. Ulloa, & D. Fernández (Edits.). Quito, Ecuador.

<https://doi:ISBN:978-9942-9988-4-2>

Mena Vásconez, P., Castillo, A., Flores, S., Hofstede, R., Josse, C., Lasso, S., Ortiz, D. (2011). Páramo. Paisaje estudiado, habitado, manejado e institucionalizado. EcoCiencia, 1-20.

<https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56338.pdf>

Mendoza Corrales, R., & Espinoza, A. (2017). Guía Muestreo de Suelos.

<https://repositorio.una.edu.ni/3613/1/P33M539.pdf>

MINAM. (2015). Guía de inventario de la flora y vegetación. Lima, Perú.

https://chrome-extension://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/12082/07_guia-a-de-flora-y-vegetacion.pdf?v=1530548605

MINAM, M. (2015). Guía de inventario de la fauna silvestre. (V. y. Ministerio del Ambiente. Dirección General de Evaluación, Ed.) 83.

<https://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/GU%C3%83-A-DE-FAUNA-SILVESTRE.compressed.pdf>

MINAM, M. (2015). Manual de valoración económica del patrimonio natural. Lima, Perú.

<https://chrome-extension://efaidnbnmnhttps://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/09/MANUAL-VALORACI%C3%93N-14-10-15-OK.pdf>

MINAM, M. (2016). Guía de valoración económica del patrimonio natural. Lima. <https://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/GVEPN-30-05-16-baja.pdf>

MINAMBIENTE. (2016). Microcuencas. Plan de Manejo Ambiental de Microcuencas

<https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/planificacion-de-cuencas-hidrograficas/microcuena>

MINAMBIENTE, (2018). Guía de aplicación de la valoración económica ambiental. Bogotá, Colombia.

https://archivo.minambiente.gov.co/images/NegociosVerdesysostenible/pdf/valoracion_economica_ambiental/Gu%ADa_de_aplicaci%C3%B3n_de_la_VEA_Comprimida.pdf

MinisteriodeDesarrolloSocialyMedioAmbiente. (2000). Metodología. Monitoreo de agua y sedimentos en cursos superficiales y de suelos afectados por contaminantes de origen industrial.

<http://www.ingenieroambiental.com/7/manual04.pdf>

Monterroso Rivas, A., & Gómez Díaz, J. (2021). Impacto del cambio climático en la evapotranspiración potencial y periodo de crecimiento en México. *Terra Latinoamericana*, 39.

<https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.774>

Moraes, M., Øllgaard, B., Kvist, L. P., Borchsenius, F., & Balslev, H. (2006). Botánica Económica de los Andes Centrales. En Botánica Económica de los Andes Centrales (págs. 77-78). La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.

<http://www.scielo.org.bo/pdf/reb/v42n1/v42n1a07.pdf>

Murillo Conterón, J. (2019). Estudio de los servicios ecosistémicos ligados al agua y diversidad florística en el páramo de la ciénega en la regional San José de Chazo–Santa fé de Galán, cantón Guano, provincia de Chimborazo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.

<http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/12408/1/33T0228.pdf>

Núñez Ravelo, F., Ugas Pérez, M., Calderón Castellanos, R., & Rivas Meriño, F. (2021). Cuantificación del carbono orgánico y materia orgánica en suelos no rizosféricos o cubiertos por *Avicennia germinans* (L.) y *Conocarpus erectus* (L.) emplazados en Boca de Uchire, laguna de Unare, Estado de Anzoátegui, Venezuela. *Revista Geográfica de América Central*(66(1)), 27.

