



CARRERA DE ESTUDIOS AMBIENTALES

TEMA:

“Evaluación de amenazas y vulnerabilidades para el *Astroblepus* spp. en la microcuenca del río Santa Clara y sus contribuyentes principales, cantón Rumiñahui, Ecuador”

Proyecto Integrador de grado previo a la obtención del título de Tecnólogo en Estudios Ambientales

AUTOR: LUIS FERNANDO LEMA QUINGA

DIRECTOR: WILSON VEGA ORTIZ

D.M.Q., octubre 2019

1. DEDICATORIA

Quiero dedicar esto a mi madre Julia. Mami esto es tuyo y mío, más bien diría que es más tuyo; porque tú nunca te rendiste y nunca dejaste de creer en mí, aún cuando yo perdí mis esperanzas y no encontraba el camino. Te Amo Madre.

2. AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mi familia, pilar fundamental para esto y a todos quienes contribuyeron con este trabajo de titulación; en especial a mis Padres: Luis y Julia, a mi hermano Freddy. Además del tutor de Tesis, Ing. Wilson Vega.

Quiero agradecer al Sr. César Vilatuña por permitirme ingresar por su predio hacia uno de los lugares de muestreo. También agradecer a la Dirección de Protección Ambiental del GADMUR, que fue un lugar de mucho aprendizaje durante mis pasantías y en el desarrollo de este proyecto de titulación. Gracias a esta institución que patrocinó con los equipos para el monitoreo in situ de los parámetros físico – químicos. En especial al Biólogo Cristian Paul Aguilar por sus consejos y recomendaciones que fueron un gran soporte para el éxito de este proyecto de grado.

Agradecer a Jonathan Valdiviezo, ictiólogo del INABIO. Al Dr. Ramiro Barriga Salazar, ictiólogo del Museo de ciencias naturales de la EPN, por el aporte en sus conocimientos acerca del *Astroblepus* spp. También a Juan Francisco Rivadeneira, Director de la carrera de Ciencias Biológicas de la Universidad Central del Ecuador, quien aportó en la metodología y sobre todo con sus conocimientos del *Astroblepus* spp.

Finalmente quiero agradecer a quienes han hecho la función de asistentes de campo de mi familia: Erika, Lesly, Verónica, Edison, Luis y Julia. A mis compañeros y colegas, Oliver y Freddy que colaboraron en el muestreo.

3. AUTORIA

Yo, Luis Fernando Lema Quinga, autor del presente informe, me responsabilizo por los conceptos, opiniones y propuestas contenidos en el mismo.

Atentamente

LUIS FERNANDO LEMA QUINGA

Quito, octubre del 2019

ING. WILSON VEGA ORTIZ

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

4. CERTIFICA

Haber revisado el presente informe de investigación, que se ajusta a las normas institucionales y académicas establecidas por el Instituto Tecnológico Superior Internacional ITI, de Quito, por tanto se autoriza su presentación final para los fines legales pertinentes.

Ing. Wilson Vega Ortiz

Quito, octubre del 2019

5. ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TRABAJO FIN DE CARRERA

Conste por el presente documento la cesión de los derechos en trabajo fin de carrera, de conformidad con las siguientes cláusulas:

PRIMERA: El Ing. Wilson Vega Ortiz y por sus propios derechos en calidad de Director del trabajo fin de carrera; y el Sr. Luis Fernando Lema Quinga por sus propios derechos, en calidad de autor del trabajo fin de carrera.

SEGUNDA:

UNO.- El Sr. Luis Fernando Lema Quinga realizó el trabajo fin de carrera titulado: **Evaluación de amenazas y vulnerabilidades para el *Astroblepus spp.* en la microcuenca del río Santa Clara y sus contribuyentes principales, cantón Rumiñahui, Ecuador** para optar por el título de, Tecnólogo en Estudios Ambientales en el Instituto Tecnológico Superior Internacional ITI, bajo la dirección de Ing. Wilson Vega Ortiz

DOS.- Es política del Instituto Tecnológico Superior Internacional ITI, que los trabajos fin de carrera se aplique, se materialicen y difundan en beneficio de la comunidad.

TERCERA: Los comparecientes, Ing. Wilson Vega Ortiz, en calidad de director del trabajo fin de carrera y el Sr. Luis Fernando Lema Quinga, como autor del mismo, por medio del presente instrumento, tienen a bien ceder en forma gratuita sus derechos en el trabajo fin de Carrera titulado: **Evaluación de amenazas y vulnerabilidades para el *Astroblepus spp.* en la microcuenca del río Santa Clara y sus contribuyentes principales, cantón Rumiñahui, Ecuador,** y

conceden autorización para que el ITI pueda utilizar este trabajo en su beneficio y/o de la comunidad, sin reserva alguna.

CUARTA: aceptación: las partes declaradas que aceptan expresamente todo lo estipulado en la presente cesión de derecho.

(Ing. Wilson Vega Ortiz)

(Sr. Luis Fernando Lema Quinga)

Quito, octubre del 2019

Tabla de Contenido

1.	DEDICATORIA	ii
2.	AGRADECIMIENTO	iii
3.	AUTORIA	iv
4.	CERTIFICA	v
5.	ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TRABAJO FIN DE CARRERA	vi
6.	RESUMEN	1
7.	INTRODUCCIÓN	2
8.	NOMBRE DEL PROYECTO	4
9.	MARCO CONTEXTUAL – ANTECEDENTES	4
10.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	9
11.	IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES	12
12.	CAMPO DE ACCIÓN	13
13.	JUSTIFICACIÓN	13
14.	OBJETIVOS	15
14.1.	Objetivo general	15
14.2.	Objetivos Específicos	15
1.	CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES	16
1.1.	El cantón Rumiñahui	16
1.1.1.	Bosque de Panzaleo.	16
1.1.2.	Ambiente - Geografía.	17
1.1.3.	Ecosistemas identificados para el cantón Rumiñahui.	18
1.1.4.	Información Económica y Social.	21
1.2.	Características de la microcuenca del río Santa Clara	27
1.2.1.	Aspectos físicos - químicos.	27
1.2.2.	Propiedades biológicas.	29
1.2.3.	Carga contaminante.	30
1.3.	Ecología del paisaje	31
1.3.1.	Ecología Acuática.	32
1.4.	Ictiofauna - <i>Astroblepus</i> spp.	33
1.4.1.	Familia Astroblepidae del noroccidente del Ecuador.	33
1.4.2.	<i>Astroblepus ubidiai</i> .	36
1.5.	Amenazas y vulnerabilidades	36
1.5.1.	Amenazas.	38
1.5.2.	Amenazas antrópicas.	39
1.5.3.	Amenazas naturales.	41
1.5.4.	Vulnerabilidad.	43

1.6. Marco legal	46
1.6.1. Constitución de la República del Ecuador.	46
1.6.2. Convenio sobre la Diversidad Biológica.	47
1.6.3. Código Orgánico Ambiental.	48
1.6.4. Código Orgánico General de Procesos.	49
1.6.5. Código Orgánico Integral Penal.	49
1.6.6. Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización.	50
1.6.7. Ley Orgánica de la Salud.	50
1.6.8. TULSMA: Título II De la Investigación, Colección y Exportación de Flora y Fauna Silvestre.	50
2. CAPÍTULO II: DIAGNÓSTICO - METODOLOGÍA	51
2.1. Técnicas de investigación	51
2.1.1. Tipo de investigación.	51
2.1.2. Delimitación del área y de microcuenca.	51
2.1.3. Alcance del proyecto.	51
2.1.4. Etapas de la investigación.	52
2.2. Metodología para la identificación de zonas y trabajo en campo	52
2.2.1. Zonas de la MRSC.	53
2.2.2. Técnica de muestreo ictiológico.	53
2.2.3. Parámetros del agua medidos en campo.	54
2.2.4. Cálculo del caudal .	54
2.3. Materiales e instrumentos de campo	55
2.3.1. Redes de mano y cuadrada.	55
2.3.2. Hoja de campo.	55
2.4. Metodología de evaluación de impactos	56
2.4.1. Evaluación de aspectos cualitativos.	56
2.4.2. Información geográfica - SIG.	60
2.5. Calidad de río Santa Clara	61
2.5.1. Monitoreos	62
2.6. Cantidad de residuos sólidos en la MCRSC	64
2.6.1. Zona urbana.	64
2.6.2. Zona rural.	67
2.7. Historial de amenazas del cantón Rumiñahui	67
2.7.1. Contaminación.	68
2.7.2. Inundaciones.	68
2.7.3. Incendios forestales.	68
2.7.4. Deslizamientos.	68
2.7.5. Actividad volcánica.	69
2.7.6. Vendaval y tempestad.	69
3. CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	70
3.1. Análisis multitemporal del 2007 al 2014	71
3.1.1. Cambio de cobertura vegetal del 2007 al 2014	72
3.1.2. Cambio de área erosionada a zona poblada e infraestructura	74

3.1.3.	Cambio de cultivos forestales a cultivos de pastos.	75
3.1.4.	Recuperación de vegetación arbustiva y arbórea	78
3.2.	Delimitación de la MCRS	80
3.3.	Discusión de los resultados	82
3.3.1.	Punto de menor intervención, “punto blanco”.	82
3.3.2.	Puntos muestreados	83
3.3.3.	Análisis parámetros fisicoquímicos.	84
3.3.4.	Resultados por zonas.	86
3.3.5.	Evaluación de vulnerabilidades.	88
3.3.6.	Estabilidad del paisaje - evaluación de amenazas.	90
3.3.7.	Incumplimientos	93
3.4.	Muestreo	93
3.4.1.	Entrevistas	94
3.4.2.	Impacto de la ganadería al <i>Astroblepus</i> spp.	94
3.4.3.	Contaminación por residuos sólidos.	97
3.4.4.	<i>Astroblepus</i> spp.	99
4.	CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN DEL <i>Astroblepus</i> spp.	101
4.1.	Áreas especiales de conservación	102
4.1.1.	Servidumbres ecológicas.	103
4.1.2.	Corredores de conectividad.	104
4.2.	Reducción de la vulnerabilidad	105
4.2.1.	Trabajos del Fonag en el Cantón Rumiñahui	106
5.	CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	107
5.1.	Conclusiones	107
5.2.	Recomendaciones	108
6.	ANEXOS	121
6.1.	Anexo 1: Análisis de parámetros físico - químicos río Santa Clara 2014 - 2018.	121
6.1.	Anexo: Cronograma de actividades	126
6.2.	Anexo 2: Entrevistas a especialistas	127
6.2.1.	Dr. Ramiro Barriga Salazar - Museo de ciencias naturales de la EPN	127
6.2.2.	Juan Francisco Rivadeneira - Director de la carrera de ciencias biológicas de la Universidad Central del Ecuador.	127
6.2.3.	Jonathan Valdiviezo - Ictiólogo del INABIO	127
6.3.	Anexo 3: Zonas de la MRSC	128
6.4.	Anexo 4: Ganadería	130
6.5.	Anexo 5: Muestreo y trabajo de campo	131
6.6.	Anexo 6: Figura interperptativa de <i>Astroblepus</i> spp.	133

6.7. Anexo 7: Hoja de campo	134
6.8. Anexos 8: Mapas	137
6.9. Anexo 8: Resultados del laboratorio encargado de realizar DBO y DQO	146

Tabla de figuras

<i>Figura 1: Descargas domiciliarias ala MRSC</i>	10
<i>Figura 2: Categoría del Astroblepus spp. según la IUCN</i>	14
<i>Figura 3. Red de cuadrada y red de mano</i>	55
<i>Figura 4. Representación cualitativa</i>	57
<i>Figura 5. RS pesados en Kg, en los años 2016, 2017 y 2018; en una distancia total de 12,5km.</i>	64
<i>Figura 6. RS recogidos en el año 2016, en una distancia de 6 km entre Boulevard Santa Clara y el hospital de Sangolquí.</i>	65
<i>Figura 7. RS recogidos en el año 2017, en 3,4 km; entre el Boulevard Santa Clara y el hospital de Sangolquí.</i>	66
<i>Figura 8. RS recogidos en el año 2018, en 5 km; entre el Boulevard Santa Clara y el hospital de Sangolquí.</i>	67
<i>Figura 9. Crecimiento poblacional del cantón Rumiñahui desde 1950 hasta 2020</i>	73
<i>Figura 10. Número de bovinos vacunados contra la aftosa en la parroquia de Rumipamaba</i>	95
<i>Figura 11. Ojos de agua hasta donde ingresan los bovinos en búsqueda de agua</i>	96
<i>Figura 12. Ojos de agua hasta donde ingresan los bovinos en búsqueda de agua</i>	96
<i>Figura 13. Inicio de la Quebrada La Sirena</i>	97
<i>Figura 14. Residuos sólidos arrojados a la quebrada La Sirena</i>	98
<i>Figura 15. Larva de macro invertebrado de orden Odonata</i>	98
<i>Figura 16. Estanques donde habita el Astroblepus spp. en la Q. La Sirena</i>	99
<i>Figura 17. Individuo del Astroblepus spp. Boca abajo</i>	100
<i>Figura 18. Individuo del Astroblepus spp. Boca arriba</i>	100
<i>Figura 19. Medición de la talla del individuo del Astroblepus spp.</i>	101

Índice de tablas

<i>Tabla 1: Identifica variables y fuentes de verificación de la información a utilizar</i>	12
<i>Tabla 2: Familia Astroblepidae de noroccidente del Ecuador.</i>	34
<i>Tabla 3. Matriz de amenazas y vulnerabilidades</i>	38
<i>Tabla 4. Fuentes de contaminación puntual y no puntual</i>	45
<i>Tabla 5. Muestra las secciones de la hoja de campo.</i>	55
<i>Tabla 6. Matriz para la evaluación de vulnerabilidades en la MRSC</i>	57
<i>Tabla 7. Ponderaciones para la cuantificación de las evaluaciones de vulnerabilidades en la MRSC.</i>	58
<i>Tabla 8. Forma de evaluación para las amenazas y vulnerabilidades de la MRSC.</i>	59

<i>Tabla 9. Áreas de las coberturas vegetales del cantón Rumiñahui del 2007 al 2014</i>	71
<i>Tabla 10. Parámetros del punto con menor alteración en la MRSC.</i>	82
<i>Tabla 11. Datos generales de los puntos muestreados</i>	83
<i>Tabla 12. Valores de los parámetros fisicoquímicos del trabajo de campo</i>	84
<i>Tabla 13. Comparación de medias de parámetros físico químicos</i>	86
<i>Tabla 14. Se muestra las condiciones de apariencia superficial del río, fondo y lecho.</i>	87
<i>Tabla 15. La tabla muestra las condiciones de la vegetación de rivera</i>	88
<i>Tabla 16. Evalúa vulnerabilidades mediante ponderaciones factores que afecta a la MRSC</i>	89
<i>Tabla 17. Ponderaciones para la evaluación de la estabilidad del paisaje.</i>	90
<i>Tabla 18. Muestra los parámetros analizados en el río Santa Clara en el 2014 al 2018.</i>	121
<i>Tabla 19. Muestra el cronograma de actividades dividido en tres etapas</i>	126

Índice de mapas

<i>Mapa 1. Ubicación geográfica del cantón Rumiñahui y rangos altitudinales del área de estudio.</i>	70
<i>Mapa 2. Cobertura vegetal del año 2014</i>	72
<i>Mapa 3. Comparación multitemporal de la expansión poblacional reflexionando acerca de las áreas de intervención en el cantón Rumiñahui de los 2007 y 2014.</i>	74
<i>Mapa 4. Área degradada, cambio de zona erosionada a zona poblada del 2007 al 2014.</i>	75
<i>Mapa 5. El aumento de pastos y disminución de cultivos en el cantón Rumiñahui de los años 2007 al 2014.</i>	76
<i>Mapa 6. Degradación de cultivos a pastos cultivados del año 2007 al 2014.</i>	77
<i>Mapa 7. Muestra la disminución de bosques y vegetación nativa en el cantón Rumiñahui de los 2007 y 2014.</i>	78
<i>Mapa 8. Recuperación de la vegetación arbustiva y boscosa del 2007 al 2014.</i>	79
<i>Mapa 9. La microcuenca del río Santa Clara usando un base map del ArcMap.</i>	80
<i>Mapa 10. Delimitación de la microcuenca del río Santa Clara, con escurrimientos.</i>	81
<i>Mapa 11. Se muestran los puntos elegidos para las entrevistas y trabajo en campo.</i>	84
<i>Mapa 12. Representación en tercera dimensión del lugar donde se encontró la población de <i>Astroblepus spp.</i> se lo ubica en el modelo TIN con el punto rojo.</i>	89
<i>Mapa 13. Estabilidad del paisaje para el <i>Astroblepus spp.</i></i>	92

6. RESUMEN

El *Astroblepus* spp. es un grupo de peces legendarios, los que han ido perdiendo importancia económica y alimenticia. Hoy en día existe poca información acerca de su estado de conservación. La **metodología** aplicada fue la bola de nieve para la identificación de puntos claves de muestreo y redes de mano para el campo, igualmente se utilizó una matriz de verificación. Se utilizó el ArcMap de ArcGis para la georeferenciación de los puntos y la creación de un mapa de estabilidad de paisaje. En el análisis de los **resultados** de las condiciones físico químicas de la Microcuenca del Río Santa Clara (MRSC) fueron relativamente buenas; de un total de 19 puntos de muestreo. Presentan incumplimientos en pH, ligeramente alcalino. En la evaluación de estabilidad del paisaje (amenaza) la determinación ha sido "POCA"; en la valoración de vulnerabilidades el estimado fue de "MUY POCA". La fase de campo se logró ubicar geográficamente una población del *Astroblepus* spp. en la Quebrada La Sirena del Barrio La Moca, de la Parroquia de Sangolquí; individuo de boca ancha en forma de bentosa, color gris con manchas negras, sexualidad: hembra, talla: 80 mm. La **propuesta** de conservación consistió en el planteamiento de la creación de corredores de conectividad por medio de servidumbre ecológica.

7. INTRODUCCIÓN

El *Astroblepus* spp. al ser considerado como un pez legendario, nativo de Los Andes y debido a sus características en hábitat y ecología, se caracteriza como un bioindicador de calidad de ambiente lo que lo hace susceptible ante los cambios e intervención antrópica (Maldonado-Ocampo et al., 2005). Este proyecto de investigación se propuso: la evaluación de amenazas y vulnerabilidades para el *Astroblepus* spp. que ha sido solventada mediante trabajo en campo, revisión bibliográfica y con la creación de un mapa de estabilidad del paisaje. Con una matriz de identificación de factores perjudiciales, se evaluó las amenazas y vulnerabilidades. En la delimitación geográfica del *Astroblepus* spp. en la Microcuenca del Río Santa Clara (MRSC) determinó tres zonas de probabilidad de presencia, sólo en una de ellas la metodología aplicada ha sido exitosa, siendo esta La Moca en la Quebrada La Sirena ubicado en la periferia de la parroquia urbana de Sangolquí.

Las características principales a analizar en tanto a impactos son: la ganadería, residuos sólidos, crecimiento poblacional y las descargas domiciliarias. Además se estudió aspectos generales del cantón, ecología, hidrografía y formas de conservación. Agrupando a la microcuenca en tres zonas: baja, media y alta. La metodología ejecutada ha sido método descriptivo de campo y de observación aplicando “bola de nieve” para identificar lugares y personas claves. Se verificó parámetros: físico, químicos, ecológicos in situ; igualmente las evaluaciones fueron apoyadas con el llenado de una matriz de vulnerabilidades. En la búsqueda del *Astroblepus* spp. se utilizó una red cuadrada y una red de mano.

La importancia radica en la conservación del medio ambiente enfocado en el *Astroblepus* spp., el que se ve limitado su hábitat por acciones antrópicas para esto es necesario conocer el porcentaje de afectación y es preciso proponer alternativas de conservación.

8. NOMBRE DEL PROYECTO

Evaluación de amenazas y vulnerabilidades para el *Astroblepus* spp. en la microcuenca del río Santa Clara y sus contribuyentes principales, cantón Rumiñahui, Ecuador.

9. MARCO CONTEXTUAL – ANTECEDENTES

Existen pocas especies de ictiofauna en la zona alta de Los Andes sobre los 2200 msnm, en Ecuador se han registrado 92 especies de estas; solo una familia supera su distribución geográfica a los 3 300 msnm, se trata de la Characidae (Maldonado et al., 2011), esto se puede deber a que las nieves perpetuas estaban a 3200 msnm, en la última glaciación que terminó hace 10 mil años (Maldonado-Ocampo et al., 2005)

En la iconografía de la cultura incaica donde Gutiérrez Usillos (1998) relata la interrelación entre el hombre y fauna del Ecuador prehispánico, la ictiofauna es la que menos datos aporta en la región Sierra. Se conoce de la cultura Inca que una de las especies más representadas eran los bagres, aparte que en Quitoloma se encontró una flauta en forma de pez. No se habla específicamente de un *Astroblepus* spp. (preñadilla) como tal; pero se puede tratar de la especie en mención, puesto que guardan relación en sus características morfológicas y de distribución geográfica. En la región Costa se habla históricamente del pez vieja chorrera (*Bodianus eclancheri*) como fuente de alimentación.

Los primeros en describir el *Astroblepus* spp. fueron Humboldt y Bompland en 1805, quienes mencionan que son peces de tipo troglófico ‘cavernícolas’; es decir sus refugios son subterráneos (dentro de rocas) (Vélez-Espino, 2004).

A todo esto, acotar que una de las primeras investigaciones que incluye acerca la distribución de “peces en el Ecuador” es la realizada por Teodoro Wolf en su texto “Geografía y Geología del Ecuador” en 1892, señala que la única especie que habita sobre los 3000 msnm, en la región de Los Andes (serranía) es el *Astroblepus* spp. (preñadilla). Aclara que en los “valles subandinos” por debajo de los 2000 msnm existen varias especies que el autor no logra precisar; así mismo deja la duda acerca de si existen más especies sobre los 2000 msnm (Wolf, 1892).

El *Astroblepus* spp. es la especie más representativa de la provincia de Imbabura, del lago Imbakucha hoy conocido como San Pablo. Es así, que el origen de su nombre proviene del quichua *imba*, preñadilla y *bura* cuyo significado es criadero, es decir criadero de preñadillas. Justamente Velasco (1946) relata que el lago en mención estaba lleno de este legendario pez. Las mujeres indígenas de esta provincia consumían este pez para aumentar la fertilidad y la cantidad de leche materna en la lactancia. Décadas atrás en la ciudad de Cuenca se realizaban pescas masivas en el río Tomebamba. En la colonización española se pescaban en la época de cuaresma como ofrenda a la iglesia católica (Moreano, Reascos, & Del Pino, 2005; Nugra, 2014).

Otras fuentes como la Universidad San Francisco de Quito (USFQ) en “La biodiversidad del Distrito Metropolitano de Quito, un tesoro por explorar” señala que la preñadilla lleva este nombre pues mantienen los huevos en su vientre, lo que la hace ver “preñada” para depositarlos cuando los individuos están ya formados. Otra acepción de la palabra *Astroblepus* spp. viene del griego “astro” estrella y “blepus” observador; el observador de estrellas. En las culturas

precolombinas se le atribuía poderes mágicos y aparte de que servía como “moneda de intercambio” (USFQ, 2012).

En 1992 los esfuerzos del Departamento de Ciencias Biológicas de la Escuela Politécnica Nacional comenzaban a dar sus frutos en cuantificación a la diversidad íctica en el noroccidente del Ecuador. En este año se registraron 15 especies de la familia Astroblepidae en total. Ya para 1994, en Ecuador se identificaron en 4 cuencas del noroccidente: Esmeraldas, Mataje, Mira y Santiago; un total de 34 familias y 82 especies (Barriga, 1994).

Gran parte de las especies del *Astroblepus* spp. se encuentra distribuida a lo largo de la cuenca del río Esmeraldas, siendo una amplia red fluvial exorreica, que recibe aguas de ojos de agua, riachuelos, quebradas y diferentes tipos de escorrentías, microcuencas y subcuencas (Barriga, 2012). Una de ellas el río Santa Clara, que nace de la unión de tres quebradas principales originarias de los deshielos de la cordillera real.

Los monitoreos de calidad en las principales microcuencas hidrográficas (ríos Pita, San Pedro, Santa Clara, entre otros) se los realiza desde el 2014 parte del Dirección de Protección Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Rumiñahui (DPA-GADMUR), analizando parámetros: físicos, químicos y microbiológicos. Se revisan que se cumplan con los límites máximos permisibles del TULSMA (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente), Libro IV, Anexo I, Tablas: 3, 6, 9, 11 y 12.

La hidrografía del cantón Rumiñahui presenta 7 microcuencas de importancia para el monitoreo (Tinajillas, Pita, Capelo, Santa Clara, San Nicolás, Cachaco, Quebrada Las Lanzas), 5 presentan similitud en su ecosistema.

En la línea base de microcuencas levantada para el proyecto “PLAN DE MANEJO INTEGRAL, RECUPERACIÓN Y MONITOREO DE LAS MICROCUENCAS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI” realizado por el Vivero Polylepsis, para el Dirección de Protección Ambiental - Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Rumiñahui (DPA-GADMUR), se determinó que los ríos Santa Clara y Pita, son muy similares en sus condiciones ambientales, ambas microcuencas son de poca relevancia ecológica (GADMUR, 2016).

El mismo estudio reveló que la cantidad de especies que habitan el área de influencia de las microcuencas está supeditada por la presencia agentes antropogénicos. Tal es así que, en el plan de manejo antes mencionado, se han registrado solo avistamientos de 63 especies de aves, no se registran datos de ictiofauna, herpetofauna ni mastofauna. Para la identificación de fauna se utilizó un transecto de 50 x 2 m, realizando técnicas de observación con binoculares y cámaras fotográficas. Para obtener mayor información acerca de especies de fauna, los encargados de este plan de manejo entrevistaron al Sr Molina quien manifestó que hace unos 20 años atrás era frecuente observar preñadillas en los ríos ya que los pobladores utilizaban las estas aguas para lavar la ropa (GADMUR, 2016).

En el componente florístico, se han registrado 51 familias, 100 especies. La especie dominante a lo largo del área de estudio es el *Eucalyptus globulus* Labill., 1800 (especie introducida) asimismo en algunos espacios se observó *Pinus radiata* D.Don., 1836 y *Cupressus macrocarpa* Hartw. ex Gordon., 1849.

Según datos del PDOT del cantón Rumiñahui tiene un área de 136 km². Limita al norte con el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ); al sur con el

cantón Mejía y cerro Pasochoa; al este con DMQ (parroquia de Píntag), el límite natural es el río Pita; al oeste DMQ parroquias de Conocoto y Amaguaña divididos por el río San Pedro (GADMUR, 2016).

Este cantón por sus características de geología, precipitación, temperatura, tipo de suelo, humedad relativa, velocidad y dirección de viento, se ha convertido en un sitio muy agradable para habitar y sobre todo para que se desarrollen las actividades agrícolas y ganaderas.

Su topografía variada, conjuntamente con las erupciones volcánicas del Cotopaxi, Sincholagua y Rumiñahui ha permitido que se constituyan varias taxas de suelos, conformando una litosfera y condiciones edáficas muy favorables para la agricultura. Su geomorfología es rica en relieves, colinas y valles laháricos (Aguirre & Lima, 2012).

El uso de suelo está caracterizado por la zona urbanizada que es la cabecera cantonal Sangolquí. Zonas en procesos de urbanización, parroquias como Cotogchoa y en las zonas de transición ciudad - campo, se pueden encontrar con bosques naturales y reforestados, cultivos, pastos, vegetación de páramo (arbustivo y pajonal) y combinaciones de todas las anteriores. Esto es característico en la parroquia de Rumipamba, (Aguirre & Lima, 2012).

Las erupciones volcánicas y lahares, heladas, inundaciones, deslizamientos de tierra y sismos; son susceptibilidades comunes en el Ecuador. Los agentes antes mencionados son todas las amenazas naturales. Los antropogénicos son las descargas de aguas residuales, incendios, colapsos de estructura, entre otros, que son interpretadas como causas de las fragilidades de las comunidades que ven

afectados su biotopo. La debilidad en los servicios públicos también es una amenaza, ejemplo tratamiento de aguas residuales.

El GADMUR presta el servicio de la recolección residuos sólidos tanto en las parroquias rurales como en las urbanas con Rumiñahui Aseo - EPM y desde 2008 cuenta con un sistema de recolección por contenerización con los “eco-tachos” (Municipio de Rumiñahui, 2016). A través de la Dirección de Agua Potable Alcantarillado y Comercialización (DAPAC) brinda el servicio a gran parte de los pobladores de este cantón. La energía eléctrica es suministrada por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ).

10. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los problemas ambientales más comunes para que una familia faunística, ingrese a la lista roja de la IUCN serían las actividades humanas en expansión territorial de: vivienda, agricultura, ganadería, descargas de aguas grises y negras al río más cercano, la escorrentía y el lavado de suelos contaminados con el uso de productos agrícolas y excretas del ganado bovino; grasas y aceites (lubricadoras) de las actividades comerciales que trabajan artesanalmente. Estos factores antes mencionados fungirán como parámetros para el alcance del proyecto.

Una especie puede pasar a ser catalogada en riesgo debido a sus incapacidades de adaptación identificadas con la reducción de los individuos al pasar de un periodo de tiempo. Esto ocurre por varios factores entre ellos la merma en su hábitat, impactos negativos ocasionados por la industria y la comunidad humana, modificando las propiedades físicas, químicas, ecológicas y biológicas del entorno. Los factores económicos, sociales y culturales transforman los

ecosistemas con la construcción de obras grises que ayudan al confort humano pero descuidan los efectos colaterales que ocasionan desplazamiento de la flora y fauna silvestre.

Por lo mencionado en el párrafo anterior se producirían afectaciones a la cadena trófica, incidiendo en el sustrato de vida como suelo y agua ya que estos albergan gran cantidad de formas de existencia de micro y macro invertebrados. Estos últimos son los principales alimentos de algunas especies del *Astroblepus* spp. que son catalogadas como insectívoras (P. Jiménez Prado et al., 2015).

Rumiñahui es el cantón más densamente poblado de la provincia de Pichincha, 632 hab/km² (GADPP, 2015). Al concentrarse esta población en su mayoría en la cabecera cantonal hace que las descargas domiciliarias y de las industrias sean desfogadas al sistema de alcantarillado ó al río más próximo disminuyendo notablemente la calidad ecológica de sus ríos.



Figura 1: Descargas domiciliarias ala MRSC

Fuente: Autor

La gran amenaza del cantón Rumiñahui es el volcán Cotopaxi, debido a los lahares que produciría una erupción. Lo que pone en peligro a las poblaciones más

cercanas, alrededor de 300 000 personas, que viven en zonas de amenazas por lahares. En los siglos XVII y XIX provocaron grandes afectaciones al componente socio-económico. Hay dos microcuencas (Pita y Santa Clara) que sirven para trasladar este flujo de lodos y escombros. Este estudio procurará explicar las afectaciones que este fenómeno natural produciría. La última erupción importante del Cotopaxi data del 26 de junio de 1877. La frecuencia promedio es de un evento por siglo y catastrófico en cada milenio, cabe recalcar que la energía destructiva del lahar sería mayor en las zonas cercanas a los ríos (IG-EPN, 2018). Si el río Santa Clara es el conductor principal de enormes cantidades de energía y masa. Es obvio suponer que gran parte de la flora y fauna sería eliminada; es decir, que figuraría un “apocalipsis” para el *Astroblepus* spp. en esa zona.

Aparte de los daños ya explicados, la afectación al suelo sería trascendente, porque sirve como sustrato para cumplir funciones ecosistémicas que se pueden categorizar en 4 grupos: hábitat, información, regulación y producción (López-Ulloa, 2016). El hábitat e información, son de primordial interés en este caso; pues prestan servicios ambientales importantes como: el paisajismo y los ecosistemas. En ambos radica fundamentalmente la biodiversidad que sirven de objeto para investigaciones científicas.

Con la devastación forestal y cambio de cobertura vegetal, la flora se genera en pequeños parches de hábitats nativos constituyéndose bosques secundarios. Los que aportan en la captura de dióxido de carbono, purificando el aire. Pero no son efectivos en la conservación hídrica. Sobre todo cuando la principal fuente de ingreso de la población rural es la ganadería lechera, ya que para satisfacer los

requerimientos hídricos de esta los campos han sido convertidos en potreros alimentados por canales de riego para el pastoreo vacuno.

El suelo y la composición florística ayudan a la conservación del Carbono Orgánico (CO). Esencial en la producción agrícola y pecuaria; igualmente depende de esta la biodiversidad del lugar y por ende su paisaje. Estudios de Erlangung, Fachbereichs en el 2006 y Toumisto en el 2003 mencionan que hay resultados contradictorios acerca de la influencia de estos factores (uso de suelo - biodiversidad- ser humano) sobre todo en zonas intervenidas por la humanidad (López-Ulloa, 2016). Es decir, que no necesariamente la pérdida del carbono orgánico está relacionada por presencia humana que estaría degradando el ambiente. La relación de la riqueza del suelo con el *Astroblepus* spp. se da primordialmente porque los suelos poco alterados son más propensos a ser poblados mediante dispersión de plantas nativas. Creando hábitats favorables para varias especies entre ellas el *Astroblepus* spp.

11. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 1: Identifica variables y fuentes de verificación de la información a utilizar

Variables	Fuente de información y acción de verificación
Parámetros ecológicos en la hidrografía y cuerpos de agua.	Informes de análisis físico - químico y de macro invertebrados realizados por DPA del GAD de Rumiñahui (GADMUR); a más de las pruebas realizadas en la fase de campo.
Medidas de conservación.	Trabajo en campo y bibliografía.
Manejo de residuos sólidos.	Datos de campañas de limpieza de ríos realizados en el cantón por parte del MAE y bibliografía.
Identificación de descargas domésticas e industriales.	Trabajo en campo y bibliografía.
Alteración del medio biótico y abiótico por factores antrópicos y ambientales.	Datos de proyecciones de crecimiento poblacional obtenidos de la página web del INEC, PDOT de Rumiñahui y bibliografía.
Pérdida de especies nativas.	Bibliografía.

Variables	Fuente de información y acción de verificación
Presencia de la especie en el área de estudio.	Trabajo en campo y bibliografía.

Elaboración: Luis Fernando Lema

12. CAMPO DE ACCIÓN

El estudio se llevará a cabo en la MRSC de las parroquias de Sangolquí y Rumipamba (parroquia rural) perteneciente al cantón Rumiñahui, Pichincha, Ecuador. La microcuenca en mención se forma al recibir las aguas de las quebradas El Cabre, Pulunteo, Pinlocoto, además de otros riachuelos, canales de riego y descargas domiciliarias e industriales. El inicio del Santa Clara es cercano al campus Hacienda El Prado perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE (UFA), sector barrio San Fernando. La microcuenca pasa por el sector de Selva Alegre y atraviesa gran parte de la ciudad de Sangolquí, incluso a sus riveras existen parques que sirven de recreación de alta concurrencia por parte de los sangolquileños (ver fotos en Anexos). Finalmente en la parte baja se unen sus aguas en el sector de San Rafael con las de la microcuenca del San Pedro que a su vez se une el río Guayllabamba. Este último es afluente de la cuenca del Esmeraldas.

13. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación pretendió conocer si la familia Astroblepidae se encuentra presente en la MRSC y/o en sus contribuyentes. Así como identificar las presiones antrópicas, como la ganadería y otras, a las que estaría sometido este ecosistema. Se buscó indagar formas de adaptación como la restricción de agua limitada por barreras naturales o de origen antrópico (adaptación para canales de

riego). En Ecuador habitan 24 especies descritas para el género de *Astroblepus* (Barriga, 2012). La presencia de especies de ictiofauna en aguas continentales funciona como indicadores de calidad biológica.

La relevancia del presente trabajo se fundamenta por la reducida información acerca de las especies de la familia Astroblepidae con el 51,1% data deficient (pocos datos), 8,5% de especies vulnerables según la (Romero Zarco et al., 2018). Cifras que se encuentra publicados por la IUCN (ver Figura 02). La importancia es aportar con información acerca de hábitat, ecología, segmento fluvial, vulnerabilidades y amenazas. Y sobre esa base contribuir con información para la preservación del material genético del cantón Rumiñahui y Ecuador.

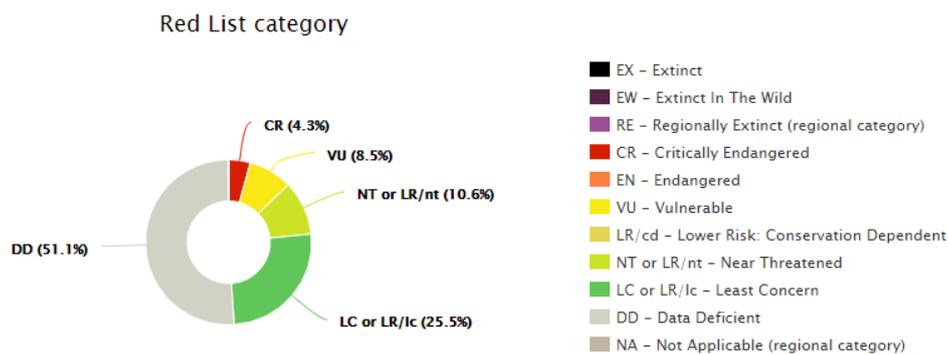


Figura 2: Categoría del *Astroblepus* spp. según la IUCN

Fuente: (Romero Zarco et al., 2018)

El objetivo de la lista roja de la IUCN (Union International Conservation Nature) es dividir las especies en ocho categorías: No evaluada, datos deficientes, menor preocupación, casi amenazado, vulnerable en peligro de extinción, en peligro crítico de extinción, extinto en la naturaleza y extinto (IUCN, 2000).

Sin embargo este proyecto de investigación será “solo un pequeño aporte” para la conservación de microcuencas hidrográficas evaluando las amenazas y vulnerabilidades a las que está expuesto el *Astroblepus* spp.

14. OBJETIVOS

14.1. Objetivo general

Evaluar amenazas y vulnerabilidades del *Astroblepus* spp. en la microcuenca del río Santa Clara y sus contribuyentes principales del cantón Rumiñahui cualificando y cuantificando los fenómenos naturales y antrópicos que existan en el área de influencia de la microcuenca.

14.2. Objetivos Específicos

- Determinar presencia y la distribución geográfica del *Astroblepus* spp. en la microcuenca del río Santa Clara y/o sus contribuyentes principales recopilando la memoria histórica de las comunidades asentadas en la microcuenca del río Santa Clara y correspondiente muestreo en campo.
- Identificar las afectaciones naturales y principalmente antrópicas en el hábitat del *Astroblepus* spp. en el río Santa Clara.
- Proponer recomendaciones para la conservación de la microcuenca del río Santa Clara con la identificación de las zonas más vulnerables.

1. CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. El cantón Rumiñahui

Este cantón históricamente ha sido tierra de haciendas dedicadas a la siembra de maíz y a la ganadería. La ciudad fue acomodada en forma de un cuadrado entre los ríos Santa Clara y Cachaco. No se explica la razón de este asentamiento, pues la mayoría de ciudades crecen a lo largo de las riberas de los ríos (Carrión et al., 2012).

1.1.1. Bosque de Panzaleo.

Según el historiador Fernando Hidalgo entre los siglos XVI al XIX indica que la cobertura vegetal de este cantón era de lo que dominaron “Bosque selva” que fue nombrado como Bosque de Panzaleo. Éste abarcaba toda la hoya de Guayllabamba cuyas especies forestales habrían sido: Guabo (*Inga* spp.), Nogal (*Junglans nigra*), Cedro (*Cedrales montana*), Aliso (*Alnus jorullensis*), Pumamaqui (*Oreopanax* spp.), Arrayan (*Eugenia* spp.), Algarrobo (*Mimosa quitensis*), entre otras. Gran parte de estas especies fueron devastadas para la construcción de la ciudad de Quito, como por ejemplo *Cedrales montana* y *Junglans nigra* debido a la buena calidad de su madera. Se conoce así mismo que el *Oreopanax* spp. se utilizaba para hacer carbón. Si se puede hablar de una planta(s) insigne(s) del cantón estas serían dos: *Inga* spp. y la hierba santa maría (*Liabium ignarium*) de la que se utilizaba sus ramas y hojas secas para encender el fuego. Datos tomados de Memoria histórica del Cantón Rumiñahui (Carrión et al., 2012).

A pesar de toda la intervención y la extracción forestal que ha sufrido el ya casi extinto Bosque de Panzaleo, aún cuenta con remanentes boscosos que deberían ser protegidos, pues forman parte de la esencia del cantón Rumiñahui.

1.1.2. Ambiente - Geografía.

El cantón Rumiñahui está ubicado en la provincia de Pichincha, Ecuador, dentro de la hoya de Guayllabamba, tiene una superficie 134,15 km² ó (13576, 04 ha). Las parroquias urbanas: Sangolquí (cabecera cantonal), San Rafael, San Pedro de Taboada; y las rurales son: Cotogchoa y Rumipamba. Sus ecosistemas son variados: páramo, bosque y matorral (GADMUR, 2014). La temperatura media es de 13,8 °C; humedad relativa del 77%; velocidad del viento del 8,8 m/s; las precipitaciones se dividen en época lluviosa (máximo de 174 mm - en un mes) y seca (mínimo de 26,3 mm) (Aguirre & Lima, 2012); la media anual es de 1000 mm. Los meses con mayor registro pluviométrico son los meses de abril y octubre. El mes más seco es julio y los más húmedos son septiembre y mayo.

En cuanto a la geología y suelos, este cantón presenta rocas metamórficas paleozoicas, que constituyen el núcleo de la cordillera oriental. Geológicamente está compuesto por formaciones de cangahua, depósitos sedimentarios y laháricos de los procesos eruptivos principalmente del Pasochoa y Sincholagua. En tanto a la litología, existe un área de 63,9 km² de andesita y piroclastos. En el caso de la edafología las dos taxas predominantes en suelos son Molisol (desarrollados a partir de sedimentación de minerales) y Andisoles (procedencia volcánica); La primera con una extensión de 45,88% y la segunda con 17,88%; incluye también 35,07% no aplicable (el área urbana). La cobertura vegetal “natural” es el 25.06% del total territorial (Aguirre & Lima, 2012; GADMUR, 2014).

Los datos de uso de suelo para superficie de cobertura vegetal de este cantón son obtenidos del Instituto Espacial Ecuatoriano. Siendo el sector pecuario con el 37,19% ; el agrícola 0,35%; agricultura mixta (pastos y cultivos) el 1,35%; agua 0,11% del territorio total; el territorio urbano alcanza el 28,96 %; para uso forestal de protección o producción cuenta con el 6,96% y para conservación 25,06% (GADMUR, 2014).

1.1.3. Ecosistemas identificados para el cantón Rumiñahui.

En este cantón existen identificados ocho ecosistemas. En el PDOT de (GADMUR, 2014) constan cuatro “Arbustal siempreverde montano del norte de Los Andes, Bosque siempreverde montano alto del norte de la cordillera oriental de Los Andes, Herbazal de páramo y de intervención”(Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

En el “Programa de Ordenamiento Ecológico local para el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Rumiñahui, provincia de Pichincha” propuesto por Aguirre & Lima (2012) señala los ecosistemas “Matorral húmedo montano” en el área urbana; “Páramo arbustivo y herbáceo, bosque siempreverde montano alto” para la parte rural. Para la determinación de los parámetros climatológicos de esta zona se habrían tomado datos referenciales de estaciones climáticas del INAMHI, La Tola (M 002) e Izobamba (M 003). Estaciones que están ubicadas a 2480 y 3085 msnm respectivamente. Los datos recopilados corresponden a diez años (Aguirre & Lima, 2012) de la M 003 ubicada en la cordillera occidental (Cutuglahua) y M 002 en el valle interandino (Tumbaco). Existe una tercera estación meteorológica operativa que pertenece a la Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico (RMMAQ) que está ubicada en San

Rafael, parroquia urbana del cantón Rumiñahui. Los datos recopilados por esta estación son similares a las dos estaciones antes mencionadas.

En el “Informe final del diseño e implementación de la primera etapa de recuperación de las cuencas y subcuencas de los ríos del cantón Rumiñahui” la Dirección de Protección Ambiental (DPA) del GADMUR (2016) propone dos ecosistemas adicionales “Bosque siempreverde montano del norte y centro de la cordillera oriental de los Andes” (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2012) y “Arbustal siempreverde montano del norte de Los Andes” (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013). Hay que señalar que para la determinación del primer ecosistema se priorizó el componente florístico ya que la estación utilizada para los aspectos climáticos considerados pertenecen a la estación M 215 ubicada en Baeza, Napo. En el segundo ecosistema los datos climatológicos corresponden a la estación M 353 ubicada en Rumipamba, Pichincha a los 2947 msnm.

Debido a que estos dos últimos ecosistemas fueron propuestos para un plan de recuperación de microcuencas en este cantón serán los que se procedan a describir.

1.1.3.1 Bosque siempreverde montano del norte y centro de la cordillera oriental de Los Andes.

Bioclima pluvial, rango altitudinal 2000 a 3000 msnm, internacionalmente lleva el nombre de ‘bosque de neblina’ debido a que en las tardes y en la mañana posee precipitaciones horizontales de 2600 mm anuales. Posee formaciones metamórficas y de piroclastos señalado por Demek en 1972. Los suelos suelen ser Andisoles e Inseptisoles con textura franco-arenosa inclusive franco-arcillosa. Bosques varían 15-25 metros de dosel bajo. Entre las familias más comunes están

la Rubiaceae, Melastomataceae, Solanaceae y gran variedad de epífitas según estudios de Gentry en el 2001. Las áreas intervenidas en ocasiones han sido sustituidas con Aliso (*Alnus Acuminata*). Ecológicamente la importancia de estos bosques es la regulación hídrica y pueden ser replicados para programas de restauración (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2012). Según estudios del MAE las especies identificadas más comunes son las siguientes:

Alchornea grandiflora, *A. leptogyna*, *Alnus acuminata*, *Anthurium* spp., *Bocconia integrifolia*, *Bomarea* spp., *Bromelia* spp., *Brunellia* spp., *Cecropia andina*, *C. maxima*, *Cedrela montana*, *Ceroxylon parvifrons*, *Cinchona pubescens*, *Clethra revoluta*, *Cyathea caracasana*, *Freziera canescens*, *Freziera* spp., *F. verrucosa*, *Guarea kunthiana*, *Gunnera brephogea*, *Hedyosmum cumbalense*, *H. luteynii*, *H. strigosum*, *Hieronyma macrocarpa*, *Miconia theizans*, *Miconia* spp., *Myrcianthes hallii*, *M. rhopaloides*, *Myrsine andina*, *Nectandra* spp., *Ocotea* spp., *Ocotea floccocotea rugosa*, *Oreopanax ecuadorensis*, *Palicourea amethystina*, *Palicourea* spp., *Psychotria* spp., *Schefflera sodiroi*, *Vallea stipularis*, *Weinmannia glabra*, *W. pinnata* (MAE, 2012, p.38).

1.1.3.2 Arbustal siempreverde montano del norte de Los Andes.

Bioclima pluvial - estacional; fisonomía herbáceo - arbustiva; piso bioclimático va desde los 2000 a 3100 msnm. La temperatura media es 12,7°C. Las precipitaciones media anuales son 1472 mm. Posee dos estaciones lluviosas marcadas, la primera de enero a mayo y la segunda de septiembre a diciembre. Este tipo de ecosistema es particular en las laderas de la cordillera occidental del bosque montano húmedos. Se han formado debido a la intervención antrópica que ha reemplazado el bosque por parcelas pecuarias y arbustos. Con un dosel de cinco metros, el soto bosque alcanza los dos metros. La vegetación es similar en las estribaciones de la cordillera occidental y cordillera real; sin embargo, se necesitan más estudios para reafirmar lo señalado. Está formada por especies andinas y arbustos espinosos (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013). Las especies más comunes identificadas por el MAE son:

Arcytophyllum nitidum, Barnadesia arborea, Bocconia integrifolia, Berberis grandiflora, B. hallii, Cavendishia bracteata, Cestrum tomentosum, Coriaria ruscifolia, Duranta triacantha, Escallonia micrantha, Gaultheria alnifolia, Mimosa quitensis, Solanum crinitipes, S. nigrescens, Hesperomeles ferruginea, H. obtusifolia, Oreopanax andreanus, O. ecuadorensis, Symplocos carmencitae, S. quitensis, Vallea stipularis (MAE, 2013, p.77).

1.1.4. Información Económica y Social.

Los datos del cantón Rumiñahui son obtenidos por el censo de población y vivienda y el censo agrícola realizados por el (INEC, 2010) y caracterizados por los PDOT parroquial, cantonal y provincial.

Se ha dividido en sectores económicos: primarios, secundarios y terciarios. Rama de acción según el porcentaje de población involucrada en actividades productivas de los 33.357 habitantes. El comercio al por mayor y al por menor con el 24%; manufactura el 20%; agricultura, silvicultura, ganadería y pesca el 5% (GADMUR, 2014).

Las realidades económicas del cantón Rumiñahui son muy marcadas sobre todo en el área urbana al ser comparada con la rural. En la ciudad lo principal es el comercio y la manufactura; mientras que en las parroquias rurales, como Rumipamba, la fundamental es la actividad ganadera - lechera. La producción agrícola es menor y se limita al cultivo de: maíz, vegetales y papa destinados al consumo interno. En Rumipamba la Población Económicamente Activa (PEA), el 58% se dedica a la agricultura, ganadería, y pesca. Se destaca la ganadería lechera con un 66,29% (GADPR, 2012).

Las industrias de manufactura de la provincia de Pichincha representa a Quito con el 91,5% de la PEA en el área urbana. En cambio en Rumiñahui la PEA merece el 5,3% en el área urbana y el 2,86% en la rural (GADPP, 2015).

1.1.4.1 Enkador.

Una industria significativa asentada en la zona es Enkador. Ésta se dedica al reciclaje de resinas PET (tereftalato de polietileno) y PCR (Post Consumer Recycled) de grado alimenticio y filamentos sintéticos para la aplicación en textiles y poliéster. La empresa proclama su compromiso con el medio ambiente así:

“Nos comprometemos a prevenir, reducir y controlar la contaminación de los procesos que ocasionan daño al medio ambiente. Promover la mejora continua de un sistema de gestión ambiental, teniendo como referencia la identificación de riesgos, la prevención de la contaminación y el control de su desempeño ambiental.” (Enkador, 2017)

1.1.4.2 La agricultura y ganadería.

Las haciendas se dedican a la crianza de ganado vacuno para la comercialización principalmente de leche. Se desarrolla también la crianza de animales de carga (mulas, caballos, asnos); crianza de aves de corral; criadero de truchas y porcinos; e incluso en zonas de páramo de la parroquia de Rumipamba se realiza el pastoreo de bovinos de lidia. La producción de leche es una de las actividades más importantes (Carrión et al., 2012).

Los sistemas de producción son divididos por superficie agropecuaria y son clasificados de la siguiente manera: **empresarial** donde la mano de obra es asalariada y el destino es para: exportación, industria, entrega al intermediario. **Combinado**: la mano de obra es asalariada, permanente y ocasional, el destino es a la industria y al intermediario. **Mercantil**: es familiar, asalariada y ocasional, se entrega el producto al intermediario. **Marginal**: la mano de obra es familiar permanente y el producto se lo utiliza para el autoconsumo.

Los sistemas de producción se definieron por el destino de la producción y la forma contratación de mano de obra: empresarial 47,02%, combinado 0%,

mercantil 48,5%, marginal 4,8%. El riego alcanza el 34,8% de la superficie cantonal (GADMUR, 2014; INEC, 2010).

1.1.4.3 Agroindustria - producción lechera.

La producción de rosas en el cantón es de 0.8% según la Base de Datos Operadores de Exportación de Agrocalidad en el 2013 (GADPP, 2015).

Para el MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) en el 2013 este cantón posee 4.649,31 ha de pastos. Esto implica el 30,51% del territorio que son ocupados para la producción de ganado lechero. La carga animal del cantón es 0,8 bovinos por hectárea. El ordeño se lo realiza dos veces al día. Esta ganadería se la desarrolla de forma tradicional, semi-tecnificado y tecnificado. Se cuenta con infraestructura como: establos, canales de riego, centros de acopio con refrigeración temporal, donde es entregado al intermediario (GADPR, 2012). Al no contar con los datos de la producción lechera a nivel parroquial se recurrió a recortes de prensa, que mediante entrevistas a productores de la parroquia de Rumipamba informan que la cantidad de leche varía entre los 2.500 - 8.000 litros al día (Pichincha Universal, 2019). Por otra parte el equipo consultor que realizó el PDOT parroquial realiza un análisis acerca de la producción lechera y determina que la media diaria es de 943.333,33 litros y al mes 28.300 000 litros (GAPRR, 2015). Los datos distantes se podría deber a un error en los datos del equipo consultor.

1.1.4.4 Turismo.

Según el Ministerio de Turismo MINTUR en el 2013, solo el 1% de los turistas extranjeros que llegan al aeropuerto de Quito tiene como destino ciudades como Cayambe, Machachi y Sangolquí. El mismo estudio aclara que estas ciudades

atraen solamente turismo interno (GADPP, 2015). Según el director de Turismo del GADMUR en el 2015 informó que la ciudad de Sangolquí recibe 600 mil turistas anualmente para los diferentes atractivos turísticos (Altamirano, 2015).

1.1.4.5 Servicios públicos.

Las áreas protegidas son consideradas como servicios ambientales ya que protegen las micro y subcuencas. Preservan también los ecosistemas; así como también su material genético.

Según datos del GADMUR el 93% de la población tiene acceso a la red de agua potable. La energía eléctrica alcanza una cobertura de 99,4%. La basura recogida por recolectores el 96,1%. El agua para el consumo humano se obtiene de 12 vertientes y 6 pozos, con un caudal medio total de 511,31 litros por cada segundo. La principal fuente donde se obtiene gran parte del caudal es la vertiente ubicada en Molinuco, según datos Dirección de Agua Potable Alcantarillado y Comercialización DAPAC en el 2017.

El alcantarillado en la parroquia de Rumipamba, alcanza al menos del 8% y el 92% restante tienen pozos sépticos, pozos ciegos (GAPRR, 2015).

1.1.4.6 Crecimiento poblacional.

En 1950 la población bordeaba 9.604 personas. Para el año de 1990 la población era de 33.098 (GADPR, 2012). El cantón Rumiñahui en el 2001 tenía una población de 65.882 habitantes. En el último censo de población el número de pobladores fue 85.852 habitantes, de los cuales 41.917 son hombres y 43.935 mujeres. Tomando las proyecciones realizadas por el INEC para el período 2010 al 2020, para el año 2017 la población en el cantón Rumiñahui fue de 107.043

personas aproximadamente. Para el 2018 su población llegaría 109.807 personas, Al 2019 aumentará a 112.603 personas. Finalmente terminando con esta proyección al 2020 señala que el número de pobladores estimados sería 115.433 personas (INEC, 2010). Esto se ve reflejado en el uso de suelo con el incremento del área urbana en el 2000 con el 13,33 km², en el 2008 en 20,42 km² (GADMUR, 2014). Lo que significa más gastos energía y agua; más consumo de alimentos y recursos. Por lo tanto aumenta la presión en las áreas naturales reduciéndolas y afectando a las especies que allí habitan. Más adelante se podrán visualizar estos incrementos por medio de mapas y comparación de aéreas intervenidas.

1.1.4.7 Residuos sólidos (RS).

Para el Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos en el año 2014, Rumiñahui fue categorizado como un cantón pequeño con una generación de residuos sólidos per cápita de 0,64 kg/hab/día. Considerando la media nacional es de 0,74 kg/hab/día, en el cantón Rumiñahui se encuentra inferior en 0,1 kg.

La media mensual de recolección de 'basura' para el 2018 fue de 3.690,78 toneladas. El mes de mayor cantidad de basura es diciembre (4.008, 36 toneladas) y el de menor es febrero (970, 40 toneladas) (Rumiñahui - ASEO EPM, 2019b). La media per cápita al 2018 en el cantón Rumiñahui fue de 1,18 kg/hab/día (Rumiñahui - ASEO EPM, 2019a). La generación de residuos sólidos es proporcional al crecimiento poblacional; es decir, el impacto negativo por RS va en aumento. Los RS provocan contaminación visual y al medio acuático debido a que en su descomposición producen lixiviados que suelen fluir hacia los cauces hídricos.

En el área rural, de un total de 10.558 personas, el 57% dispone de su basura por medio de carro recolector; de otras formas el 14%; y, no se tiene información de cómo lo hacen un 29%. En la urbe de Rumiñahui de un total de 74.200 personas, el 84% lo hace por carro recolector; no se tiene información de cómo lo hace un 15% y el 1% dispone de “otras formas”. Según la empresa de aseo del GADMUR con los datos de la caracterización de RS urbanos el 59% es orgánico, 16% cartones y papeles, 14% plásticos, 3% telas y cueros, 3% vidrios, 4% inerte y 1% metales (Rumiñahui - ASEO EPM, 2014).

1.1.4.8 Áreas protegidas.

El cantón cuenta con dos bosques protectores, Bosque Protector Suro Chiquito, con registro oficial Nro. 172 del 14 de Octubre de 1997, cuya superficie es de 37,6 has. Ubicado al norte del río Sambache a 1 km de la carretera Selva Alegre - Rumipamba.

Bosque protector subcuencas altas de los ríos Antisana, Tambo, Tamboyacu y Pita con registro oficial Nro. 891 del 11 de marzo de 1992. Se extiende ocupando parte de las provincias de Napo y Pichincha, específicamente los territorios de las parroquias de Píntag (Quito), Rumipamba (Rumiñahui), Machachi (Mejía), Archidona y Cutundo (Archidona-Napo). Su superficie es de 59.436.6 has.

Actualmente ambas áreas son manejadas por entidades privadas.

1.1.4.9 Fiestas y celebraciones.

La población en su mayoría pregona la religión católica. Por lo que existen celebraciones representativas como las ‘misas de Niño’. Se señalan dos

celebraciones populares: El Maíz y del Turismo (en agosto), y las celebraciones por la cantonización, 31 de mayo.

1.2. Características de la microcuenca del río Santa Clara

Para el cantón Rumiñahui las microcuencas en la zona media-alta de los ríos Pita, Sambache, San Pedro y Santa Clara presentan una buena calidad de agua (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Rumiñahui, 2011). El área del río Santa Clara es 49,22 km² dentro del cantón (Aguirre & Lima, 2012). Forma parte del sistema fluvial del Esmeraldas, que es el más largo del noroeste ecuatoriano su área según Teodoro Wolf en 1887 con 21.060 km² citado por Barriga (1994).

1.2.1. Aspectos físicos - químicos.

La temperatura en el medio acuático es menor a la temperatura ambiental. Se conoce que una de las principales propiedades de los ríos es ser regulador de la temperatura del ecosistema. De allí la cuantía de la vegetación que está en el área de influencia del río. Existen especies con propiedades ecológicas que ayudan a la regulación hídrica y térmica conjuntamente esto se logra gracias a la cantidad de rápidos que posea la microcuenca (Maldonado et al., 2011).

Cuando la mineralización del agua es alta se debe a afloramientos geológicos en aguas subterráneas y estas emergen a la superficie donde se mezclan con la materia orgánica produciendo cambios en el pH. La composición del agua tiende a variar drásticamente. Las aguas con mucha mineralización no evidencian gran diversidad de algas. La importancia de las algas para el *Astroblepus* spp. radica en que estos peces se alimentan de algunas clases de algas. (Maldonado et al., 2011).

1.2.1.1 Temperatura.

La temperatura de un río depende de la cantidad de sombra que posea su cauce. A su vez es dependiente de la estructura y disposición de la cubierta vegetal en la ribera. La cantidad de Materia Orgánica (MO) en descomposición es otro factor que eleva la temperatura de una microcuenca (Jáimez-Cuéllar et al., 2002).

1.2.1.2 La conductividad .

En una solución es la propiedad para transportar corriente eléctrica y mide la presencia de iones en el agua. Depende directamente de la temperatura del líquido. El agua pura es aislante eléctrico (Iltis, Carmouze, & Lemoalle, 1987). Si existen minerales en el agua estos permiten que la electricidad pase del ánodo al cátodo siendo un indicador de la cantidad de minerales disueltos que pueden existir en ese sistema hídrico.

1.2.1.3 Caudal.

Es un flujo transversal de un líquido. Es expresada en volumen dividido para una unidad de tiempo (litros/segundos). El caudal ecológico es la cantidad de agua mínima para que los ecosistemas que se sirven de la cuenca y sus contribuyentes no se vean afectados y puedan auto regularse.

1.2.1.4 pH.

La materia orgánica en putrefacción también altera o disminuye la acidez de un líquido. El pH es otra propiedad que debe ser medida in situ. Los *Astroblepus* spp. que son detritívoros prefieren agua con pH ácido (Maldonado-Ocampo et al., 2005).

1.2.1.5 Oxígeno disuelto (OD).

Como su nombre lo sugiere es la cantidad de oxígeno en el agua que permite la vida dentro de ella, ya que es esencial para el desarrollo de la flora y fauna. La cantidad de OD depende del número de especies que realicen fotosíntesis en ella. Además de aspectos ambientales como la temperatura y la presión atmosférica, a menor temperatura mayor cantidad de OD. De similar manera pasa con la altitud en lugares más altos existe mayor OD. Se mide en ppm o mg/l. Existen rangos de saturación ideal, que en este caso se sugieren: 5-6 mg/l - suficiente; <3 mg/l - dañino; <2 mg/l - fatal para las especies acuáticas. El OD se genera en el agua por fotosíntesis y movimiento de las partículas que se dan de forma física, ya sea en oleaje, caídas y burbujeo (Peña, 2007).

1.2.1.6 Demanda Química de Oxígeno (DQO).

Es un proceso químico que mide la cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar todo el material orgánico degradable, biodegradable y no degradable. Indicador de la calidad de agua que se la puede asociar con la cantidad de sustancias antrópicas que contiene el agua y que afectan a la vida acuática (Nihon Kasetu, 2018).

1.2.2. Propiedades biológicas.

1.2.2.1 Demanda Biológica de Oxígeno (DBO).

Es un proceso biológico que mide la cantidad de oxígeno biodegradable en el agua que existe en un lago, río, tanque, reservorio o fuente hídrica. Es indicador de calidad y de materia orgánica en descomposición degradada por microorganismos (bacterias, hongos y plancton). El alto contenido de DBO indica valioso consumo

de oxígeno por los microorganismos y por lo tanto alto nivel de contaminación por DBO (Nihon Kasetsu, 2018) pudiendo generar presencia de algas.