<https://dx.doi.org/10.15359/rgac.66-1.13>

Ordoñez Ferrusco, A. (2012). Importancia del Control de Calidad en Campo . 1-20.

https://chrome-extension://efahhttps://www.imta.gob.mx/images/pdf/articulos/Control_de%20_Calidad_en_Campo.pdf

Ordoñez Gálvez, J. (2012). Cartilla Técnica: ¿Qué es Cuenca Hidrográfica? (Z. Novoa Goicochea , Ed.) Lima, Perú: Sociedad Geográfica de Lima .

https://chrome-extension://efaidnbmhttps://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/cuenca_hidrologica.pdf

Osorio Múnera , J., & Correa Restrepo, F. (2004). Valoración económica de costos ambientales: Marco conceptual y métodos de estimación. *Semestre económico*, 13(7), 159-193.

<https://www.redalyc.org/pdf/1650/165013657006.pdf>

Mogollón , J., & Martínez, A. (2009). Variación de la actividad biológica del suelo en un transecto altitudinal de la sierra de San Luís, estado Falcón . *Scielo*, 59(4).

https://ve.scielo.org/scielo.php?lng=es&nrm=iso&pid=S0002-192X2009000400011&script=sci_arttext&tlng=es&utm_source=chatgpt.com

PDOT. (2023). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia "Santiago de Quimiag". Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia "Santiago de Quimiag", Riobamba.

<https://es.scribd.com/document/589967205/PDOT-QUIMIAG-2020-2021>

Pedraza, R. (2008). Compensar para conservar: Por una economía de la conservación. *CONABIO*(76), 1-6.

https://kipdf.com/compensar-para-conservar-por-una-economia-de-la-conservacion_5b1505bb7f8b9a243c8b4590.html

Pineda Pastrana, O. (2011). Análisis de cambio de uso de suelo mediante percepción remota en el municipio de valle de santiago . *CentroGeo*.

<https://chrome-extension://efahhttps://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/41/1/21-2011-Tesis-Pineda%20Pastrana%2C%20Oliva-Maestra%20en%20Geom%C3%A1tica.pdf>

Prüssmann, J., & Suárez, C. (2018). Análisis de priorización de áreas de oportunidad de conservación en el bioma amazónico. Bogotá.

https://chrome-extension://efaidhttps://redparques.com/modules/ecom/documentos/publicacion/archivo_d1fe173d08e959397adf34b1d77e88d7.pdf

Ramos Contreras, C., Ramos Contreras, I., Naranjo Jaramillo, C., & Molina Pérez, F. (2015). Validación e implementación de una metodología para la determinación de carbono orgánico total en suelos y sedimentos según ISO 14235:1998. *Politécnica*, 11(21), 9-17. [jegiraldo,+v11n21a02.pdf](#)

Rangel, O. (2015). La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 25.

<https://racefyn.co/index.php/racefyn/article/view/136/115>

Rincón Ruíz, A., Echeverry Duque, M., Piñeros, A., Tapia, C., David, A., Arias Arévalo, P., & Zuluaga, P. (2014). Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: Aspectos conceptuales y metodológicos. (148, Ed.) Bogotá, Colombia. O

https://www.iai.int/admin/site/sites/default/files/uploads/2015/08/VIBSE_2014_1.pdf

Rivera Trejo, F., Uh Us , F., Soto Cortés, G., & Díaz Flores, L. L. (2013).
Inspección de Cauces: Guía de reconocimiento en campo. Tecnología y
Ciencias del Agua, IV(2), 149-161.

<https://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v4n2/v4n2a10.pdf>

Ruiz Soto, J. (2007). Servicios ambientales, agua y economía. 1-8.

<http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n26/n26a12.pdf>

SAIPA, S. (2006). Proyecto Piloto:"Control de la contaminación de los
afluentes al lago San Jacinto". Tarija.

[http://servicios.ucbtja.edu.bo:8090/sihita/css/docs/EST-
00049/index.html#p=1](http://servicios.ucbtja.edu.bo:8090/sihita/css/docs/EST-00049/index.html#p=1)

Sanabria Sarmiento, J. J., & Zabala Vargas, S. A. (2010). Metodología para la
Determinación de Usos del Suelo mediante procesamiento de Imagenes
Satelitales. ITECKNE, 7(1), 98-107.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4991622>

Sayre, R., Comer, P., Warne, H., & Cress, J. (2009). A New Map of
Standardized Terrestrial Ecosystems of the Conterminous United States.
USGS Science for a Changing World, Professional Paper 1768, 24.