1.2.2.2 Macro invertebrados.

Son los bioindicadores más conocidos para medir la calidad del agua. El índice más aplicado es el BMWP (Biological Monitoring Working Party Score System), que consiste en asignar puntajes altos a los individuos más sensibles que son los “indicadores de calidad”. Los macro invertebrados se desarrollan y suelen vivir entre hojarascas y troncos en descomposición; en los rápidos de los ríos; en el lodo o lugares de acumulación de sedimentos; sobre y bajo rocas. Se alimentan de materia orgánica en descomposición, plantas acuáticas como las algas, nutrientes del sustrato, invertebrados de menor tamaño y sangre de otros animales (Ochoran, 2018). Los órdenes más representativos para el cantón Rumiñahui son: hemíptera, trichoptera, ephemeroptera, decápoda, coleóptera, díptera, plecóptera, haplotáxida, lepidóptera. En esta zona los órdenes indicadores de ‘buena salud’ del agua son: tricópteros, eferópteros, plecópteros (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Rumiñahui, 2011).

En los casos en que se han abierto el estómago de los individuos del *Astroblepus* spp. se han encontrado varios de estos invertebrados en la digestión (P. Jiménez Prado et al., 2015; Maldonado-Ocampo et al., 2005), lo que apunta que la preñadilla se alimenta de ellos.

1.2.3. Carga contaminante.

En referencia a la Resolución No. 00000002-SA-2014, Ordenanza Metropolitana 404 DMQ, Art. 6; Norma Técnica para el Control de Descargas Líquidas propone regular las descargas comerciales e industriales. Implementada por el Municipio

de Quito - Dirección Metropolitana Ambiental y replicada en el monitoreo de la calidad de ríos del cantón Rumiñahui. Se lo considera como el indicador del grado de contaminación que se pueden encontrar en un cuerpo de agua. Se mide en cantidad de masa entre tiempo (kg/h) y se utiliza la fórmula que se indica a continuación.

$$Carga\ Contaminante = \left(\frac{2\ DBO + DQO}{3} + ss \right) \times Q$$

Dónde: **DBO**: Demanda Bioquímica de Oxígeno

DQO: Demanda Química de Oxígeno

SS: Sólidos Suspendidos

Q: Caudal Total de la descarga

Los datos analizados de este parámetro sirven para identificar el impacto de la actividad comercial e industrial. De modo que se logrará cuantificar si existe amenaza por contaminación de parte de las actividades antes mencionadas.

1.3. Ecología del paisaje

Es una derivación de la ecología que analiza la composición del paisaje. Se trata de un término introducido por Carl Troll en 1939. Conceptos que han sido rescatados por la revista científica “Gaceta Ecológica”. Es la intersección de dos disciplinas que son la ecología y la geografía. Como concepto es la interpretación científica de una imagen aérea incluyendo en el análisis parámetros de cobertura de suelo, geomorfología, hidrología, biogeografía entre otras (Troll, 2003).

Bocco (2003) realiza un análisis de los conceptos de Troll apuntando que el estudio del paisaje y sus alteraciones, priorizan el aspecto biótico. Las aplicaciones de esta herramienta son varias entre ellas la arqueología, el retroceso

de los glaciares, la heterogeneidad del paisaje y su fragmentación natural. Ayuda a la visualización de la fragmentación del paisaje y de los ecosistemas.

En la actualidad el concepto ha sido aplicado a los Sistemas de Información Geografía (SIG) con el enfoque del conservacionismo. Como herramienta es muy versátil y de gran apoyo tanto para el trabajo en campo como el de gabinete. Permite la utilización de capas vectoriales superpuestas (cobertura vegetal, movimiento de masas, edafología, geomorfología pendientes, etc.) Permite la evaluación de la calidad de paisaje y su estado de conservación. Término definido por estabilidad del paisaje que no es otra cosa que la capacidad de un medio físico - natural de permanecer inalterado. Se asigna los mayores puntajes a las áreas más conservadas.

1.3.1. Ecología Acuática.

Este término sirve para ilustrar la actividad biológica – acuática que ocurren en los sistemas fluviales y los cambios que se producen debido a las geofomas. El agua en estos ríos no supera los 20°C. En el cantón Ruminahui la temperatura de los ríos varía de 6 a 17 °C aproximadamente (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Rumiñahui, 2011) debido a las caídas y turbulencias. Son aguas con abundantes rápidos y bien oxigenadas. El lecho de estos ríos está constituido en su mayoría por rocas, cantos, cantos rodados, arena y sedimentos. Cuando existen aumentos en el caudal del río suelen desbordarse para formar embalsamientos o estancamientos. En donde se reproducen los bentos por lo que son los lugares elegidos por los astroblépidos y salmónidos para su alimentación (Barriga, 1994).

La vegetación riparia es el componente botánico del que está compuesto las riberas de las cuencas y cuerpos de aguas continentales, al igual que en sus

alrededores se identifican por: briófitos y algas (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Rumiñahui, 2011).

1.4. Ictiofauna - *Astroblepus* spp.

La ictiofauna está constituida por especies vertebradas y cartilagosas, que pueden o no poseer escamas, utilizan branquias para su respiración y habitan tanto en aguas continentales como mares y océanos. En el cantón Rumiñahui se ha registrado en las áreas medio-altas la presencia **única**, de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Rumiñahui, 2011). En oposición a esta afirmación (Carrión et al., 2012) en el libro Memoria Histórica del cantón Rumiñahui menciona la presencia del *Astroblepus* spp. en el sistema hidrográfico del cantón, aunque no aclara ninguna zona en particular.

1.4.1. Familia Astroblepidae del noroccidente del Ecuador.

La familia Astroblepidae que está distribuida a lo largo de la cuenca del Esmeraldas y sus afluentes (Barriga, 1994; P. Jiménez Prado et al., 2015) son presentados en la **Tabla 02**, describiendo características de hábitat, ecología amenazas, entre otros.

Tabla 2: Familia Astroblepidae de noroccidente del Ecuador.

Nº	Nombre	Descripción	Talla máx. (mm)	Tipo de especie	Distribución	Biología y ecología	Amenazas
01	<i>Astroblepus barchycephalus</i> (Günther, 1859)	Color pardusco, manchado con matices oscuros	218	Endémica	Ecuador y Perú	Se alimentan de Insectos acuáticos.	Introducción de especies y contaminación de agua.
02	<i>Astroblepus chimborazoi</i> (Fowler, 1915)	Color pardusco pálido	25	Endémica	Ríos Chanchan y Chiguancay - Chimborazo	Habita en la parte inferior de las rocas, se alimentan de insectos acuáticos	Introducción de especies.
03	<i>Astroblepus chotae</i> (Regan, 1904)	Color amarillo hasta pardo oscuro	100	Nativa	Venezuela, Colombia, Chota - Ecuador	Habita ríos de aguas limpias bien oxigenadas; especie detritívora, insectívora.	Introducción de especies.
04	<i>Astroblepus cyclopus</i> (Humbolt, 1805)	Color crema con manchas verdoso- marrón	60	Nativa	Quito - Ecuador, Colombia	Prefieren aguas limpias y de corriente rápida. Especie detritívora, insectívora	Introducción de especies y contaminación de agua.
05	<i>Astroblepus eigenmanni</i> (Regan, 1904)	Cuerpo color grisáceo, con machas oscuras y blancas	100	Endémica	Cayambe - Machachi	Desconocidos	Introducción de especies y contaminación de agua.
06	<i>Astroblepus fissidens</i> (Regan, 1904)	Color parduzco	90	Endémica	Cuencas del Esmeraldas y del Guayas	Especie detritívora, hábitos no migratorios, habita en ríos sobre los 2700 msnm	Desconocidos
07	<i>Astroblepus grivalvii</i> (Humbolt, 1805)	Color café, vientre blanquecino	300	Nativa	Colombia, cuenca del Esmeraldas y del Guayas - Ecuador	Prefiere ríos con corrientes turbulentas tienen la capacidad de adherirse a las rocas	Desconocidos
08	<i>Astroblepus longifilis</i> (Steindachner, 1882)	Cuerpo manchado vetado con violeta oscura	180	Nativa	Colombia, cuenca del Esmeraldas y del Guayas - Ecuador y Perú.	Desconocidos	Desconocidos
09	<i>Astroblepus mindoensis</i> (Regan, 1916)	Cuerpo con manchas oscuras e irregulares	70	Endémica	Mindo - Ecuador	Desconocidos	Introducción de especies y contaminación de agua.
10	<i>Astroblepus regani</i> (Pellegrin, 1909)	Cuerpo con capa mucosa grisácea con manchas oscuras y el vientre amarillento.	160	Endémica	Río Cariyacu cuenca del río Mira, a los 3100 msnm.	Desconocidos	Rango de distribución muy reducido.
11	<i>Astroblepus simonsii</i> (Regan, 1904)	Cuerpo marrón oscuro manchado o vetado.	80	Nativa	Cuenca del Guayas y Santiago - Ecuador y Perú.	Desconocidos	Alimento preferido de la trucha
12	<i>Astroblepus theresiae</i> (Steindachner, 1907)	Cuerpo de coloración marrón manchas oscuras y marmoleadas	50	Endémica	Cuenca del Santiago, cantón San Lorenzo, Esmeraldas	Desconocido	Introducción de especies y contaminación de agua.
13	<i>Astroblepus uvidiai</i> (Pellegrin 1931)	Dorso color café, amarillento-gris, patrón de manchas negras o blanquecinas	150	Endémica	Río Mira- Imbabura y Azuay	Es posible que habiten en aguas subterráneas después de eclosionar y en su etapa adulta en ríos y quebradas intervenidas. Se alimentan de insectos acuáticos	Actividad turística y piscícola, ganadería, obras grises, basura, expansión de frontera agrícola.
14	<i>Astroblepus whymperi</i> (Boulenger, 1890)	Coloración café - aceituna con presencia de manchas oscuras	89	Endémica	Zona de Milligalli, cuenca del Esmeraldas, Pichincha	Desconocidos	Desconocidos

Fuente: (P. Jiménez Prado et al., 2015)

Elaboración: Autor

Además de las 14 especies, a partir del 2016, se han registrado en la IUCN dos especies adicionales: *A. vaillanti*, *A. prenadillus*. Esta última se encontraría ubicada en los riachuelos que descienden desde el Cotopaxi y probablemente en el río Palora (P. J. Jiménez Prado, Arguello, & Anderson, 2016). La primera es una especie endémica del Ecuador, cuya distribución geográfica va de 3.000 a 3.300 msnm probablemente en los altos de los cantones, Rumiñahui (parroquia de Rumipamba) y Mejía (Jiménez-Prado & Arguello, 2016).

La **taxonomía** de la preñadilla pertenece al: reino Animalia, filo Chordata, clase Actinopterygii, orden Siluriformes y familia Astroblepidae (Vélez-Espino, 2004a). La familia carece de datos y algunas especies son catalogadas en peligro de la lista roja de la IUCN. Esta familia de ictiofauna es nativa de Los Andes, suelen habitar en cuerpos de agua menores (ríos, riachuelos, canales de riego y quebradas) en un rango altitudinal que va desde los 1.500 hasta los 3.000 msnm (P. J. Jiménez Prado et al., 2016).

La familia Astroblepidae mide en promedio 100 mm, no obstante el *Astroblepus chimborazoi* (Fowler 1995) presenta una talla máxima de 25 mm, especie descrita por Schaefer en el 2003. Se han detallado en la vertiente occidental 14 especies. La mayoría de especies de la familia Astroblepidae cuentan con una aleta adiposa bien desarrollada. Suelen habitar en fondos pedregosos, en aguas limpias y bien oxigenadas donde la corriente es rápida. Los individuos vivos ostentan un cuerpo de color pardo, crema, grisáceo con manchas que van desde el color café verdoso a marrón, blancas y amarillento. Sus hábitos alimenticios constan de macroinvertebrados acuáticos, e igualmente de ser

detritívora. Se desconoce a detalle su taxonomía, su nicho ecológico, número de poblaciones y recomendaciones de conservación (P. Jiménez Prado et al., 2015).

1.4.2. *Astroblepus ubidiai*.

La distribución del *Astroblepus* spp. va desde Panamá hasta Bolivia (Dahl, 1971). Es muy poco estudiada como género en el Ecuador; pero como especie se ha logrado recolectar información muy importante como el caso del *Astroblepus ubidiai* que fue estudiada por Pellegrini por primera vez en 1931. Es una especie endémica del lago Imbakucha en la provincia de Imbabura. Es un pez que alcanza en su estado adulto 15 cm. Conocido como el bagre de Los Andes debido a que tiene dos bigotes; además de cabeza y boca ancha con un mandíbula que le permite sujetarse a las rocas. Su cuerpo posee una pigmentación en escalas café - gris - marrón. Sin escamas con manchas grises-negras. Su reproducción es vivípara. Alcanza su madurez reproductiva entre los dos y tres años con una ovoposición de 40 - 130 huevos. Su capacidad reproductiva es continua más de 4 veces por año (Vélez-Espino, 2004b). Se consideran peces nocturnos ya que su actividad aumenta en la tarde y su mayor actividad la presenta en las noches (Mena & Valdiviezo, 2016).

1.5. Amenazas y vulnerabilidades

La diferencia entre amenaza y vulnerabilidad se la puede graficar en el siguiente ejemplo: se va a suponer que un volcán erupciona y destruye a las zonas que se encuentra en su alrededor. La amenaza (lahar, ceniza, lava entre otros) es la erupción del volcán y la vulnerabilidad son las afectaciones - susceptibilidad (cantidad de ganadería y cultivos expuestos, personas con problemas respiratorios,

destrucción de una microcuenca, pérdida de flora, fauna y varios más) que sufre la comunidad.

Para realizar una Evaluación de Amenazas y Vulnerabilidades (EAV) se ha de considerar tres macro aspectos: gravedad, frecuencia y probabilidad de pérdida del recurso. La vulnerabilidad es conceptualizada como la susceptibilidad que presenta un (eco) sistema, personas o comunidades ante cambios temporales y de espacio. Por otra parte las amenazas son bastante asociados con el peligro, que es definido como la probabilidad de ocurrencia de un evento catastrófico. Ambos conceptos son representados en una fórmula que puede ser utilizada para cuantificar parámetros en la gestión de riesgos (Bernabé et al., 2015).

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$$

Donde la vulnerabilidad para la gestión de riesgos toma los valores de CERO y UNO, siendo 0 ausencia y 1 susceptibilidad. Pero en el caso de evaluaciones de impacto ambiental en el Ecuador varios autores coinciden en categorizarlas como: nula (0), baja (1), medio (2), alta (3) y muy alta (4), y para facilitar su cuantificación en el caso de las amenazas se lo puede utilizar de igual manera.

Las amenazas y vulnerabilidades representan la presencia de aspectos exógenos que hacen susceptible al (eco) sistema. Por supuesto que esta es la fórmula más utilizada para la gestión de riesgos, no obstante, los aspectos ambientales forman parte de la misma y se puede utilizar para detectar las debilidades que puedan atacar a las asociaciones de fauna. Y en específico a la preñadilla.

Tabla 3. Matriz de amenazas y vulnerabilidades

Amenazas, peligro, probabilidad de ocurrencia de un evento		Vulnerabilidades (susceptibilidad), elemento ó grupo de elementos
Antrópicos	Incendios, colapsos de estructuras y explosiones	Flora Fauna Ser humano Agua Suelo Aire Ecosistemas
	Contaminaciones	
	Expansión demográfica	
	Pérdida de soberanías alimentaria, energética y tecnológica.	
	Efectos del cambio climático	
Naturales	Erupciones Volcánicas	Flora Fauna Ser humano Agua Suelo Aire Ecosistemas
	Sismos y terremotos	
	Cambio climático	
	Deforestación, desertificación y sequias	
	Movimiento de masas	
	Inundaciones	
	Extinciones	

Elaboración: Autor

La **Tabla 03** muestra cómo se vinculan las amenazas con las vulnerabilidades considerando factores naturales y antrópicos que son los que afectan a la susceptibilidad de la biósfera.

Se requiere considerar las amenazas del cambio climático, aunque en este proyecto esta explicación sea somera. Se espera que sea entendible que los cambios globales afectan al ser humano, al *Astroblepus* spp. y todas las especies que habitan en el planeta Tierra.

1.5.1. Amenazas.

La amenaza es la probabilidad de la ocurrencia de un cambio de estado en el transcurso del tiempo. Se plantea de forma transversal llamándola seguridad integral. Verificando aspectos varios, entre ellos los ambientales y gestión de riesgos, estas dos últimas aglomeran: evaluación, mitigación, soberanía

alimentaria, derechos de la naturaleza, innovación científica y tecnológica (Serrano, 2012). A modo general en el Censo de Información Ambiental - Económica que realiza el INEC (2017) en la provincia de Pichincha sobre las afectaciones ambientales, son categorizadas como: contaminación de agua, deforestación, actividades minera, agropecuaria, petrolera y no presenta afectación. Cataloga como una provincia que no presenta afectación. 10 gobiernos autónomos descentralizados provinciales presentan problemas de contaminación de agua.

1.5.2. Amenazas antrópicas.

En la tabla 03 se presentan las principales afectaciones a la preñadilla; sin embargo, no todas están relacionadas directamente. Se procuró diferenciar entre las que se obtuvo mayor información de las que carecen de datos. Tomando aspectos de cambio climático, las pérdidas de soberanías y crecimiento poblacional. Los fenómenos naturales como movimiento de masas, sismos, erupciones volcánicas. Son las que guardan una relación directa con el *Astroblepus* spp.

1.5.2.1 Pérdida de las soberanías alimenticia, tecnológica y energética.

Las amenazas antrópicas, como la pérdida de las soberanías, se generarían por motivos de los cambios de la conducta humana, como consumismo, debido a la cantidad innecesaria de productos empacados (nacionales e importados) que se comercializan. Por ejemplo, en los supermercados se pueden encontrar: yuca, verde, etc. sin corteza y emplastados. También cuentan suposiciones de creer que la fruta importada es de mejor calidad. La soberanía alimentaria consiste en consumir lo que una comunidad o nación cultiva. Su pérdida se evidencia cuando

aumenta la cantidad de productos importados, y por lo tanto los desechos sólidos (envolturas) terminan su ciclo en el borde de un río ó en un contenedor de basura.

La soberanía energética se la respalda cuando una nación genera la misma cantidad de energía que consume. Por lo tanto no se recurre al consumo de energías provenientes de fuera, que generalmente son combustibles fósiles. Este problema es menos evidente, pues es reflejado en gases de efecto invernadero complicando aún más los problemas del cambio climático al que los ecosistemas y las especies ‘deben hacerse resilientes’. Finalmente la soberanía tecnológica se evidencia cuando la industria tiene la (in)capacidad de reutilizar y reparar los aparatos que caen en la obsolescencia, que muchas veces terminan arrojados al ambiente y generan lixiviados altamente tóxicos para la fauna. Estos y otros procesos forman parte del denominado metabolismo social: apropiación, transformación, distribución, consumo, excreción. Son parte del consumismo de las poblaciones que están dentro de un derroche súper acelerado y que no mide consecuencia de las excreciones hacia la naturaleza (Solíz, 2016).

1.5.2.2 Expansión demográfica.

El aumento poblacional viene dado por los procesos de pérdida de cobertura vegetal. Para representar este hecho y que sea muy evidente se ha de recurrir al software ARCMAP de Arcgis.4.1 y mediante el cálculo de áreas se logrará conseguir la cuantificación.

1.5.3. Amenazas naturales.

1.5.3.1 Movimiento de masas.

Movimiento en masas comprenden un espectro más amplio en cuanto a información. Se los categoriza por caídas, deslizamientos, flujos reptaciones. Estas amenazas depende la topografía, cobertura de suelo, geología. Ésta última implica la presencia de fallas tectónicas.

Las caídas son un movimiento de masas donde existe desprendimiento de rocas, material pétreo o una sección de suelo, el cual cae y puede producir golpes, rebotes o rodamientos.

1.5.3.2 Sismos.

Para este cantón la amenaza más cercana es el sistema de fallas de Quito que tiene una extensión entre 47 y 50 km, que va desde Tambillo hasta San Antonio de Pichincha. Hasta el 2007 el mayor evento que ha propiciado esta falla es un sismo de 4,9 grados en la escala Richter. Mismo que ocurrió el 10 de agosto de 1990 (Rivadeneira et al., 2007) y no se reportaron acontecimiento importantes en el cantón Rumiñahui. Este cantón se encuentra en la zona VI, zona de Muy Alta Intensidad Sísmica según el IG-EPN tomado de (GADMUR, 2014)

1.5.3.3 Volcán Cotopaxi.

El volcán Cotopaxi reinicio su fase eruptiva desde el 2015. Lo que ha significado caída de ceniza y lahares de tipo 2, de caudal menor. Aclarando que los de tipo 1 incluyen el deshielo total de la capa glaciar. Desde hace 5 años el Instituto Geofísico de la EPN viene realizando estudios de cartografía, geología y estratigrafía (estudio de eras geológicas en rocas sedimentarias) determinando que

se encuentra en fase de erupción Andesítica; es decir, que la probabilidad de su erupción sería moderada a fuerte. Los datos referenciados en esta sección “Volcán Cotopaxi” son del portal web de la (IG-EPN, 2018).

En erupciones pasadas éste formó gran cantidad de lahares (lodo y escombros) que hacen vulnerables a las poblaciones del Valle de Los Chillos (cantón Rumiñahui), Mulaló y Latacunga. Después de la conquista española este coloso paso por cinco periodos eruptivos: “1532-1534, 1742-1744, 1766-1768, 1853-1854 y 1877-1880”. Estos peligros involucran a dos poblaciones humanas que se vieron afectadas en el pasado, Laso (Latacunga) y el cantón Rumiñahui, ambas áreas se han visto perturbadas por los lahares.

En los últimos 2.000 años el Cotopaxi ha presentado cuatro escenarios en su erupción:

Erupciones leves: con parcial descongelamiento de la capa glaciaria; la cantidad de lava y ceniza solo formaría lahares tipo 2; columnas de ceniza en un rango de 1 a 4 km sobre el cráter.

Erupciones que resultan en la emisión gradual de un flujo de lava: se asemeja a una erupción que ya aconteció en 1853-54; en donde el magma fue desgasificado y por lo tanto menos explosivo. Hubo flujos piroclásticos y la nube de ceniza alcanzó una altura de 4 a 8 km sobre el cráter. Los lahares no fueron de caudal significativo.

Erupción de magnitud moderada a grave: una similar aconteció en 1877. Se reportaron grandes nubes de ceniza y piroclastos con caída de proyectiles volcánicos. La cantidad de lava fue importante. Derritió la capa glaciaria formado

grandes lahares. Las nubes de ceniza y piroclastos alcanzarían de 8 a 20 km sobre el cráter.

De este acontecimiento se han realizado dos hipótesis basados en la barrera natural nombrada como “La Caldera” que tiene una altura de 25 m. Si el caudal es suficiente para llenarla con los lahares se desborda por la quebrada Pulunteo llegando a la MRSC y causando destrucción a su paso. La segunda es que la cantidad de lahares no sobrepase esta barrera, y que todos los flujos de lodo se desfoguen únicamente por el río Pita.

Erupción de magnitud súper grave: se cree que ocurrió ya hace 1.000 años. Sus efectos serían devastadores. Enormes cantidades de ceniza, flujos de piroclastos, lava formando enormes lahares. La columna de humo y ceniza sobrepasaría los 20 km de altura sobre el cráter. El impacto de esta erupción sería regional.

1.5.4. Vulnerabilidad.

Paralelamente a la amenaza se analizó de forma íntegra tomando como referencia el ensayo “La vulnerabilidad global” de Gustavo Wilches-Chaux en 1988. Quien las identificó organizándolas en diez niveles: social (cohesión), económica (la pobreza aumenta el riesgo de desastre), política (centralización de recursos), técnicas (fallas en una infraestructura), ideológica (fatalismo, forma de pensar de la humanidad), culturales (estereotipos), educativa (programas de capacitación frente a una amenaza), institucional (burocracia), física (ubicación geográfica) y ecológica (Wilches-Chaux, 1988). Siendo esta última en la que se centraron los esfuerzos de este proyecto para identificarlos.

1.5.4.1 Comunidades en zona lahares.

El Cotopaxi es uno de los volcanes más altos del mundo con sus 5897 msnm. Incluir el dato no menor que es uno de las más peligrosos y amenazantes, no solo por sus periódicas erupciones, pues es la cantidad de nieve-hielo que cubre el cono casi perfecto de este coloso lo que lo hace un peligro constante.

La Dirección de Planificación del GADMUR en el 2017 lo cataloga como “zona de mayor riesgo de lahares”. Todos los modelos generados han sido basados en la última erupción y bajo ningún motivo las zonas vulnerables establecidas por esta institución representan una verdad absoluta, al contrario son solo referenciales, ya que su predicción exacta es casi una tarea imposible. Siendo así, es muy difícil saber los alcances destructivos que pueda tener una eminente erupción de este volcán. Por lo tanto la destrucción del hábitat del *Astroblepus* spp. sería algo inevitable e imposible de predecir en la MRSC. Sin embargo, la población localizada en las quebradas de las partes altas estarían a salvo de los lahares. Las pérdidas socio-económicas son comparables con el impacto ecológico y pérdida de biodiversidad en las riveras por donde desfogan los lahares.

1.5.4.2 Contaminación hídrica.

Se denomina a cualquier actividad de altere parámetros: físicos, químicos y biológicos. Degradando la calidad del ecosistema. Estas contaminaciones se dan por escorrentías de todo tipo, como por ejemplo: lixiviados y descargas. Los niveles de afectación pueden ser puntuales y no puntuales. Puntuales: se realizan de forma continua. No puntuales: abarcan grandes áreas y son difíciles de controlar (Carpenter et al., 1998). Las fuentes puntuales son las más perjudiciales para la salud de los ecosistemas.

Tabla 4. Fuentes de contaminación puntual y no puntual

Fuentes de contaminación	
Fuentes puntuales	Fuentes no puntuales
Efluentes de aguas residuales de origen cloacal e industrial	Escorrentía desde zonas agrícolas (incluyendo el flujo de retorno de la agricultura de regadío)
Escorrentía y lixiviación desde sitios de deposición de desechos	Escorrentía desde zonas de pastoreo y cría de ganado.
Escorrentía e infiltración desde sitios de ganadería en “feed lots”	Escorrentía urbana a partir de áreas sin desagües cloacales y áreas con desagües cloacales menores a 100 000 habitantes
Escorrentías desde sitios mineros, campos petroleros e industrias sin sistemas cloacales	Lavado y escorrentía a partir de sistemas sépticos en malas condiciones
Desagües pluviales a partir de sitios con poblaciones mayores a 100.000 habitantes	Escorrentías a partir de sitios en construcción menores a 2 hectáreas
Escorrentías desde sitios en construcción mayores a 2 hectáreas	Escorrentía desde sitios mineros abandonados deposición atmosférica sobre las aguas superficiales.
Flujo superficial de desagües sanitarios y fluviales	Actividades terrestres que generan contaminación como deforestación, conversión de humedales, construcción y desarrollo de tierras y cursos de agua

Autor: (Carpenter et al., 1998)

Elaboración: Autor

1.5.4.3 Zonas inundables.

La Dirección de Planificación del GADMUR las clasifica en cuatro niveles: alta, media, baja y sin vulnerabilidad. Normalmente están situadas en las zonas más bajas. Existen pequeñas áreas susceptibles a este fenómeno que se han identificado en los sectores de Cotogchoa, Sangolquí y San Pedro de Taboada (Aguirre & Lima, 2012). Pero son áreas pequeñas que pueden considerarse despreciables.

1.5.4.4 Vulnerabilidad ecológica.

La vulnerabilidad ecológica está estrechamente relacionada con la convivencia de las comunidades de la biósfera. Con mayor fuerza afecta a la ecología acuática

donde habitan organismos que son muy sensibles a reaccionar ante una anomalía natural o antrópica.

1.6. Marco legal

Un marco legal resumido, que estará compuesto por: Constitución de la República del Ecuador, Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), Código Orgánico Ambiental (COA), Código Orgánico Integral Penal (COIP), Código Orgánico de Organización Territorial y Descentralización (COOTAD), Ley de Recursos Hídricos, usos y aprovechamiento del agua, Ley Orgánica de la Salud (LOS), Código Orgánico General de Procesos. Se ha de proceder a citar el número de los artículos pertinentes de cada norma y en el caso de suma relevancia se ha de explicar en resumen su contenido.

1.6.1. Constitución de la República del Ecuador.

La Constitución del Ecuador 2008 (CE 2008) respalda el derecho al Buen Vivir en los artículos 14 y 86. Por otra parte el derecho de vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado (sumak kausay) y todo lo que esto implica en los artículos 12, 13, 15, 32, 66 numeral 2, 264 numeral 4, 276 numeral 4, 318, 400, 411, 412, 413 y 415 (Rojas, 2017). El artículo **73** “determina que el Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales (...)” (Asamblea Nacional, 2008, p.52).

En el segundo capítulo de la CE 2008 “Biodiversidad y recursos naturales”, que consta de siete secciones respalda el aprovechamiento sostenible del ecosistema son avalados en los artículos 395 al 403. Se describen a los derechos

que tienen las especies en el artículo 395 literal 1. “(...) El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras. (...)” (Asamblea Nacional, 2008, p. 177). Los ecosistemas y naturaleza tienen derecho a ser remediados y conservados por parte de personas naturales o jurídicas. El artículo 400 menciona la importancia de la preservación de la biodiversidad y sus componentes para preservar el material genético del país.

1.6.2. Convenio sobre la Diversidad Biológica.

En el CDB de la ONU en 1992, al cual Ecuador está suscrito, promueve el aprovechamiento con sostenibilidad de los ecosistemas y su material genético.

El artículo 6 de “Medidas generales a los efectos de la conservación y la utilización sostenible” en el literal b) señala que se debe integrar en medida de lo posible y según proceda la conservación sostenible de la diversidad biológica; en planes y políticas sectoriales e intersectoriales. En el artículo 7 de identificación y seguimiento, en los literales a) Se procederá a la identificación de componentes de diversidad biológica teniendo en consideración que sean especies endémicas, en peligro ó vida silvestre, además de poseer notabilidad científica, cultural, económica; b) se procederá al muestreo con diferentes técnicas para el cumplimiento con el literal a); c) “Identificará los procesos y categorías de actividades que tengan, o sea probable que tengan, efectos perjudiciales importantes en la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica

y procederá, mediante muestreo y otras técnicas, al seguimiento de esos efectos” (ONU, 1992, p. 6).

En el artículo 8 de conservación in situ el literal a) se refiere a la creación de un sistema de áreas protegidas o zonas para tomar medidas de conservación; d) “Promoverá la protección de ecosistemas y hábitats naturales y el mantenimiento de poblaciones viables de especies en entornos naturales;” (ONU, 1992, p. 6); h) se erradicará y controlará especies exóticas que amenacen especies ó ecosistemas. Artículo 13 de educación y conciencia pública, se promoverá la concientización de la importancia de la diversidad biológica mediante la aplicación de programas de educación.

1.6.3. Código Orgánico Ambiental.

En el COA los artículos 5, 6, 8, 9, 27, 30, 31, 35 garantizan responsabilidades del Estado y Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD’s) para la preservación y el manejo adecuado del material genético y la biodiversidad del Ecuador (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2017).

La Ley de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua en el título II, el artículo 57 se trata del agua como derechos para la supervivencia humana y al saneamiento ambiental. Los artículos 71, 72, 73, 74 manifiestan los derechos colectivos y en el artículo 80 describe sobre los vertidos y descargas (Rojas, 2017).

El capítulo III de áreas especiales para la conservación de la biodiversidad, los artículos 55 y 56 proponen alternativas complementarias de conservación adicionales a las del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP). Dos de estas alternativas pueden ser utilizadas para la propuesta de conservación del

Astroblepus spp.. Basados en los artículos 60 y 61 estas pueden ser servidumbres ecológicas y corredor de conectividad.

Art. 60.- De los corredores de conectividad. Los corredores de conectividad se podrán establecer entre las áreas de propiedad pública, privada o comunitaria que forman parte del patrimonio natural terrestre, marino, marino costero e hídrico del país. El fin de estos corredores de conectividad será reducir la fragmentación del paisaje y los riesgos asociados al aislamiento de poblaciones y vida silvestre, mantener flujos migratorios y dinámicas poblacionales que contribuyan a mantener la salud de los ecosistemas, así como la generación permanente de servicios ambientales. Primordialmente se establecerán estas zonas entre las áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Patrimonio Forestal Nacional y las áreas especiales para la conservación de la biodiversidad.

Art. 61.- De las servidumbres ecológicas voluntarias y obligatorias. Las servidumbres ecológicas voluntarias son un gravamen constituido por acto voluntario del propietario de cualquier predio sobre la totalidad o una parte de dicho predio, llamado predio sirviente, a favor de cualquier persona natural o jurídica para los fines de conservación y protección de especies, ecosistemas, recursos naturales, belleza escénica, valores ecológicos esenciales, u otros valores culturales, socioculturales o genéticos. Las servidumbres ecológicas obligatorias son las franjas de protección ribereña de los cuerpos de agua, así como las laderas escarpadas naturales. La cobertura boscosa o vegetación natural de las servidumbres ecológicas solo puede ser objeto de aprovechamiento de productos no maderables de simple recolección y de usos no consuntivos (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2017, p. 27).

1.6.4. Código Orgánico General de Procesos.

En el Código Orgánico General de Procesos en su título 2, el artículo 38 habla acerca de cómo se tratan los procesos cuando existen daños que afecten al medio ambiente. Al mismo tiempo en el artículo 39 refiere a la aplicación de medidas para la reparación de los daños ambientales (Rojas, 2017).

1.6.5. Código Orgánico Integral Penal.

Sobre el COIP de los delitos ambientales están tipificados en el capítulo IV. En el artículo 251 denominado “Delitos contra el agua” se exponen las formas de afectación a recursos hidrobiológicos así como la sanción a quien los cometiese; con una pena privativa de libertad de tres a cinco años. En el artículo 257 refiere a la “Obligación de restauración y reparación” de ecosistemas (Asamblea Nacional, 2017).

1.6.6. Código Orgánico Organización Territorial Autonomía

Descentralización.

El COOTAD contiene en el título I, cuyo artículo 2 inciso h “Sustentabilidad al desarrollo” sostiene que los GAD’s municipales deben impulsar el desarrollo territorial asumiendo una visión integral (aspectos sociales, culturales e institucionales, económicos y ambientales). De la misma manera en el título II, artículo 54, literal k los GAD’s municipales deben: prevenir, regular y controlar la contaminación ambiental mediante la implantación de políticas ambientales. Artículo 55 inciso d) los GAD’s serán los encargados del saneamiento ambiental de los servicios públicos (manejo de residuos sólidos, aguas residuales...). Artículo 136 inciso 4 los GAD’s provinciales estarán encargados de la organización de la gestión ambiental (Rojas, 2017).

1.6.7. Ley Orgánica de la Salud.

La salud humana y ambiental siempre estarán vinculadas pues son indicadores directos de calidad de vida. Para respaldar esta aseveración Rojas (2017) considera pertinente citar los artículos 1 y 96. Este último declara que toda persona natural o jurídica tiene la obligación de proteger acuíferos y cuencas hidrográficas que sirvan para el abastecimiento humano. Los artículos 102 y 103 enuncian como responsables a las municipalidades para que las aguas servidas sean tratadas previamente a su descarga a un cuerpo de agua.

1.6.8. TULSMA: Título II De la Investigación, Colección y

Exportación de Flora y Fauna Silvestre.

En el artículo 6 se indica que Toda investigación científica relativa a la flora y fauna silvestre a realizarse en el Patrimonio Nacional de Áreas Naturales por

personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, requiere de la autorización emitida por el Distrito Regional correspondiente. Fuera del Patrimonio Nacional de Áreas Naturales, no se requiere autorización de investigación, salvo que el proyecto respectivo implique la recolección de especímenes o muestras.

2. CAPÍTULO II: DIAGNÓSTICO - METODOLOGÍA

2.1. Técnicas de investigación

2.1.1. Tipo de investigación.

El tipo de investigación es cualitativa y cuantitativa. Se ha de recurrir a la identificación de amenazas y vulnerabilidades con el método descriptivo de campo y de observación.

2.1.2. Delimitación del área y de microcuenca.

Previo al muestreo fue necesario identificar zonas por su importancia. El análisis se lo hizo considerando el sistema hídrico, estudiando el ingreso (nacientes), el durante y salida (desembocadura). En términos ecológicos esto significa que se muestreo lugares de la parte alta y algunas nacientes. Luego se procedió a la identificación del área media del río que fue la adyacente a la zona de impactos (ciudad). Y finalmente el área previa a la desembocadura. La delimitación de la microcuenca se realizó con el ArcMap del ArcGis.

2.1.3. Alcance del proyecto.

Determinación de la presencia ó ausencia del *Astroblepus* spp. en la MRSC e identificando amenazas y vulnerabilidades que afectarían su existencia ó desaparición.

2.1.4. Etapas de la investigación.

En la primera etapa se realizaron las visitas informales a modo de diagnóstico para que el investigador tuviese una perspectiva amplia de la zona y sus interacciones. La segunda etapa consistió en contactar con las personas claves identificando las zonas donde haya posibles evidencias históricas de la presencia del *Astroblepus* spp. y de las fuentes de contaminación. La tercera etapa fue la fase de muestreo, conjuntamente con la georeferenciación de las tres zonas previamente identificadas. La cuarta etapa fue de análisis de los resultados y generación de mapas y sobre esa base proponer alternativas para conservación de las zonas estudiadas.

2.2. Metodología para la identificación de zonas y trabajo en campo

Previo a la fase de muestreo se recurrió a la revisión bibliográfica de fuentes de información primaria, secundaria, como artículos de revistas científicas. En la fase preliminar de campo se recorrió la MRSC en busca de ‘pistas’, zonas propensas a cambios, historias, leyendas e identificar personas y lugares claves.

Para lograr obtener más información acerca de la distribución del *Astroblepus* spp. se efectuaron entrevistas a ‘personas claves’ que habiten por varios años (más de 10 años) en las zonas contiguas a la MRSC. Recurriendo a su memoria histórica se pretendió identificar zonas para realizar los muestreos para aumentar la probabilidad de encontrar individuos del *Astroblepus* spp., como también para la tipificación de amenazas y vulnerabilidades. El ejemplo de las entrevistas se encuentra en los anexos.

Se emplearon entrevistas a especialistas, quienes aportaron con su conocimiento acerca del *Astroblepus* spp. Se realizaron consultas a: Dr. Ramiro

Barriga del Museo de Ciencias Naturales de la EPN, Juan Francisco Rivadeneira Director de la Carrera de Ciencias Biológicas de la Universidad Central del Ecuador, Jonathan Valdivieso Ictiólogo del INABIO (ver anexos).

2.2.1. Zonas de la MRSC.

Para las determinaciones de las zonas de la MRSC se acudió a datos históricos de los monitoreos de calidad de río (físico, químico y biológico). Básicamente la evaluación de esta área se la hizo con datos de informes pasados y llenando una hoja de campo para verificación de aspectos antrópicos. Se dividió en 3 zonas:

- La zona baja, los puntos: Puente de la Paz (El Aguacate), Centro comercial San Luis, Puente los Mormones (San Rafael).
- La zona media, los puntos: Club Los Cerros (Selva Alegre), Parque Santa Clara (Hospital general de Sangolquí).
- La zona alta se la definió con las visitas de campo. Los puntos fueron: El Vallecito, Centro de Rumipamba, Rumipambito, Barrio San Antonio, La Moca y El sector conocido como Cantuña, Enkador aguas arriba (Enkador 1) y Enkador aguas abajo (Enkador 2).

La zona alta fue donde se generó nueva información, para completar el primer objetivo de este proyecto (ubicación geográfica del *Astroblepus* spp.).

2.2.2. Técnica de muestreo ictiológico.

La técnica fue el muestreo no probabilístico, de la denominada bola de nieve propuesta por Leo Goodman estadístico de la Universidad de Chicago. Consiste en formar un red de contactos en busca de información de un tópicos determinado

(Tamez et al., 2018). En este proceso se trata de que los pobladores locales aporten con su conocimiento del sitio.

El método de muestreo de la preñadilla dependiendo del lugar donde se lo aplicó, en el caso de riachuelos, acequias, canales de riego y quebradas, se empleó la red de mano. En las quebradas de mayor caudal se usó red de mano y red cuadrada. Por ningún motivo se utilizó para la pesca explosivos o contaminación de agua (barbasco ó rotenona) (Blacio Game, 2009).

El *Astroblepus* spp. fue observado y liberado en el mismo lugar donde se lo encontró, no se sacrifico ningún individuo.

2.2.3. Parámetros del agua medidos en campo.

Los parámetros físicos-químicos que se midieron in situ fueron: pH, conductividad, sólidos suspendidos, oxígeno disuelto y temperatura del medio acuoso. Para los parámetros DBO y DQO se contrató los servicios de un laboratorio acreditado.

2.2.4. Cálculo del caudal .

Para realizar esa medición se utilizó la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{V}{t} = A * v = \left[\text{Ancho}(m) * \text{Profundidad}(m) * \text{rapidez} \left(\frac{m}{s} \right) \right] * 1000$$

$$\therefore Q = \frac{m^3}{s} * 1000 = \frac{l}{s}$$

Donde: A= área de una sección uniforme del río; v= rapidez de flujo.

Cuando el caudal era muy reducido se empleó un recipiente para medir el volumen en intervalos de tiempo.

2.3. Materiales e instrumentos de campo

Para la medición de los parámetros fisicoquímicos se utilizó un multi parámetro marca Hach - HQ 40d- Multi. En la georeferenciación se empleó un GPS, Garmin-Etrex 10. Además de un medidor de rapidez de flujo. Igualmente se aplicó muestreo en campo y llenado de hojas de campo.

2.3.1. Redes de mano y cuadrada.

Las redes cuadradas son muy similares a la red de enmalle (imagen ilustrativa- figura 3), en este caso se empleó como cerco mientras se empleaba la red de mano para intentar capturar a los individuos del *Astroblepus* spp. Las redes de mano son ligeras y se emplean para aguas poco profundas (Blacio, 2009).

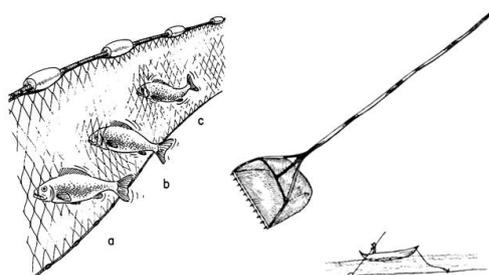


Figura 3. Red de cuadrada y red de mano

Fuente: (Blacio, 2009; Rosman, Maugeri, & Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación., 1980)

2.3.2. Hoja de campo.

La hoja de campo es el documento donde se realizó la identificación y se registró los impactos in situ.

Tabla 5. Muestra las secciones de la hoja de campo.

Nro.	Secciones	Datos a completar
01	Información general.	Hora, fecha, ubicación geográfica, caudal.
02	Datos de condiciones atmosféricas.	Temperatura y estado de tiempo climático.
03	Paisaje	Erosionado, pedregoso, vegetación
04	Ganadería y pesca	Cantidad de ganado vacuno, de carga, porcícola, piscícola y avícola

Nro.	Secciones	Datos a completar
05	Presencia de residuos sólidos en la ribera del río.	Orgánico e inorgánico.
06	Presencia agrícola	Tipo de cultivo y forma de producción
07	Cualidades de río	Apariencia superficial, fondo y lecho, vegetación riparia e infraestructura gris.
08	<i>Astroblepus</i> spp.	Color, talla, dimorfismo sexual.

Elaboración: Autor

2.4. Metodología de evaluación de impactos

Hay que aclarar que la Secretaría de Gestión de Riesgos evalúa amenazas y vulnerabilidades enfocadas en el número de poblaciones y número de personas afectadas según la magnitud del desastre. El caso de esta investigación se ha preferido trabajar con la metodología de Ecología del paisaje, la que utiliza para las evaluaciones de amenazas herramientas de un sistema de información geográfica.

2.4.1. Evaluación de aspectos cualitativos.

Para la representación cualitativa hay que considerar 4 aspectos:

Frecuencia: es la periodicidad en que se repiten los impactos negativos o una acción perniciosa hacia el ambiente. Peligrosidad: si los agentes que son arrojados a la naturaleza son corrosivos, tóxicos, explosivos, combustibles, inflamables, entre otros. Extensión: si el impacto al que el ecosistema es sometido, si es de carácter puntual, local, regional o global. Cantidad: se hace referencia a la apreciación de valor de alguna excreción a la naturaleza (Bernabé et al., 2015).

	Escombros						Invernadero					
	Fundas Plásticas						Comercialización					
	Material médico						Pastos cultivados					
	Envoltorios de comida						Total:	Ganadería				
	Electrónico							1	2	3	4	
Total:	Microcuena				GANADERÍA	Uso productivo	Ganado vacuno					
	1	2	3	4			De carga					
Microcuena río	Vivienda							Avícola				
	Industria							Piscícola				
	Vías							Porcino				
	Puentes					Total:						
Total:						NOTA: 1: Muy Poca; 2: Poca; 3: Alta; 4: Muy Alta						

Elaboración: Autor

Si un ecosistema tuviese impactos en todos los parámetros evaluados se hablaría de una afectación al 100%. Por otra parte si las afectaciones son nulas o despreciables se interpreta como un ecosistema saludable. Para obtener una cuantificación de las afectaciones antes descritas se ha ponderado como prosigue en la tabla 7:

Tabla 7. Ponderaciones para la cuantificación de las evaluaciones de vulnerabilidades en la MRSC.

Parámetros	Ponderación (%)
Paisaje	5
Residuos sólidos	25
Microcuena	10
Agua-descargas	20
Agricultura	5
Ganadería	35

Nota: Las ponderaciones son asignadas por criterio técnico, pueden variar dependiendo del lugar y el objetivo de la investigación.

Elaboración: Autor

La evaluación en conjunto de amenazas y vulnerabilidades se aplicó la metodología propuesta por MACROCONSULT CÍA. LTDA. (2017), tabla 08.

Los datos cuantificables son aquellos que son intrínsecos (forman parte de). Los niveles de afectación se presentan de la siguiente forma:

- Si $A > V$ ∴ la alteración tiende A

- Si $A < V$ ∴ la alteración tiende A
- Si $A = V$ ∴ la alteración es igual A

Tabla 8. Forma de evaluación para las amenazas y vulnerabilidades de la MRSC.

		Amenazas				
		Muy Alta (4)	Alta (3)	Poca (2)	Muy Poco (1)	No registra (0)
Vulnerabilidades	Muy Alta (4)	Muy Alta (4)	Alta (3)	Poca (2)	Poca (2)	Muy Poco (1)
	Alta (3)	Muy Alta (4)	Alta (3)	Poca (2)	Poca (2)	No registra (0)
	Poca (2)	Alta (3)	Alta (3)	Poca (2)	Muy Poco (1)	No registra (0)
	Muy Poco (1)	Alta (3)	Poca (2)	Poca (2)	Bajo (1)	No registra (0)
	No Registra (0)	Muy Poco (1)	Muy Poco (1)	No registra (0)	No registra (0)	No registra (0)

Fuente:(MACROCONSULT CÍA. LTDA., 2017)

Elaboración: Autor

Nota: La tabla 08 servirá para cuantificar las afectaciones en las acciones antrópicas.

2.4.1.1 Análisis de los resultados.

- **Muy alta:** La afectación requiere mitigación.
- **Alta:** Sugiere investigación.
- **Poca:** Proponer monitorización y programas de prevención.
- **Muy poco:** Crear programas de prevención

Los colores asignados son basados en el sistema de alerta, que son utilizados por varias instituciones para indicar la ocurrencia de algún evento según (Bernabé et al., 2015):

Blanco: sin actividad. **Verde:** Actividad anormal y se debe prevenir una amenaza. **Amarillo:** Cuando existen indicios de actividad anormal y se debe realizar un plan de evaluación. **Naranja:** Aumento dramático de anomalías, de ser el caso se evacua las poblaciones y comunidades. **Rojo:** El fenómeno adverso

produce impactos desencadenando un desastre. Requiere de intervención inmediata.

2.4.2. Información geográfica - SIG.

Los SIG son los Sistemas de Información Geográfica siendo una herramienta el ArcMap. Antes de continuar con la descripción hay que aclarar dos conceptos que son de gran importancia: Datum es el modelo, la forma geométrica (elipsoide) de referencia del planeta Tierra; y Proyección es el método utilizado para representar la forma geométrica. Se utilizó para la representación gráfica y la georreferenciación la información digital obtenida de: <http://www.institutoespacial.gob.ec>. De allí se descargaron los metadatos que fueron proyectados al sistema de coordenadas WGS 84, datum UTM zona 17 sur/norte utilizando el software ArcMap 10.4.1 de ArcGis. Este software fue utilizado solamente para fines educativos.

Para la delimitación de la MRSC se manejó un DEM (Modelo de Elevación Digital) en el que se aplicó las herramientas del “hidrology” como el “flow direction” y “flow accumulation” para a continuación seleccionar y crear el punto más bajo la que se lo llama “sumidero”, lugar donde arroja sus aguas el río Santa Clara. Finalmente aplicar el “watershed”, que no es otra cosa que el polígono que delimita la cuenca. Para dividir la red hídrica de MCRSC en red primaria, secundaria, terciaria, cuarta, quinta y sexta de modo que se grafique el flujo de escurrimiento en el lugar donde se ubicó al *Astroblepus* spp. Ejecutando la herramienta “Con”, condicional del “flow accumulation”, con valores condicionales de Value>100000, Value>10000, Value>5000, Value>1000, value>500 y value>200 respectivamente.

Para la modelación tridimensional del cantón Rumiñahui se empleó la herramienta: Triangulated Irregular Network (TIN). Es la triangulación de datos vectoriales para representarla en tercera dimensión. Se descargaron los metadatos del portal <https://earthexplorer.usgs.gov>. Utilizando el Aster Global DEM, para obtener las curvas de nivel cada 20 metros y después se procedió a suavizar éstas con un Fill. A continuación se generó el TIN. Finalmente la modelación en 3D se la plasmó con ArcScene 10.4.1 de ArcGis.

Para la evaluación de estabilidad del paisaje previamente se generaron capas (pendiente, cobertura vegetal, movimiento de masas y flujo de lahares del volcán Cotopaxi) y se procedió a convertirlas en archivo tipo raster. Luego se aplicó la “superposición ponderada” con la herramienta del spatial analyst tools>overlay>weighted overlay presentando un raster de fácil interpretación.

2.5. Calidad de río Santa Clara

Se lo realizó desde el 2014 en adelante, en 7 y 8 puntos divididos en tres secciones. Estas fueron zona alta, media y baja que han sido determinadas por el DPA- GADMUR y el laboratorio contratado para realizar el muestreo. Los puntos fueron definidos de acuerdo a la accesibilidad del lugar y las zonas de mayor impacto. Los muestreos y análisis han sido realizados por tres laboratorios distintos desde el 2014. Se verifican parámetros:

Parámetros físico - químicos: Color, oxígeno disuelto, caudal, pH, DBO5, DQO, sólidos totales, sólidos suspendidos, sustancias solubles en hexano, TPH, sustancias activas al azul de metileno, arsénico, carga contaminante, nitritos y nitratos.

Microbiológicos: Coliformes fecales y totales.

Los análisis son verificados con el TULSMA Anexo I, libro VI, tablas: 3, 4, 10, 12. Los resultados reflejan que los parámetros recurrentes con problemas de contaminación y que se encuentra fuera del límite máximo permisible, en su mayoría son: oxígeno disuelto y coliformes fecales en menor cantidad sustancias solubles en hexano.

Para el caso de esta investigación se analizaron los parámetros: oxígeno disuelto, caudal, pH, DBO5, DQO, carga contaminante, temperatura y conductividad.

2.5.1. Monitoreos

2.5.1.1 Monitoreos del laboratorio 2014.

En este año se realizó el muestreo en 7 lugares, un total de 28 puntos: Enkador aguas arriba (Enkador 1), Enkador aguas abajo (Enkador 2), club Los Cerros, parque Santa Clara, puente La Paz, CC San Luis, puente Los Mormones. Los meses de los muestreos fueron agosto, septiembre, octubre y noviembre. Las observaciones realizadas por el laboratorio encargado del muestreo son: presencia de residuos sólidos; presencia de ganado bovino y equino; igualmente descargas domiciliarias. Los análisis físico - químicos revelan que el **Oxígeno Disuelto** se encuentra **fuera del límite máximo permisible** casi en todos los puntos excepto en tres (Enkador). El **DQO** presenta un punto **fuera del límite máximo permisible**. Ver tabla en Anexos.

2.5.1.2 Monitoreos 2015.

En este año se efectuó el muestreo en 8 lugares con un total de 28 puntos. Son los mismos que se realizaron en el monitoreo 2014 con la inclusión de La Moca

(ubicado en la parte alta de la microcuenca). Los meses de los muestreos fueron abril, junio, agosto y octubre. Las observaciones realizadas por el laboratorio encargado del muestreo son la presencia de residuos sólidos y descargas domiciliarias. Los análisis físico - químicos manifiestan que el **Oxígeno Disuelto** se encuentra **fuera del límite máximo permisible** en 8 puntos. El **DQO** y **DBO** presenta un punto **fuera del límite máximo permisible**.

2.5.1.3 Monitoreo 2016.

Los sitios y las fechas muestreadas son similares a las del monitoreo 2015 con un total de 31 puntos verificados. Los análisis físico - químicos exponen que el **Oxígeno Disuelto** se encuentra **fuera del límite máximo permisible** en 9 puntos. El **DQO** presenta 4 puntos **fuera del límite máximo permisible**. El **DBO** presenta 2 puntos **fuera del límite máximo permisible** los muestreos fueron realizados en el Parque Santa Clara y La Moca.

2.5.1.4 Monitoreo 2017.

Las zonas y las fechas muestreadas son similares a las del monitoreo 2015 y 2016 un total de 31 puntos. Los análisis físico - químicos revelan que el **Oxígeno Disuelto** se encuentra **fuera del límite máximo permisible** en 10 puntos. El **DQO** presenta un punto **fuera del límite máximo permisible**.

2.5.1.5 Monitoreo 2018.

Las territorios y las fechas muestreadas son similares a las del monitoreo 2017 excepto que no se incluye la zona de La Moca un total de 27 puntos. Las observaciones realizadas por el laboratorio encargado del muestreo señalan presencia de residuos sólidos y descargas domiciliarias. Los análisis físico -

químicos muestran que el **DQO y DBO** presenta un punto **fuera del límite máximo permisible**, la muestra fue tomada en Enkador aguas arriba.

2.6. Cantidad de residuos sólidos en la MCRSC

2.6.1. Zona urbana.

El MAE desde el 2010 participa en el evento conocido como “Coastal Cleanup” promovido por la firma Ocean Conservancy en más de 123 países. Se trata de una acción coordinada entre la Dirección Provincial MAE - Pichincha y el GADMUR - DPA. Desde el 2016 cada año en el mes de septiembre se realiza la limpieza de la MRSC, donde adicionalmente participan instituciones educativas, organizaciones de apoyo, entre otras. La limpieza comprende el cauce y la ribera del río en los lugares accesibles y en los tramos establecidos por la organización (dentro de la ciudad de Sangolquí). Estos sectores se caracterizan por ser lugares que sirven para la recreación y de alta intervención.

Con Oficio Nro. MAE-DPAPCH-2019-0289-O, se dio respuesta a la petición de información acerca del evento mencion, los resultados son sintetizados a continuación:

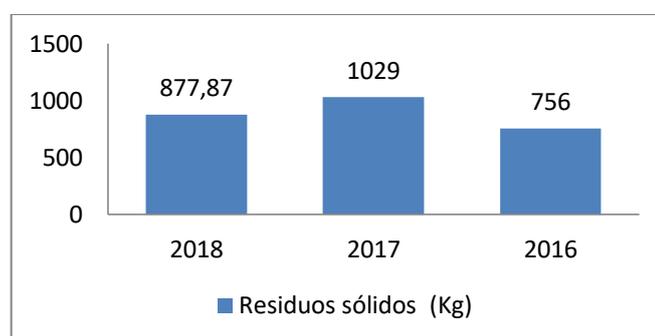


Figura 5. RS pesados en Kg, en los años 2016, 2017 y 2018; en una distancia total de 12,5km.

Fuente: MAE, 2019

Elaboración: Autor

En el año 2017 en un tramo de 3,4 km se logró la recolección de 1,029 toneladas de residuos sólidos, que significa que en el área urbana por donde atraviesa la MRSC existe 0,303 kg por cada metro.

2.6.1.1 Cantidad de RS en el 2016, 2017 y 2018

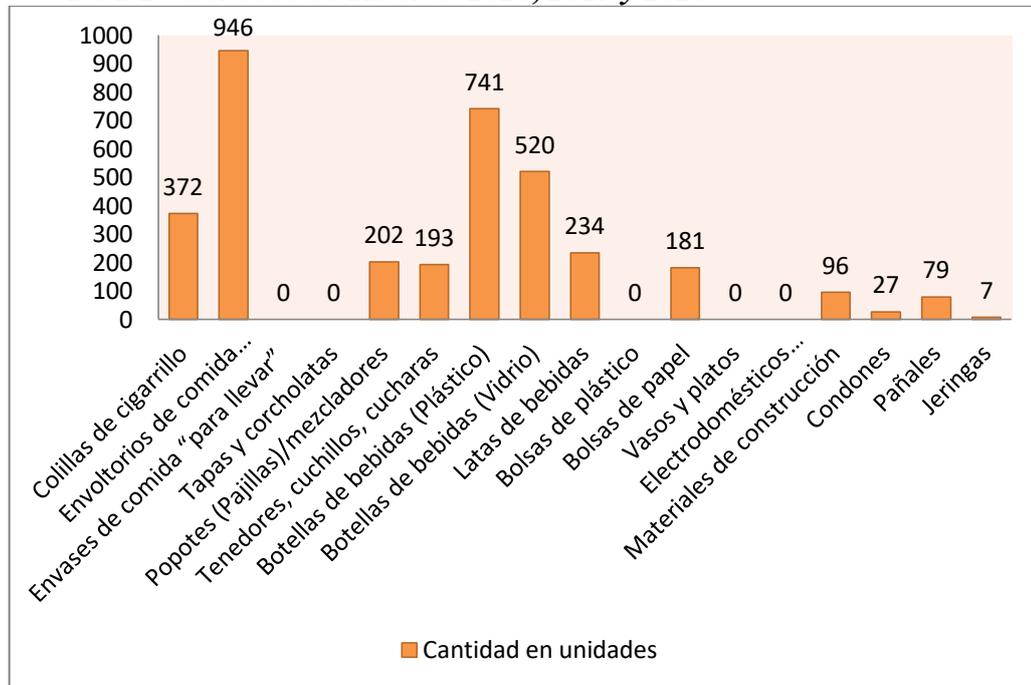


Figura 6. RS recogidos en el año 2016, en una distancia de 6 km entre Boulevard Santa Clara y el hospital de Sangolquí.

Fuente: MAE, 2019

Elaboración: Autor

Como se observa el mayor número de RS es envoltorios de comida con 946 unidades y botellas plásticas con 741 unidades. No se llevó registro de bolsas plásticas, tapas y corcholatas. Se han registrado 96 unidades de restos de materiales de construcción.

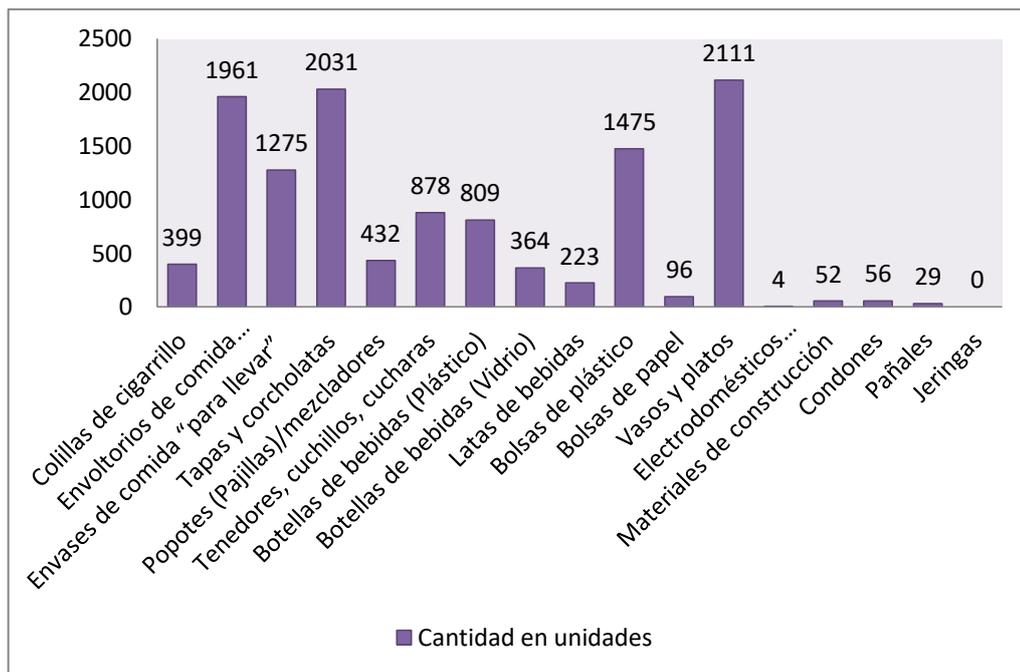


Figura 7. RS recogidos en el año 2017, en 3,4 km; entre el Boulevard Santa Clara y el hospital de Sangolquí.

Fuente: MAE, 2019

Elaboración: Autor

En este año los picos altos son envoltorios de comida, tapas y corcholatas, vasos y platos desechables. Llama la atención la cantidad de preservativos registrados. La predominancia de los plásticos que sirvieron para la alimentación de las personas son indicadores de reducción la soberanía alimentaria de la población urbana.