<https://pubs.usgs.gov/pp/1768/pp1768.pdf>

Schweizer Lassaga, S. (2011). Muestreo y análisis de suelos para diagnóstico
de fertilidad. (M. Mesén Villalobos, & L. Ramírez Cartín , Edits.) San
José, Costa Rica: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en
Tecnología Agropecuaria.

<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/P33-9965.pdf>

SEMARNAT. (2006). Manual del Proceso de Ordenamiento Ecológico. 360.

[https://chrome-
extensihttps://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/C
DDF7AD199B3B8D205257CEB007D013F/\\$FILE/ManualProcesoOrd
enamamientoEcol%C3%B3gico.pdf](https://chrome-
extensihttps://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/C
DDF7AD199B3B8D205257CEB007D013F/$FILE/ManualProcesoOrd
enamamientoEcol%C3%B3gico.pdf)

UNAM. (2019). Colecta, conservación y almacenamiento de muestras de agua. Tellus. Geociencias.

[https://chrome-
extension://efaidnbmnhttps://tellus.geociencias.unam.mx/wp-
content/uploads/2019/01/manual_geoq_ambiental.pdf](https://chrome-
extension://efaidnbmnhttps://tellus.geociencias.unam.mx/wp-
content/uploads/2019/01/manual_geoq_ambiental.pdf)

Vásquez Cortez, V. F., Clark Tapia, R., Manzano Méndez, F., González Adame, G., & Aguirre Hidalgo, V. (2018). Estructura, composición y diversidad arbórea y arbustiva en tres condiciones de manejo forestal de Ixtlán de Juárez, Oaxaca.

doi:10.21829/myb.2018.2431649

Vela Correa, G., López Blanco, J., & Rodríguez Gamiño, M. (2012). Niveles de carbono orgánico total en el Suelo de Conservación del Distrito Federal, centro de México. *Investigaciones Geográficas*(77), 18-30.

<https://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n77/n77a3.pdf>

Villalobos, C., Hernández, D., & Mojica, F. (1997). Determinación del uso actual y potencial del suelo en fincas de los distritos de San Juan y San Pedro de Santa Bárbara de Heredia. *UNICIENCIA*, 61-65.

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/article/view/5674/5544>

Villalta Ojeda, D. R., & Yumbay Taris, P. A. (2020). Determinación de la influencia del cambio de uso de suelo en la calidad ambiental de las zonas

alta, media y baja en las microcuencas de los ríos Guallicanga y San Antonio del cantón Cañar y El Tambo, 1990 - 2018. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca.

<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18656>

Villegas Martínez, D. (2021). Determinación del uso potencial del suelo a partir de la modelación geoespacial de variables agroecológicas y forestales de un área de protección ambiental ubicada en la Región Centro-sur de México. *Acta Universitaria*(31), 1-17.
<https://doi.org/10.15174/au.2021.3049>

Vistin , A., Muñoz, E., & Ati, G. (2021). Escenario de cambio climático del bosque siempreverde del páramo reserva de producción de fauna chimborazo Ecuador. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* (56), 13.

<https://doi:ISSN:1870-0462>.

Yucra Ccahuana, D., Iannacone, J., & Alvarino, L. (2017). Diversidad y abundancia estacional de mamíferos mayores en el proyecto de irrigación Amojao, Bagua, Amazonas, Perú. *The Biologist* (Lima), 15(2).