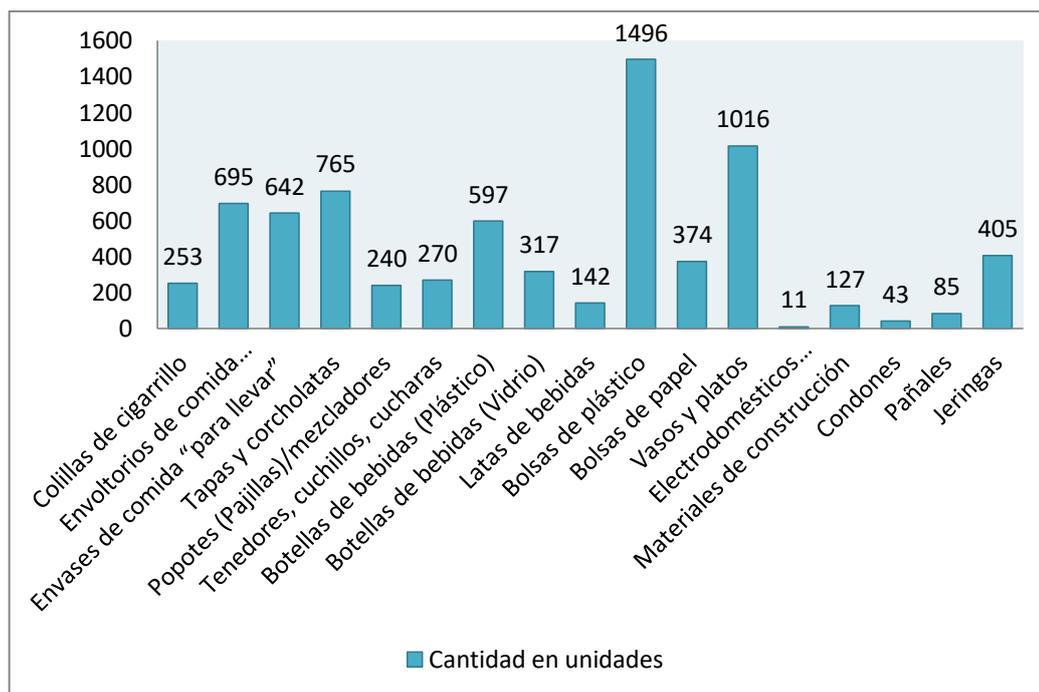


Figura 8. RS recogidos en el año 2018, en 5 km; entre el Boulevard Santa Clara y el hospital de Sangolquí.

Fuente: MAE, 2019

Elaboración: Autor

Para este año la predominancia de fundas plásticas es lo más notorio en la gráfica; el conjunto de recipientes y envoltorios de procedencia alimenticia. Es notable la suma de jeringas encontradas, 405 unidades; 11 electrodomésticos y 85 pañales fueron arrojados a la MRSC.

2.6.2. Zona rural.

No cuenta con los datos necesarios para realizar un análisis.

2.7. Historial de amenazas del cantón Rumiñahui

Los datos son obtenidos de la plataforma www.desinventar.org. Se ha revisado los acontecimientos más importantes que se encuentran registrados en esta plataforma. Los datos recopilados corresponden desde septiembre del año 1977 hasta septiembre del 2018, se registraron un total de 67 eventos, entre naturales y antrópicos.

Para el caso de esta investigación se manejaron datos acerca de contaminaciones, incendios forestales, deslizamientos, inundaciones, actividad volcánica, vendaval y tempestad.

2.7.1. Contaminación.

En 1995 se registra en la ciudad de Sangolquí, Parque Turismo, en un río agua con turbiedad y olor insoportable. En el mismo año se registra en el río Ushimana gran cantidad de residuos sólidos.

2.7.2. Inundaciones.

Se registran desde el año 2000 un total de 11 inundaciones. En su mayoría son provocadas por gran cantidad de precipitaciones y taponamiento de alcantarillas, las que se llenan de “basura y lodo” e impiden el desfogue. Los hechos son registrados en las zonas bajas de la microcuencas del los ríos San Pedro, Santa Clara y Pita.

2.7.3. Incendios forestales.

Se registraron 12 de estos acontecimientos desde el 2012, en adelante. En gran parte se desconoce el motivo que los provocó; pero si se hace referencia a que la cobertura vegetal eran pastos y matorrales secos.

2.7.4. Deslizamientos.

El primer acontecimiento registrado data del año 2005. Un total de 4 eventos son por medio de caída de una sección de tierra. A 3 de ellos se les atribuyen las “fuertes lluvias” y solo uno ocurrió por el incremento del caudal del río Capelo.

2.7.5. Actividad volcánica.

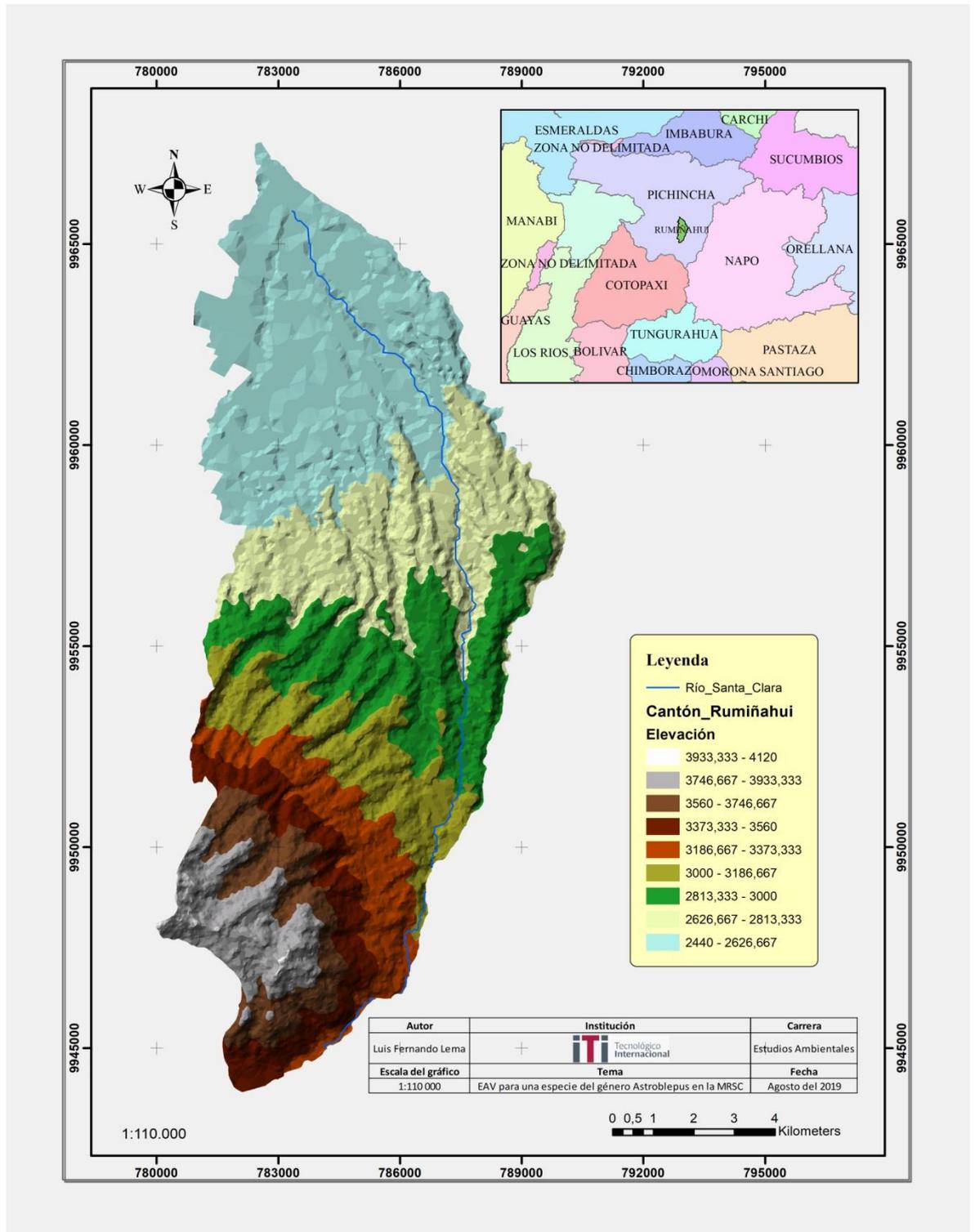
Solo se ha registrado 1 evento, el cual fue la reactivación del volcán Cotopaxi que ocurrió el 14 de agosto del 2015. Los organismos de respuesta como SGR, GADMUR y Cruz Roja recorrieron las zonas vulnerables capacitando de puerta en puerta en caso de erupción.

2.7.6. Vendaval y tempestad.

Ambos con un evento inscrito, la tempestad el 2002 y el 2013 el vendaval.

3. CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Mapa 1. Ubicación geográfica del cantón Rumiñahui y rangos altitudinales del área de estudio.



Elaboración: Luis Fernando Lema

El río Santa Clara en el cantón tiene una extensión de 24,97 km incluyendo la quebrada de El Cabre que nace desde los deshielos del volcán Cotopaxi, siendo este su afluente principal. La elevación del cantón va desde 2440 a 4120 msnm.

3.1. Análisis multitemporal del 2007 al 2014

Se ha utilizado la cobertura vegetal como indicador de los cambios a los que ha estado sometida esta área.

Tabla 9. Áreas de las coberturas vegetales del cantón Rumiñahui del 2007 al 2014

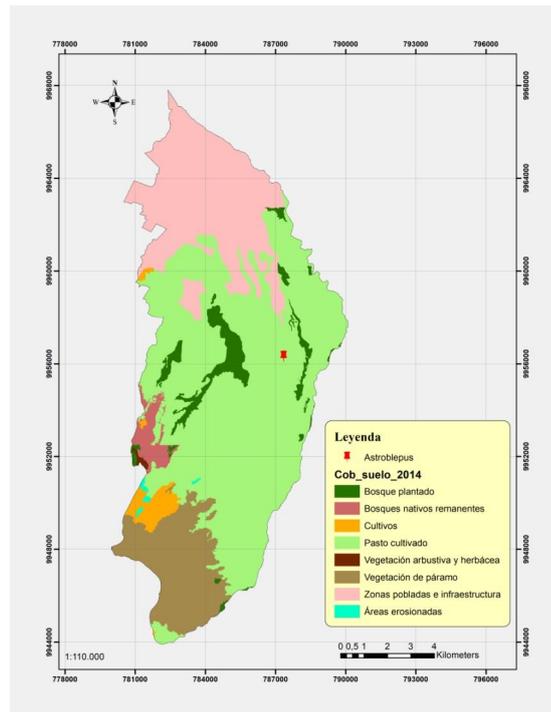
Nro.	Macro cobertura	Año 2007 (km ²)	Año 2014 (km ²)
1	Áreas erosionadas	1,64	0,29
2	Bosque plantado	20,69	6,06
3	Bosques nativos remanentes	0,68	2,76
4	Cultivos	3,68	2,84
5	Pasto cultivado	71,68	76,78
6	Vegetación arbustiva y herbácea	3,11	0,2
7	Vegetación de páramo	17,24	16,04
8	Zonas pobladas e infraestructura	17,1	30,85
	TOTAL	135,82	135,82

Fuente: (Fonag, 2015)

Elaboración: Luis Fernando Lema

Se han reducido las áreas erosionadas y la cantidad de bosques plantados. Se han recuperado bosques nativos y la vegetación arbustiva ha sido reemplazada por zonas pobladas e infraestructura debido a que el ecosistema arbustivo herbáceo se encuentra en zona más baja del cantón. El páramo se ha mantenido “casi” inalterado. Los mapas en mayor tamaño se los puede encontrar en la sección de anexos.

Mapa 2. Cobertura vegetal del año 2014



Elaboración: Luis Fernando Lema

La cobertura vegetal predominante son los pastos cultivados, según la clasificación realizada por el Fonag (2015) agrupadas en un único nivel junto a los pastos naturales y cultivados. No obstante, en el trabajo de campo, al momento de realizar las entrevistas como datos adicionales los pobladores manifestaron que existen pastizales naturales con abonamiento químico y pastos cultivados (tecnificados).

3.1.1. Cambio de cobertura vegetal del 2007 al 2014

Como se explicó en la sección de crecimiento poblacional para este estudio se realizó una recopilación de datos poblacionales históricos y proyectados por el INEC.

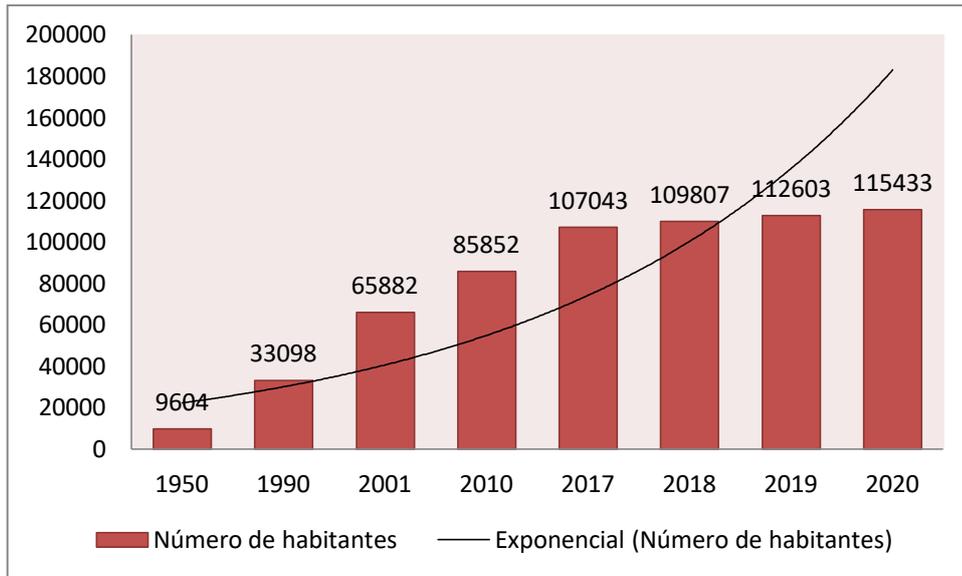


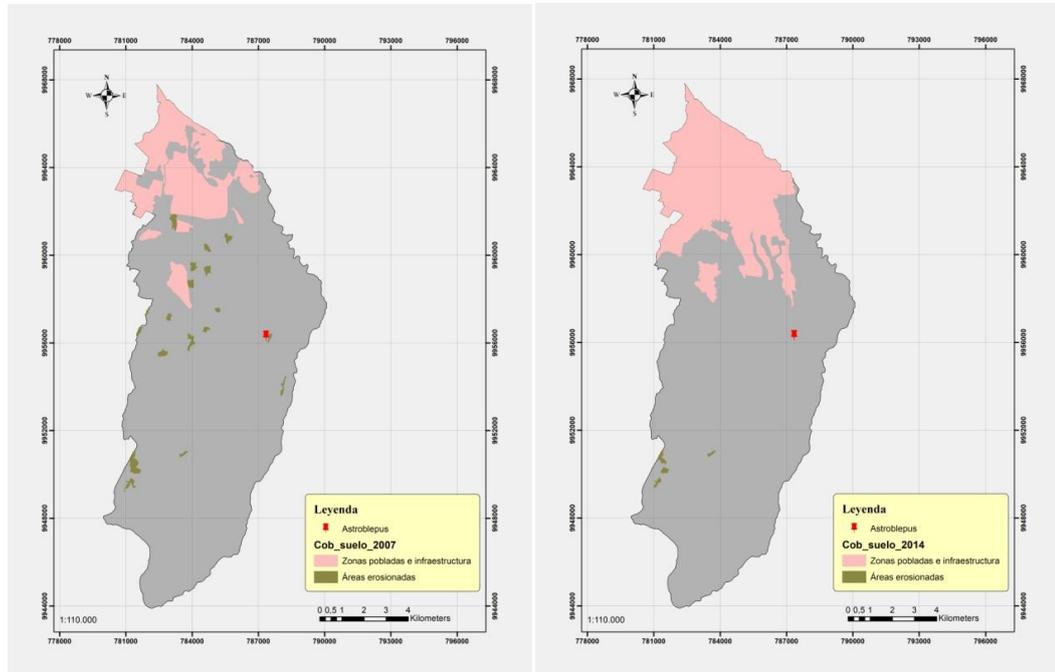
Figura 9. Crecimiento poblacional del cantón Rumiñahui desde 1950 hasta 2020

Elaboración: Luis Fernando Lema

Los datos generan una curva exponencial, la que indica el aumento de habitantes. Se traduce en impactos negativos para la flora y fauna, pues se consume más y se contamina el ambiente sin un apropiado manejo de residuos sólidos.

3.1.2. Cambio de área erosionada a zona poblada e infraestructura

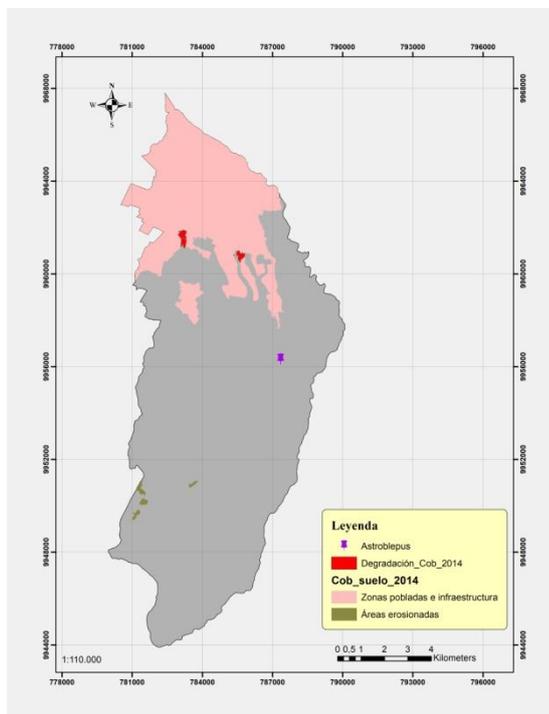
Mapa 3. Comparación multitemporal de la expansión poblacional reflexionando acerca de las áreas de intervención en el cantón Rumiñahui de los 2007 y 2014.



Elaboración: Luis Fernando Lema

La tendencia aumenta la mancha urbana debido al crecimiento poblacional como lo muestra la figura 9. Lo que acrecienta la explotación de los recursos naturales transformando áreas verdes a obra de hierro y cemento. La amenaza es evidente pues la zona urbana avanza hacia zonas altas donde está ubicada la población de *Astroblepus* spp.

Mapa 4. Área degradada, cambio de zona erosionada a zona poblada del 2007 al 2014.



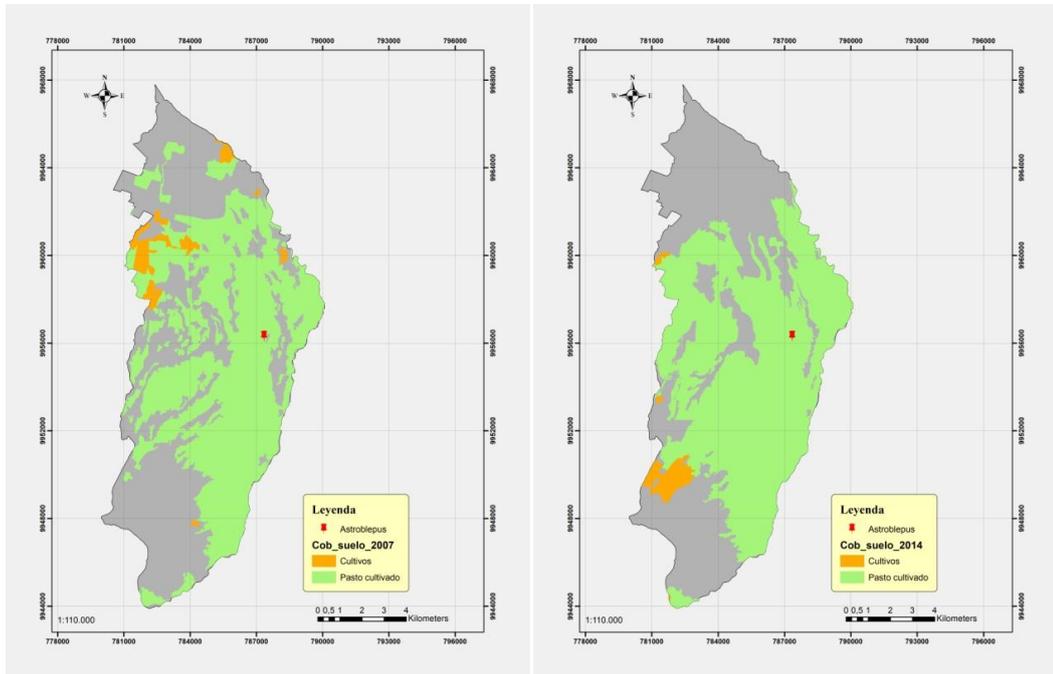
Elaboración: Luis Fernando Lema

Este tipo de degradación consiste en que el 2007 la zonas marcadas de color rojo eran zonas erosionadas (arenales - eriales) y en el 2014 se convirtieron en zonas pobladas y de infraestructura. El total de área degradada es de 0,2643 km².

3.1.3. Cambio de cultivos forestales a cultivos de pastos.

Ha favorecido al cambio de forma de producción y de actividad económica, pasando de sembríos de ciclo corto como el maíz a la implementación de la ganadería lechera. Hoy en día la parroquia de Rumipamba y parte alta de Sangolquí son centros ganaderos.

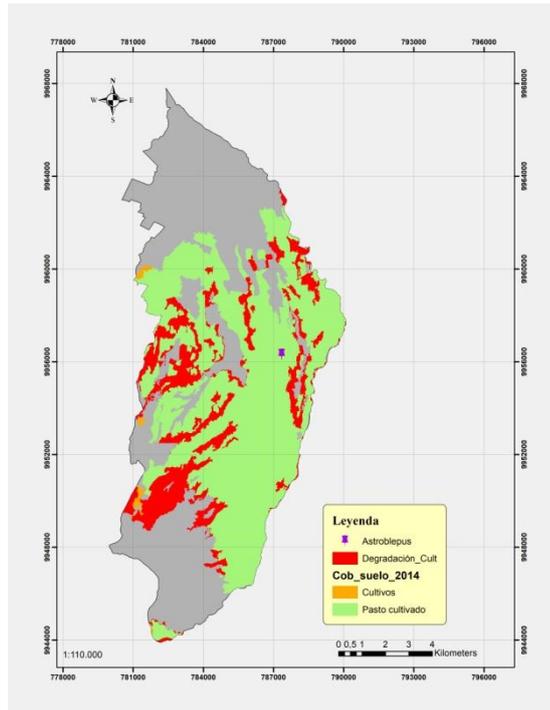
Mapa 5. El aumento de pastos y disminución de cultivos en el cantón Rumiñahui de los años 2007 al 2014.



Elaboración: Luis Fernando Lema

Es evidente la expansión de la frontera ganadera medida desde la cantidad de pastos. Ha aumentado en 5,10 km² en siete años y se nota la presión la que está sometido el *Astroblepus* spp. Lo que demuestra que la ganadería es una amenaza para este pez andino en esta zona.

Mapa 6. Degradación de cultivos a pastos cultivados del año 2007 al 2014.

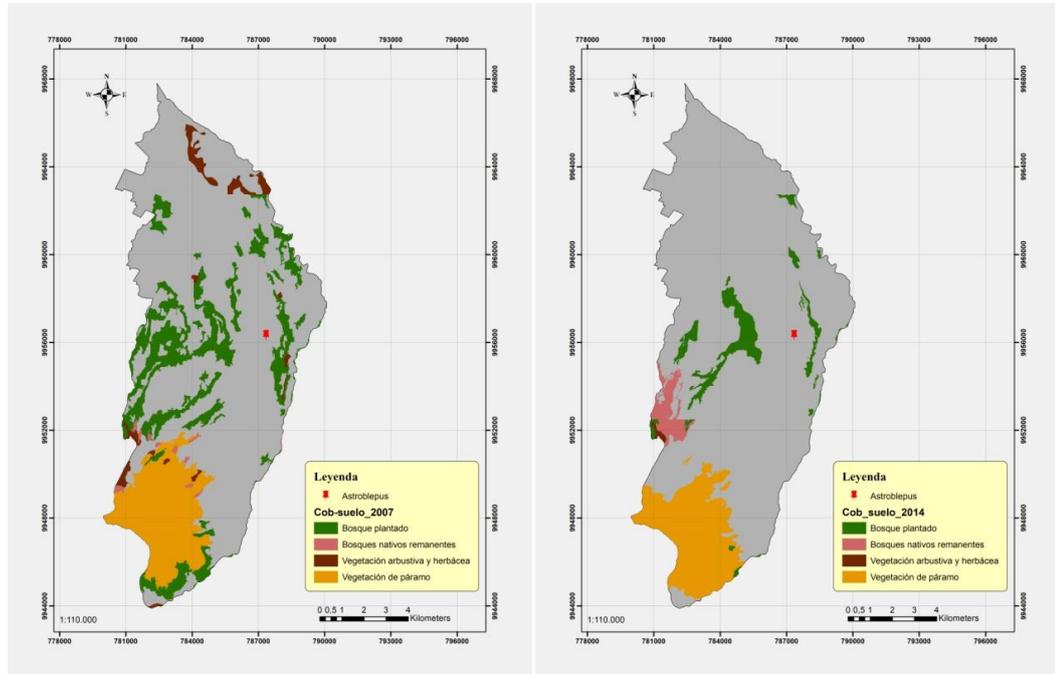


Elaboración: Luis Fernando Lema

La degradación entre cultivos y pastos cultivados de los años del 2007 al 2014 se debe a la transición de bosque cultivado y de vegetación de páramo a cultivos y cultivos de pastos. Esto Fonag (2015) lo cataloga como degradación alcanzando un total de 17,07 km². De los recorridos en la zona realizados por el investigador se logró apreciar que en mayoría los espacios determinados como “cultivos” son sembríos de maíz suave.

3.1.4. Recuperación de vegetación arbustiva y arbórea

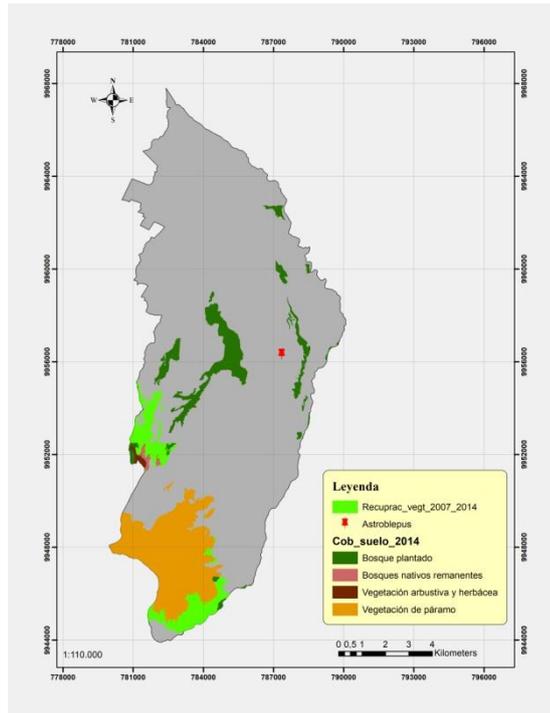
Mapa 7. Muestra la disminución de bosques y vegetación nativa en el cantón Rumiñahui de los 2007 y 2014.



Elaboración: Luis Fernando Lema

La recuperación de estos ecosistemas consistió en cambio de bosque plantado y pastos cultivados a vegetación páramo y bosques nativos remanentes, fortaleciendo la conservación del agua y del ecosistema.

Mapa 8. Recuperación de la vegetación arbustiva y boscosa del 2007 al 2014.



Elaboración: Luis Fernando Lema

La recuperación con especies nativas es la opción más válida para conservar suelo, agua y biodiversidad. Se han recuperado un total de 5, 20 km². El cambio no se ha dado en la zona donde habita el *Astroblepus* spp.

3.2. Delimitación de la MCRS

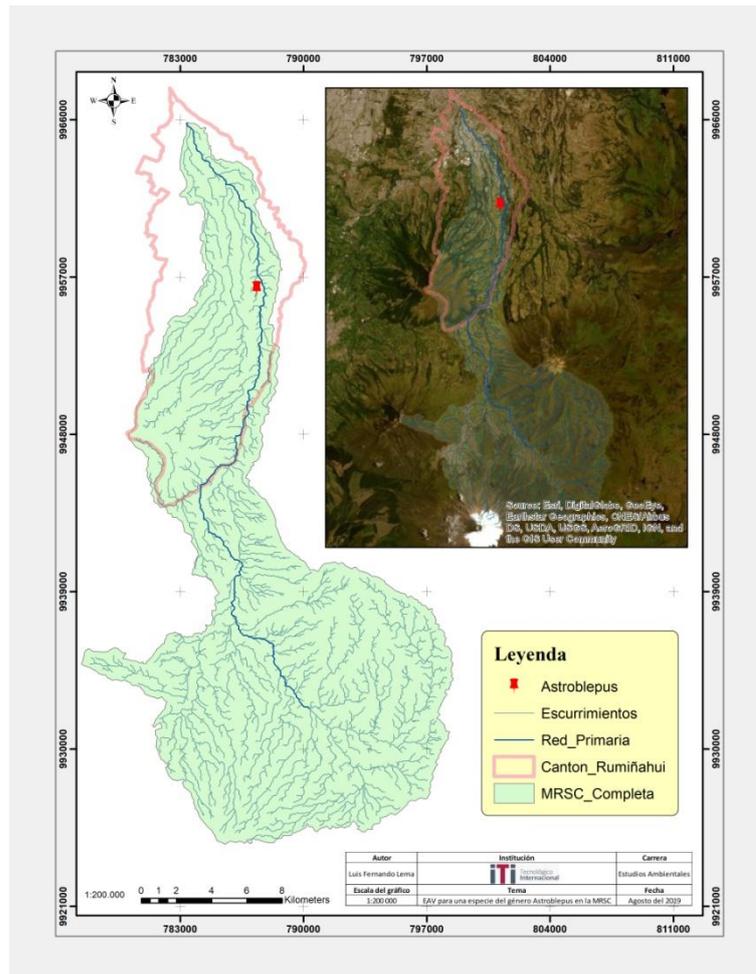
Mapa 9. La microcuenca del río Santa Clara usando un base map del ArcMap.



Fuente: ArcGis, 2019

El área de la MRSC es de 351,41 km² recolectando agua del deshielo del volcán Cotopaxi, Sincholagua, Rumiñahui y Pasochoa además de varios ojos de agua. La MRSC abarca gran parte del cantón Rumiñahui

Mapa 10. Delimitación de la microcuenca del río Santa Clara, con escurrimientos.



Elaboración: Luis Fernando Lema

El *Astrolepiscus* spp. habita en uno de los escurrimientos de varios 'ojos de agua' de la MRSC de La Moca, la Quebrada La Sirena. En este lugar se realizaron dos monitoreos de observación en diferente fecha. Se identificaron tres estanques con presencia de preñadillas. En promedio cada estanque se observaron 1 a 4 individuos que posaban estáticos sobre una roca en periodos de observación de 30 minutos. No se descarta la presencia de este pez en los otros dos sitios antes mencionados, pues como lo menciona el Dr. Ramiro Barriga en la entrevista realizada por el autor “ (...) Usted encuentra preñadillas en todos los ríos de la Sierra, lógicamente se reduce en los cuerpos de agua cercanos a los centros poblados.”

3.3. Discusión de los resultados

3.3.1. Punto de menor intervención, “punto blanco”.

Previo a la investigación fue necesario registrar parámetros físico químicos de un lugar con menor alteraciones que no supere los 3100 msnm. El sitio seleccionado fue la Quebrada El Cabre antes de que ingrese al poblado de El Vallecito. En este lugar se midieron parámetros in situ (pH, conductividad, sólidos suspendidos, oxígeno disuelto y temperatura del río) y se contrató los servicios de un laboratorio acreditado para el análisis del DBO₅ y DQO. Esto permite medir el nivel de afectación que ha sufrido la MRSC después de atravesar toda la ciudad. La fecha de la toma de muestra y de los datos in situ fue el 29 de de Abril del presente año a las 9:00 am.

Tabla 10. Parámetros del punto con menor alteración en la MRSC.

N°	X	Y	Sector	T_río	pH	Conductividad	OD	*DBO	*DQO	Sólidos suspendidos	Caudal
1	786482	9950790	Quebrada El Cabre	11,8	8,83	166,72	7,1	<4,75	<10	80,6	205,7
			Unidades	°C	U pH	U s/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	l/s
			Límite máx permisible	20	6,5 - 9	No aplica	< 6	20	40	No aplica	No aplica

Elaboración: Luis Fernando Lema

Se analizó que no presente alteración por descargas domiciliarias y que su cobertura botánica sea de vegetación nativa y que además sea un lugar accesible para el muestreo. Ninguno de los parámetros incumple con la Tabla 3 del Libro 6 del TULSMA; sin embargo, los niveles de potencial de hidrógeno se muestra muy cercano al límite máximo permisible, ligeramente alcalino.

3.3.2. Puntos muestreados

Tabla 11. Datos generales de los puntos muestreados

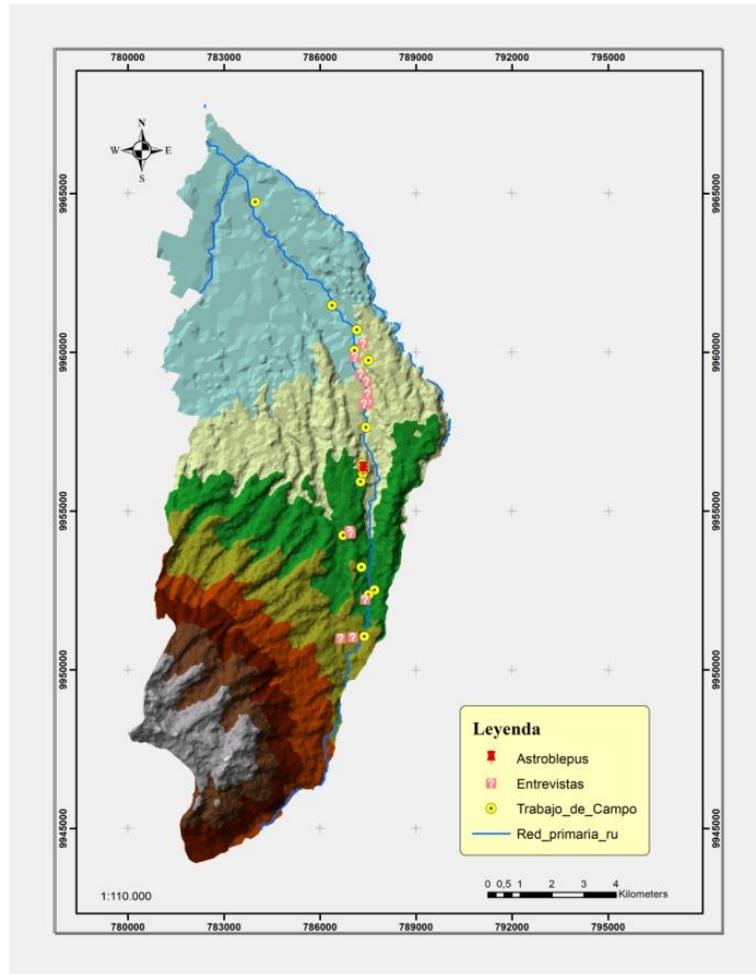
Punto	Fecha	Hora	X	Y	Altura	Sector	Cond. Clima	Estado
1	24/5/2019	17:15	787295	9953228	2957	Rumipamba	Soleado	Ausencia
2	24/5/2019	7:00	787440	9957633	2694	Cantuña	Lluvioso nublado	Ausencia
3	24/5/2019	8:40	786727	9954230	2855	San Antonio	Lluvioso nublado	Ausencia
4	25/5/2019	14:55	787706	9952507	2936	Rumipambito	Lluvioso nublado	Ausencia
5	24/5/2019	18:38	786727	9954230	2855	San Antonio	Despejado	Ausencia
6	25/5/2019	15:45	787390	9951046	3021	El Vallecito	Lluvioso nublado	Ausencia
7	25/5/2019	13:47	787522	9952364	2963	Rumipambito	Lluvioso nublado	Ausencia
8	18/5/2019	10:00	787440	9957633	2694	Cantuña	Soleado	Ausencia
*9	29/6/2019	10:30	787271	9955925	2829	La Moca	Soleado	Ausencia
*10	29/6/2019	11:30	787354	9956328	2764	La Moca	Semi despejado	Ausencia
11	11/7/2019	10:35	787342	9956196	2777	La Moca	Soleado	Ausencia
12	11/7/2019	11:35	787349	9956319	2750	La Moca	Semi despejado	Presencia
13	11/7/2019	11:55	787340	9956317	2748	La Moca	Semi despejado	Presencia
14	11/7/2019	12:10	787328	9956491	2742	La Moca	Semi despejado	Ausencia
15	6/7/2019	10:45	787513	9959743	2701	Q Sta Rosa	Soleado	Ausencia
16	24/7/2019	16:10	787082	9960057	2602	Enkador 1	Soleado	No registra
17	24/7/2019	16:24	787152	9960704	2587	Enkador 2	Soleado	No registra
18	24/7/2019	16:40	786380	9961474	2550	Selva Alegre	Soleado	No registra
19	24/7/2019	17:05	783981	9964729	2490	Boulevard	Soleado	No registra

*Nota: En el caso del muestreo del punto 9 y 10, se efectuaron las visitas de reconocimiento por lo tanto no consta de parámetros de calidad agua.. **Estado** significa presencia o ausencia del *Astroblepus* spp. en el punto muestreado.

Elaboración: Luis Fernando Lema

La fase de muestreo se realizó desde el 18 de mayo hasta el 24 de julio en diferentes horarios, incluso se realizó un muestreo en el ocaso del día (18:38) en el sector de San Antonio. Los muestreos fueron realizados en la época lluviosa (mayo) y donde las precipitaciones son escasas (julio). Los puntos 15, 16, 17, 18,19 no se realizaron los muestreos de la preñadilla porque las condiciones ecosistémicas no son las óptimas, pero se realizaron evaluaciones de la microcuencia y de los parámetros físico- químicos.

Mapa 11. Se muestran los puntos elegidos para las entrevistas y trabajo en campo.



Elaboración: Luis Fernando Lema

3.3.3. Análisis parámetros fisicoquímicos.

Tabla 12. Valores de los parámetros fisicoquímicos del trabajo de campo

Punto	Estado	T_ambiente	T_río	pH	Conductividad	Sold_susp	Oxg_Disuel	Caudal
1	Ausencia	17,2	14,5	8,73	173,4	84,3	6,6	37,74
2	Ausencia	14	11,9	9,19	184	88,7	7,94	1099,02
3	Ausencia	15	12,3	9,05	103,8	64,2	7,68	252
4	Ausencia	17	14,2	8,86	182,2	87,6	7,26	205,92
5	Ausencia	17	15	9,01	140,07	67,3	7,09	187,5
6	Ausencia	16	13,3	9,12	189,5	93,6	7,24	204,1
7	Ausencia	16	13,4	8,7	171,2	83,5	7,04	20
8	Ausencia	11	13,1	9,08	171,7	82,7	7,72	1099,02
9	Ausencia	18	No registra	No registra	No registra	No registra	No registra	No registra
10	Presencia	17	No registra	No registra	No registra	No registra	No registra	No registra
11	Ausencia	16	13,7	8,77	162,1	98,4	6,59	0,67
12	Presencia	15,7	13	9,15	160,7	99,7	7,15	1,63
13	Presencia	17,5	13,4	8,9	136,6	96,9	7,25	No registra
14	Ausencia	21,6	15,8	9,18	168,5	98,16	7,14	No registra
15	Ausencia	19	No registra	No registra	No registra	No registra	No registra	No registra
16	No registra	18	15,52	7,9	241,45	180	7,34	5084,9
17	No registra	18	15,56	7,93	241,81	194	7,31	5004,12
18	No registra	18	15,09	8,13	234,97	218	6,7	2309,64
19	No registra	18	15,52	7,63	296,99	254	6,76	No registra

Punto	Estado	T_ambiente	T_río	pH	Conductividad	Sold_susp	Oxg_Disuel	Caudal
	Unidad	°C	°C	UpH	U s/cm	mg/l	mg/l	l/s
	Límite máx	No aplica	20	6,5-9	No aplica	No aplica	<6	No aplica

Elaboración: Luis Fernando Lema

Los valores de temperatura no presentan inconvenientes. El pH se encuentra fuera de límite máximo permisible según la tabla 3 del TULSMA, el 36,6% de los puntos tiene esta novedad. La conductividad, oxígeno disuelto y sólidos suspendidos no ostentan valores fuera de lo común. El caudal da cuenta de la variedad puntos de muestreo, tanto en ríos como en riachuelos y canales de riego.

3.3.3.1 Problemas con oxígeno disuelto.

La modificación en el Oxígeno Disuelto (OD) en los ríos es probable que se deba a que el OD en el agua es proporcionado por la fotosíntesis en su mayoría producido por algas; sin embargo, la mayor parte del oxígeno se da por la disolución del oxígeno atmosférico. La falta del OD se debe a descarga de residuos orgánicos en su mayoría producidos por el ser humano. En el caso de las zonas ganaderas se debe a las heces que esta actividad genera. La descomposición de la materia orgánica en el agua la realizan bacterias anaeróbicas, es decir que consumen oxígeno para completar su ciclo alimenticio (Dirección General de Salud, 2017). En el trabajo de campo se observó que efectivamente existen algas en el fondo de la MRSC y que además las descargas domiciliarias van al río.

3.3.3.2 Problemas con pH alcalino.

Los parámetros que alteran la alcalinidad en el pH en las aguas superficiales se debe a la presencia de bicarbonatos, carbonatos e hidroxilos. También puede estar asociado a la presencia de sales de ácidos débiles (se disocia parcialmente) boratos, silicatos, fosfatos y nitratos. Sales como silicatos y carbonatos pueden encontrárselas en las rocas sedimentarias. El bicarbonato compone la forma

química que más contribuye a la alcalinidad. Ciertas sales en disolución con la hidrólisis alteran el pH. Otra alteración es ocasionada por la presencia de sales en la fotosíntesis de las algas y las descargas industriales hacen un pH alcalino (Hach Lange, 2017).

3.3.4. Resultados por zonas.

Se recopiló resultados del monitoreo del DPA-GADMUR, los obtenidos por el autor y los comparó con el punto de menor alteración.

Tabla 13. Comparación de medias de parámetros físico químicos

Parámetros	Punto blanco	Trabajo de campo	Zona alta DPA-GADMUR	Zona media DPA-GADMUR	Zona baja DPA-GADMUR	Unidades	Límite máximo permisible
pH	8,83	8,98	8,02	8,02	8,02	U pH	6,5 - 9
Conductividad	166,72	161,98	230,52	255,49	263,2	U s/cm	No aplica
Caudal	205,7	310,76	3 625,94	6 603,61	8 095,44	l/s	No aplica
Oxígeno disuelto	7,1	7,22	6,65	6,18	5,4	mg/l	<6
Carga contaminante	-	-	2 926,98	4 769,33	17 545,15	Kg/h	No aplica
Temperatura	11,8	13,63	13,46	15,15	16,77	°C	± 3 de la T ambiente
DBO	4,75	-	8,78	7,13	7,8	mg/l	20
DQO	10	-	17,31	14,77	17,2	mg/l	40

Elaboración: Luis Fernando Lema

De lo obtenido, tanto del historial de monitoreo de ríos como del punto de menor alteración y del trabajo en campo el pH se mantiene estable, ligeramente alcalina un poco menos en las partes más bajas de la MRSC. La conductividad para agua del consumo humano según la OMS en 1995 a una temperatura de 25°C es de 1500 us/cm el límite máximo permisible, no presenta complicaciones. El caudal va en aumento en las zonas media y baja de microcuenca debido a las descargas domiciliarias y aportes de otras quebradas y ríos; la principal el río Sambache. El OD disminuye en la zona baja incumpliendo la normativa del TULSMA. La carga contaminante es el volumen en kg/h de agentes contaminantes de procedencia comercial y va en aumento de forma exponencial cuando llega a las zonas más bajas de la microcuenca.

El cambio brusco de temperatura puede provocar alteraciones en la vida acuática (Dirección General de Salud, 2017). Esta va en aumento en las zonas de mayor intervención debido en parte a un proceso natural que lo explican los pisos altitudinales; no obstante, también se debe a la hora en el que se ha realizado el muestreo. Otro factor de la elevación de temperatura es por la actividad biológica, además de las descargas directas en el río.

El DBO y DQO disminuyen conforme se consume el oxígeno disuelto como se observa en la tabla 13 llegando a sus valores más altos en los sitios de mayor intervención.

Tabla 14. Se muestra las condiciones de apariencia superficial del río, fondo y lecho.

Punto	Estado	Olor	Espuma	Troncos	Hojarasca	Pedregos	Arenoso	Canto Rodados	Sedimentos
1	Ausencia	No registra	No registra	Muy Poca	Poca	No registra	Alta	No registra	Muy Alta
2	Ausencia	Muy Poca	Poca	Poca	Alta	Poca	Poca	Alta	Alta
3	Ausencia	Muy Poca	Muy Poca	Alta	Muy Poca	Poca	Alta	Poca	Alta
4	Ausencia	No registra	Muy Poca	Poca	Poca	Alta	Alta	Poca	Muy Poca
5	Ausencia	Muy Poca	Muy Poca	Alta	Muy Poca	Poca	Alta	Poca	Alta
6	Ausencia	No registra	No registra	Muy Poca	Alta	Alta	Alta	Muy Poca	Alta
7	Ausencia	Muy Poca	No registra	Muy Poca	Poca	Muy Poca	Muy Poca	Muy Poca	Alta
8	Ausencia	Muy Poca	Poca	Alta	Muy Alta	Alta	Alta	Poca	Alta
9	Ausencia	Poca	Poca	Poca	Alta	Poca	Poca	No registra	Alta
10	Presencia	No registra	No registra	Poca	Poca	Poca	Poca	No registra	Alta
11	Ausencia	No registra	No registra	Muy Poca	Poca	Alta	Poca	No registra	Alta
12	Presencia	No registra	Muy Poca	Alta	Alta	Poca	Alta	No registra	Alta
13	Presencia	Muy Poca	Muy Poca	Muy Poca	Poca	Alta	Poca	Muy Poca	Poca
14	Ausencia	No registra	No registra	Muy Poca	Muy Poca	No registra	Muy Poca	No registra	Poca
15	Ausencia	Muy Alta	Muy Alta	Poca	Poca	Poca	No registra	No registra	No registra
16	No registra	No registra	No registra	Muy Poca	Poca	Alta	Alta	Poca	Alta
17	No registra	No registra	No registra	Poca	Poca	Alta	Poca	Poca	Poca
18	No registra	Muy Poca	No registra	No registra	Muy Poca	Alta	Poca	Muy Poca	Alta
19	No registra	Alta	No registra	Alta	Muy Poca	Poca	Alta	Muy Poca	Muy Alta

Elaboración: Luis Fernando Lema

La presencia de *Astroblepus* spp. tiene como característica la casi nula presencia de espuma al tratarse de una quebrada de gran pendiente y rodeada de vegetación aumenta la cantidad de troncos y hojarascas. Es indispensable un fondo y lecho con alta cantidad de rocas y arena. En este sitio los cantos rodados son mínimos pues son lugares de nacientes y de ojos de agua. La cantidad de sedimentos se debe al lavado de suelos y escorrentías debido a las alteraciones realizadas por la ganadería.

Tabla 15. La tabla muestra las condiciones de la vegetación de rivera

Punto	Estado	Briofitos	Herbácea	Arbustiva	Bosque	Epífitas
1	Ausencia	Poca	Muy Poca	Poca	Muy Poca	Muy Poca
2	Ausencia	Muy Alta	Poca	Muy Alta	Alta	Muy Alta
3	Ausencia	Muy Poca	Muy Alta	Muy Poca	Muy Poca	Muy Poca
4	Ausencia	Poca	Alta	Poca	Muy Poca	Poca
5	Ausencia	Muy Poca	Muy Alta	Muy Poca	Muy Poca	Muy Poca
6	Ausencia	Poca	Alta	Poca	Poca	Muy Poca
7	Ausencia	Muy Poca	Muy Alta	Alta	Poca	Poca
8	Ausencia	Muy Alta	Poca	Muy Alta	Alta	Alta
9	Ausencia	Poca	Poca	Alta	Poca	Poca
10	Presencia	Alta	No registra	Alta	Muy Poca	Alta
11	Ausencia	Muy Alta	No registra	Poca	No registra	Alta
12	Presencia	Alta	Muy Poca	Alta	Poca	Alta
13	Presencia	Alta	Alta	Poca	Poca	Muy Poca
14	Ausencia	No registra	Alta	Muy Poca	Muy Poca	Poca
15	Ausencia	Muy Poca	Poca	Alta	Muy Alta	Poca
16	No registra	Poca	Poca	Alta	Alta	Poca
17	No registra	Alta	Muy Poca	Alta	Alta	Alta
18	No registra	Alta	Alta	Poca	Poca	Muy Poca
19	No registra	Alta	Poca	Poca	Muy Poca	Muy Poca

Elaboración: Luis Fernando Lema

Los briofitos y las epífitas son indicadores ecológicos ya que requieren agua y vegetación tanto arbustiva como boscosa. De lo observado en el trabajo de campo son más abundantes en la vegetación nativa, pilar fundamental para la conservación de la preñadilla. En general se muestrearon sitios similares. Las zonas de intervención se caracterizan por la presencia de la familia poaceae.

3.3.5. Evaluación de vulnerabilidades.

Las alteraciones (Alt_) más comunes son: paisaje, residuos sólidos (RS); en la microcuenca (micro), descargas domiciliarias (descg), agrícolas (agri) y ganaderas

(gand). Se evaluaron mediante ponderaciones aplicando bibliografía y criterio técnico. Se lo represento en porcentajes ver Tabla 07.

Tabla 16. Evalúa vulnerabilidades mediante ponderaciones factores que afecta a la MRSC

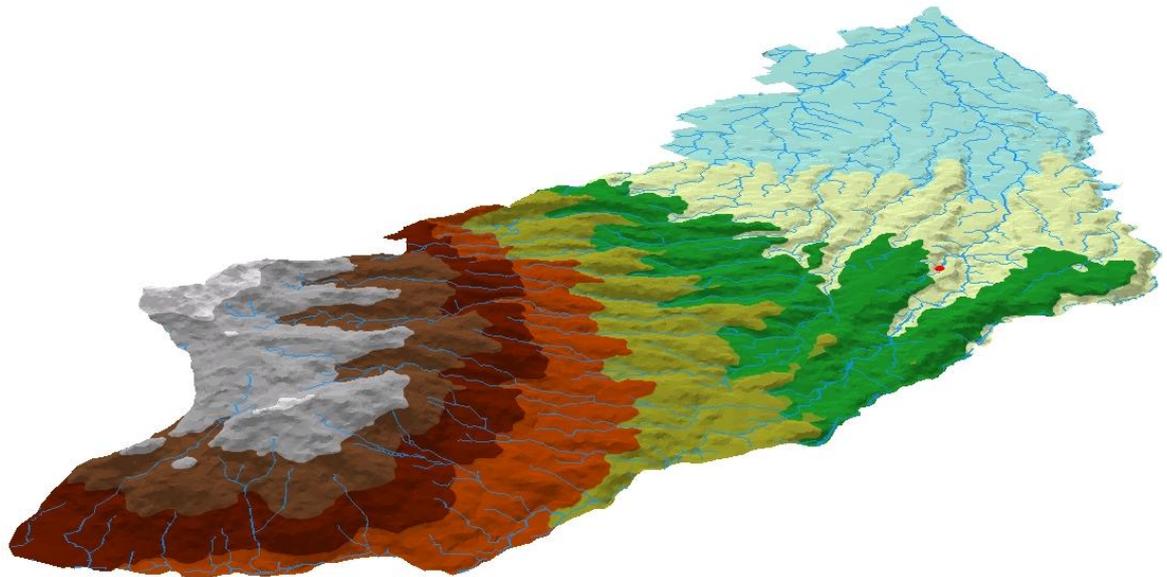
Punto	Estado	Alt Paisaje	Alt_RS	Alt_Micro	Alt_Descg	Alt_Agri	Alt_gand	Porcnt (%)	Resultado
1	Ausencia	0,80	6,30	3,10	0,70	1,25	8,75	20,90	Muy Poca
2	Ausencia	2,10	8,20	2,50	3,00	1,30	10,50	27,60	Poca
3	Ausencia	1,30	8,10	1,90	1,50	1,60	10,50	24,90	Muy Poca
4	Ausencia	0,80	8,12	0,60	2,14	1,30	12,25	25,21	Poca
5	Ausencia	1,20	8,10	3,80	1,50	1,88	12,25	28,73	Poca
6	Ausencia	1,70	7,50	3,80	3,00	0,70	17,50	34,20	Poca
7	Ausencia	1,30	10,60	1,30	2,14	1,25	14,00	30,59	Poca
8	Ausencia	0,80	6,30	1,90	0,70	0,90	10,50	21,10	Muy Poca
9	Ausencia	2,10	9,40	0,00	0,70	0,70	7,00	19,90	Muy Poca
10	Presencia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Muy Poca
11	Ausencia	1,30	2,50	0,00	1,40	0,00	1,75	6,95	Muy Poca
12	Presencia	1,30	0,00	0,00	0,70	0,00	1,75	3,75	Muy Poca
13	Presencia	0,40	1,30	0,70	0,70	0,00	1,75	4,85	Muy Poca
14	Ausencia	0,80	3,10	0,00	0,00	0,00	5,25	9,15	Muy Poca
15	Ausencia	0,00	8,80	3,75	3,00	0,00	5,25	20,80	Muy Poca
16	No registra	0,42	9,40	5,00	4,30	0,60	5,30	25,02	Poca
17	No registra	0,00	6,30	6,90	3,60	0,00	1,80	18,60	Muy Poca
18	No registra	0,00	7,50	5,00	7,90	0,00	7,00	27,40	Poca
19	No registra	1,30	10,70	6,90	5,00	0,30	0,00	24,20	Muy Poca
		0,93	6,43	2,48	2,21	0,62	7,01	19,68	Muy Poca

Elaboración: Luis Fernando Lema

Los sitios donde se encontraron los individuos de *Astroblepus* spp. presentan alteraciones mínimas, casi nulas. Siendo estos las ideales para la conservación de este pez andino.

En promedio del porcentaje las mayores alteraciones son provocadas por RS con el 6,43% y 7,01% por la ganadería. En definitiva la alteración en los sitios muestreados para la presencia o ausencia del *Astroblepus* spp. presentan una afectación del 19,68 %, por lo tanto la afectación de la MRSC es MUY POCA.

Mapa 12. Representación en tercera dimensión del lugar donde se encontró la población de *Astroblepus* spp. se lo ubica en el modelo TIN con el punto rojo.



Elaboración: Luis Fernando Lema

3.3.6. Estabilidad del paisaje - evaluación de amenazas.

Los parámetros en la evaluación de amenazas han sido la pendiente de un área que dificulta su acceso. De igual forma se analizó la cobertura vegetal y el movimiento de masas. Las áreas inundables son muy pequeñas, se ha prescindido de esta información. Los lahares del Cotopaxi se convierte en una afectación puntual, pues como ya se explicó anteriormente estos flujos siguen la dirección de la MRSC y no afectarían a los escurrimientos menores y quebradas de las partes altas de la microcuenca.

Tabla 17. Ponderaciones para la evaluación de la estabilidad del paisaje.

Ponderación (100%)	Variable	Rangos	Puntuación
30	Movimiento de masas	Alta susceptibilidad de movimiento en masa	1
		Baja susceptibilidad de movimiento en masa	7
		Media susceptibilidad de movimiento en masa	3
		Moderada susceptibilidad de movimiento en masa	5
30	Pendiente	Plano	1

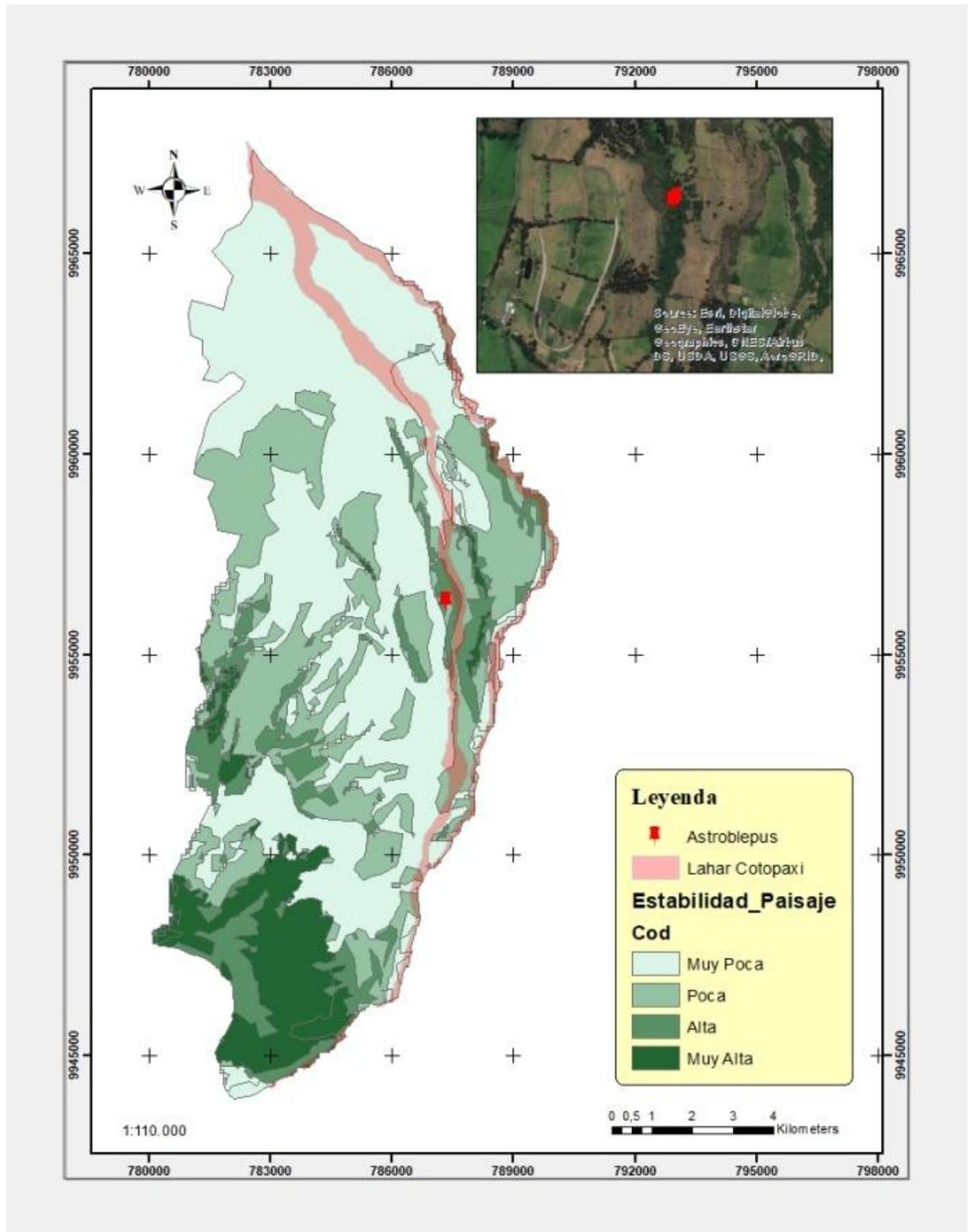
		Ligeramente inclinado	3
		Ligeramente ondulado	6
		Moderadamente ondulado	7
40	Cobertura vegetal	Bosque plantado	5
		Bosque nativos remanentes	8
		Cultivos	3
		Pastos cultivados	4
		Vegetación arbustiva y herbácea	6
		Vegetación de páramo	9
		Zona poblada e infraestructura	1
		Áreas erosionadas	3

Nota: El valor más alto, al mayor beneficio para el *Astroblepus* spp.

Elaboración: Luis Fernando Lema

En las puntuaciones se utilizaron los 9 rangos que permite el ArcMap, ya para la generación del modelo de estabilidad del paisaje se utilizó la reclasificación en 4 niveles.

Mapa 13. Estabilidad del paisaje para el *Astroblepus* spp.



Elaboración: Luis Fernando Lema

El resultado obtenido muestra que la Quebrada La Sirena se encuentra fuera del área de influencia del lahar. Posee una estabilidad del paisaje de “Alta a Muy Alta”. En general la MRSC esta categorizada con “POCA” estabilidad del paisaje

con un 49,16%; no obstante la principal amenaza es el lahar del Cotopaxi. En el Mapa 14 se observa que en alrededores debido al pastoreo de la ganadería la estabilidad es baja “muy poca” y “poca”. La población del *Astroblepus* spp. se encuentra en una zona de alta presión debido a la expansión demográfica y de infraestructura a más de la ganadería. Lo que ha mantenido esta población de preñadillas por varios años se supone habría sido el difícil acceso a este sitio. Lamentablemente el encañonado no es muy extenso y río abajo la pendiente disminuye en porcentaje, llegando a ser “ligeramente inclinado”; permitiendo el acceso de bovinos hacia el agua. Esta es la razón por la que se deben aplicar medidas para su conservación. No obstante hay que entender la complejidad del asunto. Desde lo social y económico por lo que el interés de conservación debe ser compartido por parte de los propietarios y de la entidad pública.

3.3.7. Incumplimientos

En los muestreos de los laboratorios contratados por la DPA-GADMUR se han presentado un total de 54 incumplimientos de oxígeno disuelto; es decir el 36%. Mientras que incumplimientos por DQO alcanza 8 puntos representando el (5,33 %) y 4 incumplimientos por DBO el (2,66%). En los muestreos realizados por el investigador se presentaron 9 puntos con incumplimiento de pH llegando al 47,37%.

3.4. Muestreo

El muestreo se realizó conforme a lo planificado en la metodología. Los puntos referenciados fueron tres: las quebradas de La Moca (en específico la quebrada conocida como La Sirena). El sector que lleva el nombre de la calle que lo atraviesa “Calle Cantuña” y por último la quebrada de Santa Rosa. En esta última

se realizaron recorridos de exploración, que debido a las condiciones geográficas e hidrográficas debido al aumento repentino de caudal por el desalojo de agua desde el reservorio Santa Rosa, este fue el motivo que no permitió realizar un muestreo. Empero no se descarta la presencia del *Astroblepus* spp. Se muestrearon otros lugares con características similares a los de La Moca, es decir pedregosos, aguas claras y con reducida intervención antrópica.

3.4.1. Entrevistas

Se realizaron entrevistas a 15 personas en diferentes puntos de la MRSC con un factor común, estas personas han habitado gran parte de su vida en el sector y conocían a la “preñadilla”. El promedio de edad de los encuestados fue de 59,2 años. La persona más longeva que aportó con su conocimiento fue Víctor Calo de 85 años. El Sr. Cesar Vilatuña fue quien tenía gran expectativa de que aún se mantengan individuos del *Astroblepus* spp. en la Quebrada nombrada como La Sirena - barrio La Moca “No he ido allí ya hace más de 20 años, pero allí habían bastantes preñadillas, no sé si aún hayan, las personas solían ir a pescar a este sitio, dicen que es bueno para aumentar la leche materna”.