<https://doi:1994-9073>

Zambrano, L. (2016). Estudio multitemporal de la cobertura vegetal y uso de suelo de la reserva de producción de fauna chimborazo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5753/3/33T0160.pdf>

AUTORES

Daniel Adrian Vistin Guamantaqui

Es Ingeniero Forestal graduado de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), con una destacada trayectoria en investigación y docencia. Ha participado en cinco proyectos centrados en el manejo sostenible de los recursos naturales en ecosistemas andinos, y ha dirigido un proyecto sobre la valoración económica de los servicios ecosistémicos en el Instituto de Investigaciones de la ESPOCH. Obtuvo su doctorado en Ciencias Forestales en la Universidad Hermanos Saíz Montes de Oca en Cuba, y un posdoctorado en Ciencias Medioambientales en la Universidad Centro Panamericano de Estudios Superiores (UNICEPES) en México. Además, posee certificación internacional como profesional en medio ambiente. Ha sido expositor en congresos nacionales e internacionales y capacitador en Geomática y Teledetección. Su experiencia abarca temas como inventarios forestales, silvicultura, cambio climático e investigación científica. Desde 2021, se desempeña como docente investigador en la ESPOCH, y es autor de diversos artículos científicos indexados y obras literarias.



Eduardo Antonio Muñoz Jácome

Eduardo Antonio Muñoz Jácome es Ingeniero Agrónomo y docente-investigador de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), con una trayectoria de 39 años dedicada a la docencia y la investigación en pre y posgrado. Ha contribuido en diversas universidades del país y se ha especializado en formulación



y evaluación de proyectos forestales y ambientales, así como en diseño curricular. Posee maestrías en Dirección de Empresas y en Docencia e Investigación Educativa. Ha liderado importantes cargos en la ESPOCH, como Vicedecano y Decano de la Facultad de Recursos Naturales, y ha dirigido programas de emprendimiento y transferencia tecnológica. Ha gestionado más de 200 proyectos con apoyo nacional e internacional, supervisado más de 100 tesis, y participado en eventos académicos en más de 10 países. Es autor de 22 artículos científicos y 4 libros, y ha recibido múltiples reconocimientos por su excelencia académica e investigativa. Su compromiso ha dejado huella en la educación, investigación y desarrollo local e internacional.

Jaqueline Elizabeth Balseca Castro

Es docente e investigadora en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Ecuador, donde forma parte de la Facultad de Ciencias. Es miembro activo del grupo de investigación LEISHPAREC, centrado en el estudio de la leishmaniosis y otras parasitosis, y actualmente dirige un proyecto de investigación además de participar en proyectos de vinculación con la sociedad. Doctora en Contabilidad y Auditoría, cuenta con dos maestrías: una en PYMES con mención en Finanzas, y otra en Contabilidad y Auditoría con mención en Riesgos Operativos y Financieros. Ha publicado más de 32 artículos científicos en áreas como economía circular, finanzas y administración. Tiene experiencia tanto en el sector privado como en organizaciones sin fines de lucro, y se ha desempeñado como Formadora de Formadores. Actualmente imparte



cátedras en las carreras de Matemática, Física e Ingeniería Ambiental, dictando asignaturas como Emprendimiento e Ingeniería Financiera, donde combina teoría y experiencia práctica para inspirar a sus estudiantes.

Jhoanna Gabriela Londo León

Es Ingeniera Forestal graduada de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) y Magíster en Sostenibilidad y Planificación de la Conservación por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE). Actualmente se desempeña como Técnica de Investigación en la ESPOCH, donde aporta activamente al desarrollo de estudios científicos vinculados a la conservación de la biodiversidad y al manejo sostenible de los recursos naturales. Su trabajo combina el conocimiento técnico con un firme compromiso por la protección ambiental, lo que se refleja en sus publicaciones científicas. Ha enfocado su labor en promover prácticas responsables que garanticen el equilibrio entre el aprovechamiento de los ecosistemas y su conservación. Su perfil académico y profesional la posiciona como una investigadora comprometida con la sostenibilidad y con una visión integral de los retos ambientales que enfrenta el país y la región andina.





ISBN: 978-9942-51-553-7



9 789942 515537