3.4.2. Impacto de la ganadería al *Astroblepus* spp.

En las entrevistas a los pobladores en los sectores de El Vallecito y La Moca manifestaron que la mayoría del ganado son vacas para la producción lechera. Después del parto de las vacas se desprenden de los terneros machos (comercialización) y conservan a las hembras.

El problema de la ganadería y su afectación al *Astroblepus* spp. es la cantidad de agua necesaria para solventar las necesidades bovinas. Una vaca lechera

consume en agua entre el: 8 - 10% de su peso corporal, es decir requiere de 38 a 110 litros (74 litros en promedio) de agua diariamente (Duarte, 2011). Las necesidades bovinas por agua dependen adicionalmente de las condiciones climáticas, disponibilidad de agua, tipo de alimentación, etc.

Verónica Loachamín técnica en Agrocalidad manifiesta que la población ganadera es mínima en otros sectores diferentes a Rumipamba. La información fue proporcionada por la Subdirección Provincial de Agrocalidad. Los datos obtenidos son basados en las fases de vacunación realizadas por Agrocalidad.

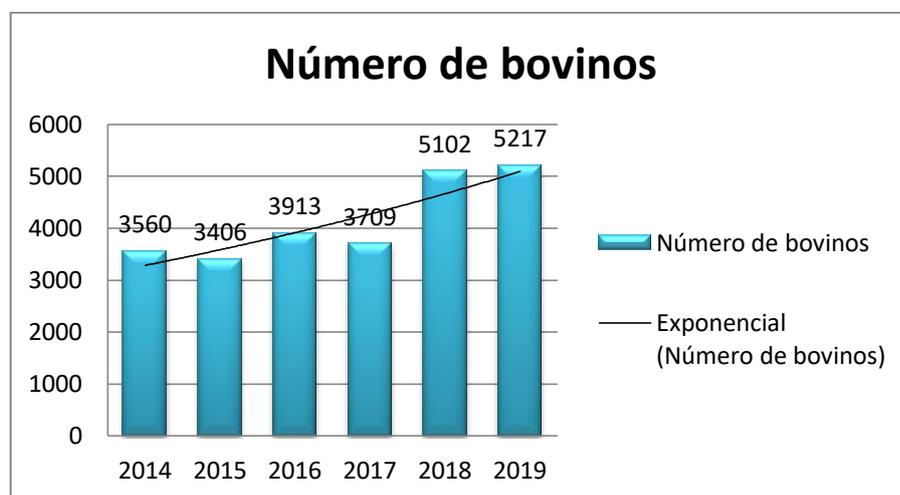


Figura 10. Número de bovinos vacunados contra la aftosa en la parroquia de Rumipamba

Elaboración: Luis Fernando Lema

El promedio de los últimos 6 años es: 4 152 bovinos. La gráfica evidencia el crecimiento de la ganadería en el sector aumentando en los últimos seis años en 1 657 bovinos.

Si la población ganadera actualmente es de 5217 bovinos y estos consumen una media de 74 litros al día; da como resultado que en el cantón Rumiñahui la ganadería consume alrededor de 386 028 litros de agua al día. Este volumen de agua se obtiene desviado caudales por canales de riego o los potreros están a la

ribera del río, incluso junto a “ojos de agua” como es el caso de La Moca - quebrada La Sirena.



Figura 11. Ojos de agua hasta donde ingresan los bovinos en búsqueda de agua

Elaboración: Luis Fernando Lema



Figura 12. Ojos de agua hasta donde ingresan los bovinos en búsqueda de agua

Elaboración: Luis Fernando Lema

La Figura 11 es un ejemplo del ingreso de la ganadería hacia las fuentes de agua (quebradillas). El constante pisoteo y la necesidad de los bovinos por el líquido vital han destruido el lugar y han degradado la calidad de agua. Como se puede observar en las imágenes el agua que existe se encuentra estancada. A causa del diminuto caudal que escurre está pasando por procesos de eutrofización debido a la descomposición de hojarasca, lodo y ramas. Adicionalmente la cantidad de retención de agua por vegetación nativa es mínima debido a que han sido reemplazadas por pastizales.

En el inicio de la quebrada La Sirena los ojos de agua son utilizados como bebederos de los bovinos, a pocos metros existe una caída de agua; que en el pasado parecería fue una cascada de aproximadamente 20 metros de altura y en la actualidad (2019) el caudal de agua es mínimo y no presenta las condiciones para la vida acuática (sensible a los cambios).



Figura 13. Inicio de la Quebrada La Sirena

Elaboración: Luis Fernando Lema

3.4.3. Contaminación por residuos sólidos.

La Figura 13 muestra el inicio de la quebrada La Sirena. Por su forma “encañonada” es un sitio de difícil acceso para el ser humano y para el ganado vacuno pero no está exento de contaminación por residuos sólidos (RS). En el trabajo de campo se pudo evidenciar presencia de mangueras, tarros de aerosoles, varios esqueletos de animales, toda variedad de plásticos, material médico - agrícola- veterinario (ver más fotos en Anexos: Residuos sólidos).



Figura 14. Residuos sólidos arrojados a la quebrada La Sirena

Elaboración: Luis Fernando Lema

En lo profundo de la quebrada La Sirena existen filtraciones de agua que descienden por las rocas y emergen pequeñas cantidades de agua hacia la superficie. Aumentando el caudal, regenerando el ecosistema y permitiendo el desarrollo de la vida acuática como los macro invertebrados (sensibles).



Figura 15. Larva de macro invertebrado de orden Odonata

Elaboración: Luis Fernando Lema

La figura 15 se trata de una larva del orden Odonata, (libélula) que se caracteriza por habitar estanques poco profundos de corrientes lentas, aguas limpias ligeramente eutrofizadas y con presencia de materia flotante (Roldán Pérez, 1996). En los estanques donde se muestreo el *Astroblepus* spp. se encontraron varios individuos.



Figura 16. Estanques donde habita el *Astroblepus* spp. en la Q. La Sirena

Elaboración: Luis Fernando Lema

Hacia abajo de la quebrada La Sirena las condiciones de agua mejoran y el cambio es notorio. Las alteraciones eran mínimas y las aguas eran totalmente transparentes con algo de material flotante especialmente hojarasca. Existen pequeños saltos de agua donde el movimiento la oxigena y haciendo un lugar perfecto para el hábitat del *Astroblepus* spp. Los estanques tenían fondo rocoso, con arena y algunos sedimentos. La profundidad no superó los 100 cm. Los estanques donde se observó los especímenes de la familia Astroblepidae tenían una profundidad de 30-50 cm.

3.4.4. *Astroblepus* spp.



Figura 17. Individuo del *Astroblepus* spp. Boca abajo

Elaboración: Luis Fernando Lema



Figura 18. Individuo del *Astroblepus* spp. Boca arriba

Elaboración: Luis Fernando Lema

Se procedió a la captura y liberación del individuo en un lapso de 5 minutos. El individuo vivo fue devuelto al agua en el mismo lugar donde se lo capturó después de las fotografías correspondientes. Se puede observar la liberación del individuo vivo en el anexo digital.

La -preñadilla- pertenece al reino Animalia, filo Chordata, clase Actinopterygii, orden Siluriformes, familia Astroblepidae, *Astroblepus* spp. (Vélez-Espino, 2004a). Se trata de un individuo de boca ancha tipo bentosa de color gris con manchas de color negro. La talla: longitud total de 80 mm; longitud estándar de 70 mm. Sexualidad: hembra.



Figura 19. Medición de la talla del individuo del *Astroblepus* spp.

Elaboración: Luis Fernando Lema

La importancia de este pez andino radica en el reducido número de familias de peces que habitan en el alto andino (>3300) y medio montano (1500 - 3000) en tres países (Ecuador, Perú y Bolivia) por donde atraviesan Los Andes. En Ecuador entre los 2200 - 3000 msnm existen 16 especies de la familia Astroblepidae. En Perú el *Astroblepus* spp. posee 5 especies entre los 1500-3000 msnm y 3 especies superan los >3500 msnm. Bolivia la única especie de la familia Astroblepidae habita entre los 1500 - 3000 msnm (Maldonado et al., 2011). Estos datos ayudan a dimensionar la importancia de la conservación del *Astroblepus* spp.

4. CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN DEL *Astroblepus* spp.

En cuanto a la propuesta se plantean las siguientes propuestas:

- Reforestación en las riberas de la microcuenca con especies nativas y que sean tolerantes a los contaminantes.
- Concientización ambiental mediante programas de culturización de cuidado del río a las personas que habitan en sus riberas.
- Proponer acciones de recuperación de microcuencas basado en evitar la descarga de aguas grises y negras de forma directa e indirecta al río. Planteando incentivos o descuentos en el pago del impuesto predial a

cambio de la construcción de pozos ciegos y pozos sépticos. De esta forma se podría disminuir la extensión del impacto, de local a puntual. Esta propuesta sería aplicable exclusivamente en la zona alta (rural) de MRSC por la razón que el sistema de alcantarillado no abastece en la totalidad de esta área.

- Proponer acciones para la separación de residuos sólidos orgánicos, reciclables e inorgánicos. Esto va a depender de la clasificación de RS realizadas por el MAE en las mingas de ríos desde el 2016.
- Para que las propuestas tengan acogidas se debería realizar la socialización para las alternativas de conservación.

4.1. Áreas especiales de conservación

Esta se convierte en una de las alternativas complementarias para la conservación del *Astroblepus* spp., cuya microcuenca se encuentran rodeada por “propiedades privadas” dedicadas a las actividades ganaderas. La propuesta consiste en apelar al marco jurídico del COA, apoyados en los artículos: 55, 56, 60 y 61; para la creación de un área de protección especial para la conservación del ambiente. Se propone la creación de una franja de protección según el área de influencia de la quebrada La Sirena. En lugar de expropiar los terrenos para conservación pública, la propuesta es que se aplique el criterio de servidumbres ecológicas y corredores de conectividad. De esta forma se conectan los parches de bosque que han ido desapareciendo cuando fueron reemplazados por pastizales. Sobre todo en el verano cuando el caudal de agua disminuye, impidiendo la variabilidad genética.

4.1.1. Servidumbres ecológicas.

Se trata de una herramienta jurídica que fue adaptada para la conservación privada del ambiente. Consiste en la asociación de dos o más propietarios de terrenos contiguos o no, donde uno de los predios es destinado a la conservación restringiéndose de actividades que podrían ir en deterioro ambiental de la calidad biológica, arqueológica, hidrológica, etc. El derecho a la servidumbre es acordado por las partes y puede ser temporal o a perpetuidad. Para ello existen un predio sirviente y otro(s) dominante; el primero es a favor de las necesidades del otro que pertenece a otro dueño (Castro, 2015; WWF, Fundación Natura, The Nature Conservancy, & Red de Reservas Naturales de la Sociedad Civil, 2001).

En pocas palabras uno de los dos predios es utilizado para la conservación mientras que el otro predio sirve para realizar actividades económicas generalmente agrícolas.

Para lograr esta meta la World Wildlife Fund (WWF) proponen incentivos: financieros, no financieros, locales, nacionales, específicos, públicos, privados, tributarios, legales y de prestigio, de apoyo y capacitación. Se trata de crear vínculos entre propietarios y alguna dependencia pública interesada en la conservación (WWF et al., 2001).

Los incentivos legales y de prestigio se tratan de un reconocimiento público o privado por la conservación de parte de un movimiento organizado de productores. Los resultados esperados con este tipo de incentivos serían: facilitar certificaciones de productos agrícolas, ganaderos y de madera. Acceder a nuevos mercados y mejorar la imagen inclusive reformas en el mercadeo (WWF et al., 2001).

Los incentivos de apoyo y capacitación se los realizan con cada propietario sin la necesidad de una transacción monetaria. Aplicando estos incentivos se puede lograr asistencia de especialistas en producción (ganadera) y ecoturismo. Planes de negocios con asistencia de ONG's. Auxilio técnico y legal para resolver conflictos (WWF et al., 2001).

Con la propuesta de estos cambios se lograría adaptar y expandir el ecosistema de la preñadilla, brindando incentivos por conservar áreas de importancia biológica; apoyando en restauración y conservación la ictiofauna del cantón Rumiñahui. Emparentado a la sociedad con el cuidado del ambiente.

4.1.2. Corredores de conectividad.

Es una franja de vegetación que sirve para el intercambio de material genético entre especies (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015). Se lo utiliza para evitar la fragmentación de ecosistemas y la unión de parches de vegetación con fines de conservación.

La importancia de la conectividad en especies sensibles como los *Astroblepus* spp. ante los cambios antrópicos, es que posean un medio de conexión para desplazarse. Caso contrario los convierte en un organismo amenazado. Según la UICN en el 2005 define como **corredor biológico**: aquel que une dos fragmentos de hábitats que promueven el intercambio reproductivo. El **corredor ecológico** además añade condiciones de ecología del paisaje en las zonas de conexión. Existen también **corredores de conservación** (añade planeación birregional) y **corredores de desarrollo sostenible** (añade agendas ambientales y socioeconómicas). Bennett en el 2003 propuso una escala de corredores: hasta 1

km son escalas locales; 1-10km son a escala de paisaje y de 100 a 10 000 km son a escala regional (Mariscal, 2016).

Según Worboys en el 2010, los corredores riparios forman parte de los márgenes de ríos de primer, segundo y tercer orden. Son efectivos para reconstruir redes de conectividad y no impiden el paso de animales que en verano se acercan a beber agua (Briones, 2016). Las cercas vivas son utilizadas como linderos para limitar el acceso y son barreras naturales utilizadas en la agricultura. En conjunto las cercas vivas con los corredores riparios pueden servir para limitar el acceso de los bovinos en época de verano en la quebrada La Sirena cuando caminan río arriba en búsqueda de agua, destruyendo a su paso (con su pisada) el hábitat del *Astroblepus* spp.

Como propuesta para la conservación del *Astroblepus* spp. se recomienda emplear un corredor biológico en primera instancia y a futuro un corredor ecológico a escala de paisaje. Por ende, de esta forma se complementa la servidumbre ecológica con el corredor biológico construyendo un ecosistema resiliente con el que se procura preservar el *Astroblepus* spp.

4.2. Reducción de la vulnerabilidad

En un país donde existen volcanes y las placas tectónicas siempre están activos y en cualquier momento puede ocurrir un evento, la prevención debería ser una de las principales alternativas. En el tema de las comunidades humanas se debiera trabajar en prevención y educación para que los estudios científicos no terminen siendo un papel impreso solamente. Cuando ya se haya dado ese paso de prevención y preparación ante una posible catástrofe, entonces sí se podrá poner énfasis en la protección de la biodiversidad y ejecutar planes para salvaguardar

este recurso tan hermoso que tiene la naturaleza. Difícilmente se podrá cuidar la flora y fauna si las poblaciones humanas están desprotegidas y poco informadas. Para Bernabé y colaboradores (2015) la susceptibilidad se reducen con educación, prevención, mitigación, ordenamiento territorial.

La organización de las comunidades las hace resilientes ante los cambios y amenazas naturales o antrópicas. Barrios y comunidades demuestran fragilidad en su estructura política. Si la estructura fuese óptima se podría optar por recursos internacionales que podrían ser utilizados para conservación de la biodiversidad y mejorar la calidad de vida, según un estudio de diagnóstico participativo para el ordenamiento territorial en el cantón Rumiñahui.

4.2.1. Trabajos del Fonag en el Cantón Rumiñahui

Esta institución trabaja en recuperación de zonas de interés para la preservación del recurso hídrico en la cuenca alta del Guayllabamba y zonas de páramo. De los proyectos de recuperación solo un punto de intervención se encuentra dentro del cantón Rumiñahui “Asociación Rincón del Cóndor” en el año 2006. Usando la técnica de tres en bolillo 30x30x30 se realizaron plantaciones de *Oreopanax* sp., *Polylpepis racemosa*, *Gynoxys* sp.

5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La distribución del *Astroblepus* spp. depende de la calidad del ecosistema y de la cantidad impactos a los que esté sometido. También depende de la geomorfología. Por eso las quebradas profundas, que cuentan con nacientes de agua, tienen alta probabilidad de poseer comunidades de este pez andino. Por supuesto que los parámetros fisicoquímicos son importantes para este pez, sobre todo el oxígeno disuelto. Las características de fondo y lecho deben ser pedregosas y arenosas con presencia de briofitos y estar rodeada de vegetación nativa. Todas estas características descritas las posee la quebrada La Sirena.
- En la evaluación de MRSC realizada para amenazas y vulnerabilidades al analizar parámetros físico químicos en 19 puntos, presenta incumplimientos en el 36,84% en pH, ligeramente alcalino. En la estimación de estabilidad del paisaje, la determinación ha sido “POCA” con 49,16% de condiciones favorables para el *Astroblepus* spp. En la valoración de vulnerabilidades el estimado fue de “MUY POCA” con una afectación del 19,68%. Los factores que más influyen en detrimento de la calidad de este ecosistema acuático son los residuos sólidos con 6,43% y la ganadería con 7,01%. En el análisis de los resultados de los monitoreos del Dirección de Protección Ambiental del cantón Rumiñahui se pudo determinar que las condiciones físico químicas de la MRSC son

relativamente buenas, presenta incumpliendo del 36% en oxígeno disuelto, 2,67% en DBO y 5,33% DQO.

- Las tres zonas de la microcuenca presentan presiones e impactos. La zona alta tiene como problema la ganadería y los requerimientos propios de esta actividad, pasto y agua. En el cantón Rumiñahui la ganadería consume alrededor de 386.028 litros de agua al día, caudal que es solventado por los canales de riego que desvían cursos naturales afectando a la fauna acuática. La zona media tiene el impacto de la industria Enkador y descargas domésticas directas hacia el río. En la zona baja aumenta la cantidad de descargas domiciliarias y la presencia de residuos sólidos en la microcuenca lo que disminuye la calidad ecosistémica y de autoregulación de la microcuenca.
- Las servidumbres ecológicas y corredores de conectividad son una opción de conservación que vinculan a la sociedad-economía y ambiente. Son alternativas de conservación privadas que pueden ser apoyadas y promocionadas por parte de los Gobiernos Autónomos Descentralizados.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda se realicen más muestreos en las zonas como la calle Cantuña, quebradilla de Santa Rosa, pues el método de red de mano como la red cuadrada tiene limitaciones para muestrear quebradas y ríos caudalosos. Se recomienda utilizar pesca eléctrica.
- Se deberían realizar alianzas estratégicas con instituciones como el FONAG para colaboraciones en la conservación de áreas de relevancia hídrica en la zona alta del Cantón Rumiñahui. De esta manera se

precautelaría fuentes de agua desde el origen que pueden ser de interés biológico-científico o para el consumo humano.

- Se recomienda realizar un estudio de impacto ambiental acerca de las actividades ganaderas de la zona alta de la MRSC. De este modo se lograría proyectar la capacidad de carga de la ganadería de modo que se pueda conservar las propiedades de suelo, agua y biodiversidad. Para conseguir que esta actividad sea económica y ambientalmente sostenible.
- Sería prioritario realizar acercamiento con los dueños de los predios que colindan con la quebrada La Sirena con el objetivo de mencionarles la importancia y lo vulnerable que se encuentra este pez andino. De modo que con planificación y aplicando marcos legales coherentes se logre conservar este santuario de preñadillas.
- Los GADs deberían promocionar alternativas de conservación diferentes a los del SNAP. Las áreas de conservación privada se están constituyendo en la alternativa válida en el presente y con perspectiva futura.

REFERENCIAS

- Aguirre, E., & Lima, Á. (2012). *Programa de Ordenamiento Ecológico local para el gobierno autónomo descentralizado municipal de Rumiñahui, provincia de Pichincha*. Universidad Central del Ecuador. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/481>
- Altamirano, L. (2015). *Plan De Desarrollo Turístico En La Parroquia Sangolquí, Cantón Rumiñahui Provincia de Pichincha*. UFA-ESPE. Recuperado de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/12330/1/T-ESPE-057135.pdf>
- Asamblea Nacional. (2008). Constitución del Ecuador. *Registro Oficial*, 218. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Asamblea Nacional. (2017). Código Orgánico Integral Penal, Coip. *Lexis*, 1, 1-267. Recuperado de http://www.pichincha.gob.ec/phocadownload/LOTAIP_AneXos/Lit_A/lit_a2/4_codigo_integral_penal_29_12_17.pdf
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2017). Código Orgánico Del Ambiente. *Registro Oficial*, 1-92. <https://doi.org/10.1098/rspb.2005.3303>
- Barriga, R. (1994). *Peces del noroccidente del Ecuador. Politecnica* (Vol. 19). Quito, Ecuador.
- Barriga, R. (2012). Lista de peces de agua dulce e intermareales del Ecuador (pp. 83-119). Quito, Ecuador: Revista Politécnica. Recuperado de [http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5068/4/Peces agua dulce-intermareales Ecuador 2012Politecnica30%283%29.pdf](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5068/4/Peces%20agua%20dulce-intermareales%20Ecuador%202012Politecnica30%283%29.pdf)
- Bernabé, M., Baile, S., Toulkeridis, T., Carreon, D., Herrera, G., Rodríguez, G., ... Zacarías, S. (2015). *Gestión de Riesgo en el Ecuador*. (T. Toulkeridis &

D. Aguirre, Eds.). Sangolquí, Ecuador.

<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4092.5845>

Blacio, E. (2009). Redes y Aparejos. En *Taller Náutico*.

Blacio Game, J. (2009). Métodos de pesca. En ESPOL (Ed.), *Taller Náutico*.

Guayaquil, Ecuador.

Bocco, G. (2003). Carl Troll y la ecología del paisaje. *Gaceta Ecológica*, (68), 69-

70. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53906807>

Briones, E. (2016). *Corredores de Conectividad Biológica en Ecuador*. Pontificia

Universidad Católica del Ecuador. Recuperado de

http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11465/Monografia_completa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Carpenter, S., Cahair, Caraco, N. P., Correll, D., Howarth, R., Sharpley, A., &

Smith, V. (1998). Tópicos en Ecología. *Contaminación No Puntual De Aguas Superficiales Con Fósforo Y Nitrógeno*, 13. Recuperado de

<https://www.esa.org/esa/wp-content/uploads/2013/03/numero3.pdf>

Carrión, J., Ortíz, G., Miño, W., Pazos, J., Ortíz, A., & Ortíz, M. (2012). *Memoria*

histórica del Cantón Rumiñahui. (A. Ortiz, Ed.) (GADMUR). Sangolquí.

Castro, S. (2015). *La servidumbre ambiental o ecológica en el sistema jurídico*

ecuatoriano. Universidad de las Américas, Udla. Recuperado de

<http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/2339/1/UDLA-EC-TAB-2015-09.pdf>

Dahl, G. (1971). *Los peces del norte de Colombia*. (INDERENA, Ed.), *Ministerio*

de Agricultura (III-XVII). Bogota.

Dirección General de Salud. (2017). *Parámetros Organolépticos Y Físico -*

- Químico. *Digesa- Gesta Agua*, 145. Recuperado de http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO DE USO 1.pdf
- Duarte, E. (2011). Uso del Agua en establecimientos agropecuarios. Sistema de abrevadero. (Parte I) ¿Cuánta agua toma una vaca? *Revista Plan Agropecuario*, 140(Parte II), 38-43. Recuperado de https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R139/R_139_52.pdf
- Enkador. (2017). Enkador. Recuperado 22 de agosto de 2019, de <https://www.enkador.com/environment/>
- Fonag. (2015). Multitemporal cambio ecosistemas y uso de suelo 2007-2014. Recuperado de <http://infoagua-guayllabamba.ec/repositorio/web/mapa/index?page=5&per-page=10>
- GADMUR. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial Actualización 2014 - 2019 Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Cantón Rumiñahui*. Sangolquí.
- GADMUR. (2016). *Informe final del diseño e implementación de la primera etapa de recuperación de las cuencas y subcuencas de los ríos del cantón Rumiñahui*. Sangolquí.
- GADPP. (2015). *Actualización Del Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial Del Gobierno Provincial de Pichincha 2015-2025*. Quito. Recuperado de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1760003330001_PD y OT GADPP final 150815_17-08-2015_18-28-14.pdf

- GADPR. (2012). *Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial del GADP de Rumipamba*. Sangolquí, Ecuador. Recuperado de <https://issuu.com/azulesalvi/docs/rumipambadigitalizado>
- GAPRR. (2015). *PDOT 2015-2019*. Sangolquí, Ecuador. Recuperado de <https://rumipamba.gob.ec/gadpr-administracion.html>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Rumiñahui. (2011). *Atlas de biodiversidad cantón Ruminahui*. (G. Albornoz & W. Rivadeneira, Eds.) (Imatech). Ecuador.
- Gutiérrez Usillos, A. (1998). *Interrelación hombre-fauna en el Ecuador prehispánico*. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID. Recuperado de <https://biblioteca.ucm.es/tesis/19972000/H/0/H0044501.pdf>
- Hach Lange. (2017). Parametros Físico-químicos: Alcalinidad. En *Manual de técnicas analíticas* (pp. 1-14). Recuperado de <http://fleyccorp.com/wp-content/uploads/2017/12/Manual-técnicas-analíticas-Hach-Lange.pdf>
- IG-EPN. (2018). Instituto Geofísico-Volcán Cotopaxi. Recuperado de <https://www.igepn.edu.ec/cotopaxi>
- Iltis, A., Carmouze, J., & Lemoalle, J. (1987). Características físico -químicas del agua, (1). Recuperado de http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers08-10/36611.pdf
- INEC. (2010). Ecuador en cifras. Recuperado 22 de febrero de 2019, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>
- INEC. (2017). *Censo de información ambiental económica en GAD provinciales*. Quito. Recuperado de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/GAD_Provinciales_2017/Presentacion de

resultados GAD provinciales v_2.pdf

- IUCN. (2000). The IUCN red list of threatened species. Recuperado 10 de septiembre de 2018, de <http://www.iucnredlist.org/details/49829531/0>
- Jáimez-Cuéllar, P., Vivas, S., Bonada, N., Robles, S., Mellado, A., Álvarez, M., ... Alba-Tercedor, J. (2002). Protocolo GUADALMED (PRECE). En A. E. de Limnología (Ed.), *Limnetica* (Vol. 21, pp. 197-208). Madrid. Spain. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803109-4.00023-4>
- Jiménez-Prado, P., & Arguello, P. (2016). *Astroblepus vaillanti*, 8235, 4. Recuperado de <https://www.iucnredlist.org/species/49830265/64890230>
- Jiménez Prado, P., Aguirre, W., Laaz Moncayo, E., Navarrete Amaya, R., Nugra Salazar, F., Rebolledo Monsalve, E., ... Valdiviezo Rivera, J. (2015). *Guía de peces para aguas continentales en la vertiente occidental del Ecuador*. Esmeraldas, Ecuador: Universidad Católica del Ecuador sede Esmeraldas (PUCESE); Universidad del Azuay y Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (MECN) del Instituto Nacional de Biodiversidad. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/278027849_Guia_de_peces_para_aguas_continental_es_en_la_vertiente_occidental_del_Ecuador
- Jiménez Prado, P. J., Arguello, P., & Anderson, E. (2016). *Astroblepus prenadillus* THE IUCN RED LIST OF THREATENED SPECIES™, (October), 6. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T49829709A64847006.en>
- López-Ulloa, R. (2016). ECUADOR ES CALIDAD. Revista científica ecuatoriana. ARTÍCULO OPINIÓN. Servicios Ecosistémicos del suelo, 10-12. Recuperado de

<http://www.agrocalidad.gob.ec/revistaecuadorestabilidad/index.php/revista/articulo/view/49/90>

MACROCONSULT CÍA. LTDA. (2017). *Estudio y evaluación del impacto ambiental expost para la operación de la planta de gestión seguridad documentaria del I. G. M. y plan de manejo ambiental*. Quito. Recuperado de http://www.igm.gob.ec/work/files/2017/impacto_ambiental/BORRADOR_ESTUDIO_IMPACTO_AMBIENTAL.pdf

Maldonado-Ocampo, J. A., Ortega-Lara, A., Usma Oviedo, J. S., Galvis Vergara, G., Villa-Navarro, F. A., Vásquez Gamboa, L., ... Ardila Rodríguez, C. (2005). *Peces de los Andes de Colombia*. (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos «Alexander von Humboldt, Ed.). Bogotá D.C - Colombia. Recuperado de http://awsassets.panda.org/downloads/peces_de_los_andes_de_colombia.pdf

Maldonado, M., Maldonado-Ocampo, J. a, Ortega, H., Encalada, A. C., Carvajal-Vallejos, F. M., Rivadeneira, J. F., ... Rivera-Rondón, C. a. (2011). Biodiversity in Aquatic Systems of the Tropical Andes. *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes*, 276-294. <https://doi.org/10.13140/2.1.3718.4969>

Mariscal, C. (2016). *Los corredores de conservación: una oportunidad para unir esfuerzos entre la cooperación internacional, Estado y sociedad civil para conservar la biodiversidad. Análisis de factores críticos de éxito en la implementación de corredores*. Universidad Andina Simón Bolívar. Recuperado de [http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/5494/1/T2238-MRI-Mariscal-Los corredores.pdf](http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/5494/1/T2238-MRI-Mariscal-Los%20corredores.pdf)

- Mena, P., & Valdiviezo, J. (2016). Biota Colombiana. *Leucism in Astroblepus ubidiai (Pellegrin 1931) (Siluriformes: Astroblepidae), in Imbabura Province, Ecuador.*, 304. <https://doi.org/10.21068/c001>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2012). Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. *Subsecretaría de Patrimonio Natural, Quito*, 143. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). Sistema de Clasificación de ecosistemas del Ecuador Continental. *Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.*, 53(9), 1689-1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2015). Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador. Recuperado 9 de octubre de 2019, de <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/content/corredores-de-conectividad>
- Moreano, M., Reascos, Y., & Del Pino, E. M. (2005). Un pez gato milenario: La preñadilla, *Astroblepus ubidiai* (Siluriformes: Astroblepidae). *Nuestra Ciencia Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Pontificia Universidad Católica de Quito*, 6-8.
- Municipio de Rumiñahui. (2016). Línea de Tiempo, Rumiñahui 1938-2016. Recuperado de http://www.ruminahui.gob.ec/images/d/2016/06/Linea_de_Tiempo.pdf
- Nihon Kasetsu. (2018). DBO y DQO para caracterizar aguas residuales. Recuperado de <http://nihonkasetsu.com/es/dbo-y-dqo-para-caracterizar-aguas-residuales/>
- Nugra, F. I. (2014). *Caracterización de la ictiofauna dentro de la subcuenca del río Llaviuco*. Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado de

https://www.researchgate.net/profile/Fredy_Nugra3/publication/322419637_Caracterizacion_de_la_ictiofauna_dentro_la_sub_Cuenca_del_rio_Llaviuco/inks/5a5847cba6fdccf0ad1a48d6/Caracterizacion-de-la-ictiofauna-dentro-la-sub-Cuenca-del-rio-Llaviuco.pdf

Ochoran, R. (2018). *Macroinvertebrados acuáticos*. CIMA; Gobierno de Cantabria y CEDREAC (Vol. 2). <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.02.002>

ONU, O. de las N. U. (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica. *Naciones Unidas*, 30.

Peña, E. (2007). Calidad De Agua. Trabajo De Investigación. Oxígeno Disuelto (Od), 16. Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6162/5/Investigacion.pdf>

Pichincha Universal. (2019). Rumipamba, sector lechero de Pichincha. *Estrella, Silvia*, p. 1. Recuperado de <https://www.pichinchauniversal.com.ec/rumipamba-sector-lechero-de-pichincha/>

Rivadeneira, F., Segovia, M., Alvarado, A., Egred, J., Troncoso, L., Vaca, S., & Yepes, H. (2007). *Breves Fundamentos sobre los Terremotos en el Ecuador* (IG-EPN). Quito, Ecuador. Recuperado de <https://www.igepn.edu.ec/publicaciones-para-la-comunidad/comunidad-espanol/35-breves-fundamentos-sobre-los-terremotos-en-el-ecuador/file>

Rojas, S. S. (2017). *La contaminación del Río Chiguilpe y el derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado de la Comuna Tsáchila*.

UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR. Recuperado de

<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/14274>

Roldán Pérez, G. (1996). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Universidad de Antioquia.*

Recuperado de <https://www.ianas.org/docs/books/wbp13.pdf>

Romero Zarco, C. M., Carapeto, A., Pinto Cruz, C., García Murillo, P. G., Ríos

Ruiz, S., & Fraga i Arquimbau, P. (2018). The IUCN Red List of Threatened Species 2018. Recuperado 11 de diciembre de 2018, de

<https://www.iucnredlist.org/search?query=Astroblepus&searchType=species>

Rosman, I., Maugeri, S., & Organización de las Naciones Unidas para la

Agricultura y la Alimentación. (1980). *La pesca con redes de enmalle*

caladas en el fondo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de

<http://www.fao.org/docrep/004/X6936S/X6936S00.HTM>

Rumiñahui - ASEO EPM. (2014). *Plan estratégico 2014-2019 y plan operativo*

2015. Sangolquí. Recuperado de [http://www.ruminahui-](http://www.ruminahui-aseo.gob.ec/periodo2015/documentos/peo2015.pdf)

[aseo.gob.ec/periodo2015/documentos/peo2015.pdf](http://www.ruminahui-aseo.gob.ec/periodo2015/documentos/peo2015.pdf)

Rumiñahui - ASEO EPM. (2019a). *RECOLECCIÓN MENSUAL PER CÁPITA.*

Sangolquí. Recuperado de [http://www.ruminahui-](http://www.ruminahui-aseo.gob.ec/periodo2018/indicadores/4_recoleccion_percapita_diciembre_2018.pdf)

[aseo.gob.ec/periodo2018/indicadores/4_recoleccion_percapita_diciembre_2018.pdf](http://www.ruminahui-aseo.gob.ec/periodo2018/indicadores/4_recoleccion_percapita_diciembre_2018.pdf)

Rumiñahui - ASEO EPM. (2019b). *RECOLECCIÓN TOTAL AL MES 2018.*

Sangolquí. Recuperado de [http://www.ruminahui-](http://www.ruminahui-aseo.gob.ec/periodo2018/indicadores/1_recoleccion_total_diciembre_2018.pdf)

[aseo.gob.ec/periodo2018/indicadores/1_recoleccion_total_diciembre_2018.pdf](http://www.ruminahui-aseo.gob.ec/periodo2018/indicadores/1_recoleccion_total_diciembre_2018.pdf)

- Serrano, M. (2012). *Documento informativo, EL PLAN NACIONAL DE LA SEGURIDAD INTEGRAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.*
- Solíz, M. F. (2016). *Salud colectiva y ecología política. La basura en Ecuador* (La Tierra). Quito, Ecuador.
- Tamez, E., Hernández, P., Héctor, S., Guzmán, L., Lozano, R., & Susana, E. (2018). Muestreo De Bola De Nieve, 12. Recuperado de http://www.dpye.iimas.unam.mx/patricia/muestreo/datos/trabajos_alumnos/Proyectofinal_Bola de Nieve.pdf
- Troll, C. (2003). Ecología del paisaje. *Gaceta Ecológica*, (68), 71-84. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53906808>
- USFQ. (2012). La biodiversidad del Distrito Metropolitano de Quito, Un Tesoro Por Explorar, 33. Recuperado de https://www.usfq.edu.ec/programas_academicos/colegios/cociba/quitoambiente/temas_ambientales/biodiversidad/Documents/DC4AC5Las plantas y animales nativos del DMQ.pdf
- Velasco, J. (1946). *Historia del reino de Quito. En la América meridional. Tomo I y parte que contiene La Historia Natural. Año de 1789.* Quito. Recuperado de <http://repositorio.casadelacultura.gob.ec/handle/34000/1333>
- Vélez-Espino, L. A. (2004a). Taxonomic revision, ecology and endangerment categorization of the Andean catfish *Astroblepus ubidiai* (Teleostei: Astroblepidae). *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 13(4), 367-378. <https://doi.org/10.1007/s11160-004-1096-8>
- Vélez-Espino, L. A. (2004b). Threatened fishes of the world: *Astroblepus ubidiai* (Pellegrin, 1931) (Astroblepidae). *Environmental Biology of Fishes*, 71(3),

296. <https://doi.org/10.1007/s10641-004-1034-6>

Wilches-Chaux, G. (1988). *Vulnerabilidad global*.

Wolf, T. (1892). *Geografía y geología del Ecuador*. Quito, Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/8820>

WWF, Fundación Natura, The Nature Conservancy, & Red de Reservas Naturales de la Sociedad Civil. (2001). *Las servidumbres ecológicas: un mecanismo jurídico para la conservación en tierras privadas*. (A. Jimenez, C. Solano, M. del P. Barrera, & X. Barrera, Eds.). Cali, Colombia. Recuperado de http://assets.panda.org/downloads/servidumbres_ecologicas.pdf.

6. ANEXOS

6.1. Anexo 1: Análisis de parámetros físico - químicos río Santa Clara 2014 - 2018.

Tabla 18. Muestra los parámetros analizados en el río Santa Clara en el 2014 al 2018.

N°	Fecha	Punto	X	Y	pH	Conductividad Eléctrica	Oxígeno Disuelto	Caudal	Carga Contaminante	Temperatura	DBO	DQO
1	ago-14	Enkador 1	787084	9960020	7,8	No registra	4,3	3900	4719,25	No registra	<5	<8
2	ago-14	Enkador 2	787069	9960613	8,2	No registra	4,2	3400	4406,4	No registra	<5	11
3	ago-14	Club Los Cerros	786332	9961580	7,4	No registra	4	3610	4368,11	No registra	<5	<8
4	ago-14	Prq Sta Clara	784716	9963401	8,2	No registra	2,2	4480	9550,33	No registra	10	30
5	ago-14	Puente La Paz	784250	9963963	8,3	No registra	2,7	4250	6120	No registra	5	16
6	ago-14	CC San Luis	783682	9965668	8,3	No registra	2,5	4170	11554,1	No registra	14	41
7	ago-14	Los Mormones	783058	9966424	8,3	No registra	2,5	4800	15621,12	No registra	6	17
8	sep-14	Enkador 1	787084	9960020	7,9	No registra	4,9	4050	8630	No registra	<5	16
9	sep-14	Enkador 2	787069	9960613	8,1	No registra	5	3570	8010	No registra	<5	14
10	sep-14	Club Los Cerros	786332	9961580	8,1	No registra	5,1	3830	7720	No registra	<5	15
11	sep-14	Prq Sta Clara	784716	9963401	8,1	No registra	3,7	4550	10860	No registra	<5	13
12	sep-14	Puente La Paz	784250	9963963	8,2	No registra	2,8	4310	10550	No registra	6	19
13	sep-14	CC San Luis	783682	9965668	8,2	No registra	2,1	4330	11970	No registra	<5	14
14	sep-14	Los Mormones	783058	9966424	8,1	No registra	1,2	4900	132660	No registra	<5	15
15	oct-14	Enkador 1	787084	9960020	8	No registra	6,1	4100	10190,79	No registra	<5	13
16	oct-14	Enkador 2	787069	9960613	8	No registra	6	4700	15275,52	No registra	<5	<8
17	oct-14	Club Los Cerros	786332	9961580	7,9	No registra	4,3	4500	12373,42	No registra	<5	13
18	oct-14	Prq Sta Clara	784716	9963401	8	No registra	4,1	4600	18415,32	No registra	<5	9
19	oct-14	Puente La Paz	784250	9963963	8	No registra	4,1	4600	16401,31	No registra	7	19
20	oct-14	CC San Luis	783682	9965668	7,9	No registra	4,8	4300	19082,22	No registra	<5	12
21	oct-14	Los Mormones	783058	9966424	8,1	No registra	3,3	4800	105777,79	No registra	5	14
22	nov-14	Enkador 1	787084	9960020	7,9	No registra	6,2	4200	7513,98	No registra	<5	13
23	nov-14	Enkador 2	787069	9960613	8	No registra	4,1	5300	7833,6	No registra	<5	16
24	nov-14	Club Los Cerros	786332	9961580	8,1	No registra	5,1	4600	9366,34	No registra	<5	15
25	nov-14	Prq Sta Clara	784716	9963401	7,9	No registra	4	5400	16689,81	No registra	<5	12
26	nov-14	Puente La Paz	784250	9963963	8	No registra	3,6	5200	15755,04	No registra	6	18
27	nov-14	CC San Luis	783682	9965668	8,3	No registra	3,4	5200	18377,78	No registra	<5	15
28	nov-14	Los Mormones	783058	9966424	8	No registra	4,4	5300	279006,34	No registra	9	27
29	abr-15	Enkador 1	787082	9960007	7,85	266	7,71	11140	No registra	14,8	<4,75	<10

Nº	Fecha	Punto	X	Y	pH	Conductividad Eléctrica	Oxígeno Disuelto	Caudal	Carga Contaminante	Temperatura	DBO	DQO
30	abr-15	Enkador 2	787071	9960609	8,06	229,7	7,3	No registra	No registra	15,5	<4,75	11,2
31	abr-15	Club Los Cerros	786322	9961588	8,12	222,2	7,59	28670	No registra	16,5	<4,75	<10
32	abr-15	Prq Sta Clara	784716	9963403	7,97	233,2	7,32	14720	No registra	16,7	<4,75	11,8
33	abr-15	Puente La Paz	784251	9963941	8,09	240,3	7,5	34170	No registra	16,9	5	14,4
34	abr-15	CC San Luis	783688	9965648	8,07	258,3	6,69	18790	No registra	16,7	10,3	25,3
35	abr-15	Los Mormones	783079	9966424	8,03	268	7,11	No registra	No registra	17,5	23,3	49,2
36	abr-15	Moca	787676	9959615	7,73	195,2	7,21	1450	No registra	14,1	No registra	No registra
37	jun-15	Enkador 1	787074	9960016	7,12	316,4	6,82	12332	753	13,1	5,6	15,7
38	jun-15	Enkador 2	787067	9960612	7,1	310,2	6,76	No registra	No registra	14,2	5,68	15,7
39	jun-15	Club Los Cerros	786333	9961585	7,2	322,3	7,01	24843	1938	13,8	6,96	15,1
40	jun-15	Prq Sta Clara	784697	9963386	7,22	349,2	5,79	17170	2244	14,3	12	24,9
41	jun-15	Puente La Paz	784245	9963940	7,23	332,1	5,78	51813	4570	21,5	12,3	24,9
42	jun-15	CC San Luis	783691	9965663	7,19	246,7	4,68	20204	1620	15,3	4,86	15,1
43	jun-15	Los Mormones	783068	9966427	7,09	245,6	5,03	No registra	No registra	17,6	6,83	18,4
44	ago-15	Enkador 1	787074	9960016	7,52	364,3	6,81	2850	100,48	15,1	5,44	12,5
45	ago-15	Enkador 2	787066	9960612	7,55	326,1	6	No registra	No registra	14,8	6,64	13,8
46	ago-15	Club Los Cerros	786333	9961585	7,55	333	6,19	5290	204,5	15,8	5,91	14,4
47	ago-15	Prq Sta Clara	784697	9963386	7,51	392,4	5,92	2260	103,8	15,7	7,93	16,4
48	ago-15	Puente La Paz	784245	9963940	7,53	337,1	5,93	7660	259,9	15,4	6,94	14,4
49	ago-15	CC San Luis	783691	9965663	7,39	277,3	5,24	4220	223,9	14,2	7,26	17,7
50	ago-15	Los Mormones	783068	9966427	7,45	269,6	4,51	No registra	No registra	15,1	8,24	18,4
51	oct-15	Enkador 1	787066	9960017	7,98	235,2	7,12	7795	419,4	13,1	7,57	17,7
52	oct-15	Enkador 2	787066	9960612	8,19	242,3	7,53	8008	479,7	13,9	9,51	24,9
53	oct-15	Club Los Cerros	786330	9961586	8,07	248	7,58	5184	306,4	13,9	8,48	20,3
54	oct-15	Prq Sta Clara	784208	9963141	8,12	281,6	7,33	3575	193,1	15,5	9	21
55	oct-15	Puente La Paz	784251	9963962	8,17	284	6,94	13709	904,5	17,9	9,99	23
56	oct-15	CC San Luis	783681	9965674	8,07	293,2	6,76	7570	551	16,9	13,58	27,5
57	oct-15	Los Mormones	783066	9966429	8,24	304,1	6,92	No registra	No registra	16,8	9,28	18,8
58	oct-15	La Moca	787669	9954007	8,28	223,1	7,06	907	40,6	13,5	<4,75	<10,0
59	abr-16	La Moca	787676	9954615	7,4	No registra	7,2	130	288,3	No registra	12	20

Nº	Fecha	Punto	X	Y	pH	Conductividad Eléctrica	Oxígeno Disuelto	Caudal	Carga Contaminante	Temperatura	DBO	DQO
60	abr-16	Enkador 1	787086	9960010	8,2	No registra	7,1	2800	16369,9	No registra	31	48
61	abr-16	Enkador 2	787086	9960613	8,1	No registra	7,1	3300	15681,6	No registra	21	33
62	abr-16	Club Los Cerros	786326	9961582	8,2	No registra	7,1	2820	13238,2	No registra	22	35
63	abr-16	Prq Sta Clara	784716	9963401	8,2	No registra	5,9	3490	31259,2	No registra	68	106
64	abr-16	Puente La Paz	784716	9963401	8,2	No registra	6,2	3590	11890,1	No registra	13	20
65	abr-16	CC San Luis	783058	9965668	8,1	No registra	5,6	4610	16994,3	No registra	14	22
66	abr-16	Los Mormones	783058	9966424	8,3	No registra	6,9		NA	No registra	19	31
67	jun-16	La Moca	787676	9954615	8	No registra	6,1	50	3,15	No registra	98	169
68	jun-16	Enkador 1	787086	9960010	8,1	No registra	6,4	1280	7,07	No registra	12	18
69	jun-16	Enkador 2	787069	9960613	8,3	No registra	5,9	2090	10,83	No registra	8	14
70	jun-16	Club Los Cerros	786326	9961582	8,2	No registra	6,5	2280	11,43	No registra	6	12
71	jun-16	Prq Sta Clara	784716	9963401	8,2	No registra	6,1	2460	12,31	No registra	< 6	12
72	jun-16	Puente La Paz	784250	9963963	8,4	No registra	5,9	2830	14,99	No registra	9	16
73	jun-16	CC San Luis	783058	9965668	8,2	No registra	4,6	3270	19,3	No registra	16	23
74	jun-16	Los Mormones	783058	9966424	8,4	No registra	5,5	5180	26,85	No registra	8	14
75	ago-16	La Moca	757626	9954097	8,8	No registra	7	690	3418	No registra	< 6	< 10
76	ago-16	Enkador 1	787095	9960040	8,5	No registra	6,6	1310	7093	No registra	9	20
77	ago-16	Enkador 2	787069	9960613	8,3	No registra	5,9	570	3086	No registra	11	16
78	ago-16	Club Los Cerros	786326	9961582	8,2	No registra	6,5	1780	8,62	No registra	< 6	10
79	ago-16	Prq Sta Clara	784702	9963401	8	No registra	5,5	2520	13644	No registra	9	20
80	ago-16	Puente La Paz	784245	9963960	8,2	No registra	4,6	2620	14261	No registra	9	21
81	ago-16	CC San Luis	783685	9965667	8,1	No registra	4,2	3530	26534	No registra	31	49
82	ago-16	Los Mormones	783058	9966441	8,2	No registra	3,32	2870	15870	No registra	11	20
83	oct-16	La Moca	757627	9954104	8,3	No registra	6,7	100	480,5	No registra	< 6	< 10
84	oct-16	Enkador 1	787109	9960064	8	No registra	6,9	880	4339,35	No registra	< 6	< 10
85	oct-16	Enkador 2	787148	9960703	8,6	No registra	7,2	1730	8569,73	No registra	< 6	< 10
86	oct-16	Club Los Cerros	786331	9961581	8,3	No registra	6,7	1750	8809,92	No registra	< 6	13
87	oct-16	Prq Sta Clara	784715	9963399	8,6	No registra	6,2	2080	10288,63	No registra	< 6	< 10
88	oct-16	Puente La Paz	784251	9963950	8,8	No registra	6	1810	8975,92	No registra	< 6	10
89	oct-16	CC San Luis	783688	9965716	7,8	No registra	6	2820	13988,97	No registra	< 6	< 10
90	oct-16	Los Mormones	783053	9966431	8,1	No registra	5,8	3660	18335,98	No registra	< 6	12
91	abr-17	La Moca	787632	9954118	8,21	136	83,73	1612,62	121,76	12,6	<4,75	12
92	abr-17	Enkador 1	787089	9960039	8,33	191	84,18	6533,33	1027,67	14	5,89	17,3
93	abr-17	Enkador 2	787151	9960705	8,46	180	83,77	8072,75	1222,55	15,5	10,45	27,3
94	abr-17	Club Los Cerros	786340	9961573	8,39	197,3	81,42	10345,12	2495,74	15,6	12,17	32,7
95	abr-17	Prq Sta Clara	784715	9963404	8,22	222,9	77,6	19001,45	5127,66	16,1	6,79	19,3
96	abr-17	Puente La Paz	784251	9963960	8,25	221,8	79,95	28813,82	3296,53	17,1	<4,75	14,6

Nº	Fecha	Punto	X	Y	pH	Conductividad Eléctrica	Oxígeno Disuelto	Caudal	Carga Contaminante	Temperatura	DBO	DQO
97	abr-17	CC San Luis	783686	9965668	8,12	237,7	72	23150,4	3665,91	16,9	9,33	23,3
98	abr-17	Los Mormones	783064	9966425	8,32	221,8	78,14	No registra	No registra	17,6	6,11	18,6
99	jun-17	La Moca	787632	9954118	8,04	198,1	80,65	851,46	29,45	10,7	<4,75	<10
100	jun-17	Enkador 1	787089	9960039	7,87	230,5	80,68	3085,5	67,83	12,9	<4,75	<10,0
101	jun-17	Enkador 2	787151	9960705	7,98	229,1	81,64	3518,66	28,63	12,9	<4,75	<10,0
102	jun-17	Club Los Cerros	786340	9961573	8,01	234,8	82,67	4076,8	89,62	13,2	<4,75	<10,0
103	jun-17	Prq Sta Clara	784715	9963404	7,46	247,7	80,81	5918,39	108,16	15	<4,75	<10,0
104	jun-17	Puente La Paz	784251	9963960	8,18	249	84,99	8343,49	367,35	15,2	<4,75	<10,0
105	jun-17	CC San Luis	783686	9965668	7,93	256,1	77,48	4488	154,89	16,4	<4,75	<10,0
106	jun-17	Los Mormones	783064	9966425	8,03	247,7	79,24	No registra	No registra	16,4	<4,75	<10,0
107	ago-17	La Moca	787632	9954118	8,14	200,6	79,14	915,75	150,32	11,1	<4,75	<10
108	ago-17	Enkador 1	787089	9960039	8,13	215,7	81,4	4783,8	9,3	12,7	<4,75	<10,0
109	ago-17	Enkador 2	787151	9960705	8,19	221,6	87,16	8839,6	18,03	13,1	<4,75	<10,0
110	ago-17	Club Los Cerros	786340	9961573	8,24	230,3	85,38	8747,67	82,72	13,5	<4,75	<10,0
111	ago-17	Prq Sta Clara	784715	9963404	8,16	254,8	78,98	9408	292,18	14,6	<4,75	<10,0
112	ago-17	Puente La Paz	784251	9963960	8,4	252,7	80,23	14960	1461,65	14,9	14,61	40,2
113	ago-17	CC San Luis	783686	9965668	8,24	254	72,06	13906,67	208,1	14,9	<4,75	<10,0
114	ago-17	Los Mormones	783064	9966425	8,26	272,8	77,86	No registra	No registra	15,3	8,33	22
115	oct-17	La Moca	787632	9954118	7,27	200,3	85,72	409,2	11,87	12,2	<4,75	<10
116	oct-17	Enkador 1	787089	9960039	8,21	216	84,47	2870	42,84	13,8	<4,75	<10,0
117	oct-17	Enkador 2	787151	9960705	8,5	226,1	86,16	5952	291,84	14,3	5,73	11,4
118	oct-17	Club Los Cerros	786340	9961573	7,94	229,8	90,14	6277,5	59,21	15,4	<4,75	<10,0
119	oct-17	Prq Sta Clara	784715	9963404	8,22	257,3	88,72	7616	291,36	16,7	<4,75	<10,0
120	oct-17	Puente La Paz	784251	9963960	8,21	253	94,43	10738	100,51	17,6	<4,75	<10,0
121	oct-17	CC San Luis	783686	9965668	8,09	255,7	93,56	6348	142,3	18,1	<4,75	<10,0
122	oct-17	Los Mormones	783064	9966425	8,64	278,8	83,67	No registra	No registra	18,6	<4,75	<10,0
123	abr-18	Enkador 1	787089	9960039	8,11	226	8,19	6944	63,496	14,6	0,81	0
124	abr-18	Enkador 2	787151	9960705	8,2	399	7,48	7854	200,56	14,3	1,64	0
125	abr-18	Club Los Cerros	786340	9961573	8,16	361	7,7	3551,89	37,508	15,1	1,4	0
126	abr-18	Prq Sta Clara	784715	9963404	8,06	213	7,14	6999,99	228,118	17	2,03	5,097
127	abr-18	Puente La Paz	784251	9963960	8,07	251	7,64	12257	200,917	18	0,83	0
128	abr-18	CC San Luis	783686	9965668	8,05	240	6,5	6374,4	213,514	20,1	1,01	1,893
129	abr-18	Los Mormones	783064	9966425	8,16	269	7,39	No registra	No registra	17,4	13,59	27,5

N°	Fecha	Punto	X	Y	pH	Conductividad Eléctrica	Oxígeno Disuelto	Caudal	Carga Contaminante	Temperatura	DBO	DQO	
130	jun-18	Enkador 1	787092	9960045	8,22	218	7,82	1852,2	294,144	12,8	26,32	55,7	
131	jun-18	Enkador 2	787148	9960706	7,75	221	7,5	3003,3	80,419	13,3	0,89	2,534	
132	jun-18	Club Los Cerros	786329	9961585	8,24	225	7,6	3060	96,985	13,7	0,58	1,252	
133	jun-18	Prq Sta Clara	784717	9963395	8,09	240	7,79	4077	99,179	15,5	0,51	1,252	
134	jun-18	Puente La Paz	784245	9963941	8,19	250	7,44	5479,6	247,24	14,5	0,8	0	
135	jun-18	CC San Luis	783682	9965663	8,04	254	7,36	4008,6	402,985	15,1	1,3	3,175	
136	jun-18	Los Mormones	783054	9966426	8,24	268	6,94	No registra	No registra	15,8	9,24	25,6	
137	ago-18	Enkador 1	787089	9960039	7,62	92,49	7,51	2420,55	109,331	11,6	2,67	8,3	
138	ago-18	Enkador 2	787151	9960705	7,61	115,5	7,43	5226,38	180,185	12,5	1,1	2,5	
139	ago-18	Club Los Cerros	786340	9961573	7,38	145,4	7,54	5607,4	194,263	13,7	1,17	2,53	
140	ago-18	Prq Sta Clara	784715	9963404	7,49	156,7	7,32	8448	383,606	15,8	0,92	0	
141	ago-18	Puente La Paz	784251	9963960	7,11	207,1	6,95	11541,15	258,706	15,7	1,43	3,82	
142	ago-18	CC San Luis	783686	9965668	7,35	248,6	6,93	9352,13	763,582	16,4	3,51	7,02	
143	ago-18	Los Mormones	783064	9966425	7,22	258,2	6,7	No registra	No registra	17,1	2,61	5,73	
144	oct-18	Enkador 1	787089	9960039	8,22	248	7,86	1127,5	17,4	13,4	3,43	0	
145	oct-18	Enkador 2	787151	9960705	8,23	242	7,77	1914,75	26,734	13,5	3,91	3,815	
146	oct-18	Club Los Cerros	786340	9961573	8,15	256	7,85	1716	9,637	14,5	2,34	0	
147	oct-18	Prq Sta Clara	784715	9963404	8,04	278	7,17	2831,13	32,999	16,1	2,41	1,893	
148	oct-18	Puente La Paz	784251	9963960	8,09	281	6,99	4585,75	50,159	17,7	2,97	3,175	
149	oct-18	CC San Luis	783686	9965668	7,99	298	6,28	1806	81,053	17,6	6,3	12,8	
150	oct-18	Los Mormones	783064	9966425	8,09	293	6,84	No registra	No registra	17,5	5,53	14,1	
					unidad	U pH	u S/cm	mg/l	l/s	kg/h	C	mg/l	mg/l
					lim permisible	6,5 - 9	no aplica	< 6 // <80%	no aplica	no aplica	20	20	40

Elaboración: Luis Fernando Lema
Fuente: DPA-GADMUR

6.1. Anexo: Cronograma de actividades

Tabla 19. Muestra el cronograma de actividades dividido en tres etapas

N°	Actividades	Marzo				Abril				Mayo				Julio				Agosto			
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
1. Planificación, elaboración de ensayos para el inicio del proyecto																					
1.1	Definición de tema del proyecto de grado	x																			
1.2	Elaboración del informe para la aprobación del tema		x																		
1.3	Aprobación del tema		x																		
1.4	Revisión bibliográfica			x																	
1.5	Estructuración de plan de tesis			x																	
1.6	Selección de tutor de tutor			x																	
1.7	Aprobación de tutor			x																	
2. Elaboración plan de tesis																					
2.1	Elaboración del plan de tesis			x	x																
2.2	Revisión del plan de tesis					x															
2.3	Correcciones de plan de tesis					x															
2.4	Elaboración de hoja de campo					x															
2.5	Diseño de plan de muestreos						x														
3. Elaboración de plan de muestreo, muestreo e informe final																					
3.1	Vista a campo para reconocimiento de las características del lugar						x	x													
3.2	Elaboración de capítulo 1: Fundamentación teórica							x													
3.3	Segunda visitas de campo, trabajos in situ: Llenado de hojas de campo.									x	x										
3.4	Elaboración capítulo 2: Diagnóstico										x	x									
3.5	Tercera visita de campo, trabajos in situ: llenado de hoja de campo y muestreo de individuos en la microcuencia											x									
3.6	Análisis de muestreos in situ								x		x	x									
3.7	Trabajos de gabinete												x								
3.8	Elaboración capítulo 3: Propuesta												x								
3.9	Elaboración Conclusiones y recomendaciones													x							
3.10	Revisión de citas bibliográficas y correcciones													x	x	x					
3.11	Entrega de proyecto integrador de grado																		x		
3.12	Pre defensa																			x	
3.13	Defensa de proyecto integrador de grado																				x

Elaboración: Luis Fernando Lema

6.2. Anexo 2: Entrevistas a especialistas

6.2.1. Dr. Ramiro Barriga Salazar - Museo de ciencias naturales de la EPN

La entrevista se logro mediante medios electrónicos, mensaje por correo electrónico, la respuesta fue enviada el 20 de Noviembre del 2018.

1. ¿Existe registros históricos de hallazgos de la familia Astroblepidae en el cantón Rumiñahui y cuál sería la distribución si los hubiese?

“En la base de datos de la Sección de Peces no tenemos registros de ejemplares de la familia Astropblepidae. Pero si estamos seguros del rango de distribución de esta familia. En la vertiente oriental de los Andes el rango de distribución se encuentra entre los 700 msnm y los 3100 msnm. En la vertiente occidental va de desde los 3.100 hasta los 200 msnm. Estamos seguros que en toda la zona en la que usted se encuentra realizando el estudio existe todavía la <<preñadilla>>.”

2. ¿Qué se conoce acerca de la ecología de estos peces?

“Las preñadillas viven en ríos muy correntosos de aguas frías, aguas claras y de sustrato pedregoso. En temperaturas que oscilan entre los 11 °C y 17°C. Son especies ovípara tiene dimorfismo sexual entre machos y hembras.”

3. ¿Es un género en peligro de extinción?

“Le aclaro que es una afirmación muy ligera que está desapareciendo. Usted encuentra preñadillas en todos los ríos de la sierra, lógicamente se reduce en los cuerpos de agua cercanos a los centros poblados.”

6.2.2. Juan Francisco Rivadeneira - Director de la carrera de ciencias biológicas de la Universidad Central del Ecuador.

La entrevista se logró de forma presencial 14 de marzo del 2019.

1. ¿Las “preñadillas” en general son peces de hábitos nocturnos?

“Es una de sus características, pero hay que estudiarlas más, se tendría que analizar su comportamiento en especies en cautiverio para realizar esa aseveración.”

2. ¿En el *Astroblepus* spp. cuál es su alimento preferido son: detritívoros ó insectívoros?

“Ninguno de los dos, son omnívoros. Las preñadillas viven entre las rocas y dentro de los poros y orificios de estas, se alimentan de lo que encuentran, es cierto que algunas prefieren las algas y los macrobentos.”

3. ¿Cómo lograr una evaluación amenazas y vulnerabilidades en MCRSC para este género?

“Se debe seleccionar muy bien el área de estudio y dividir las en zonas, para conocer que ocurre al inicio, durante y fin es decir la desembocadura, hay que analizar el grado de afectación que sufre la microcuenca al atravesar una ciudad. Se debe elegir un punto con menor intervención cerca del área para comparar la zona intervenida.”

6.2.3. Jonathan Valdiviezo - Ictiólogo del INABIO

La entrevista se logró de forma presencial el 7 de mayo del 2019.

1. ¿Cuál es la mejor técnica de campo para muestrear *Astroblepus* spp.?

“Sin duda la mejor es la pesca eléctrica, pero el equipo es costoso. Después esta la red cuadrada y la red de mano; son también bastante utilizados al momento de muestrear estos peces, se los puede hacer de propia cuenta o adquirirlos.”

2. ¿Cuáles son los datos del pez, que se deben registrar en imagen en un muestreo?

“Hay que reconocerlos, pues los *Astroblepus* spp. poseen dimorfismo sexual, los machos suelen tener un rasgo distintivo en la parte baja del vientre. Se deben realizar fotografías en fondo blanco de la parte frontal, lateral y boca arriba procurando que se vean los “dientes”. Las medidas a registrar son: longitud total y longitud estándar (se mide el individuo sin la parte de la aleta caudal).”

“En el caso en el que se vaya a realizar la colecta se lo debe hacer en formol al 10% y 90% de agua y seguir el protocolo para que las muestras sean entregadas a esta institución (INABIO).”

3. ¿Las “preñadillas” son indicadores directos de la calidad del ecosistemas?

“Sí, por supuesto ya que requieren varios factores entre ellos gran cantidad de macrobentos y oxígeno disuelto”

6.3. Anexo 3: Zonas de la MRSC

Zona baja



Zona media de la MRSC



Zona alta de la MRSC



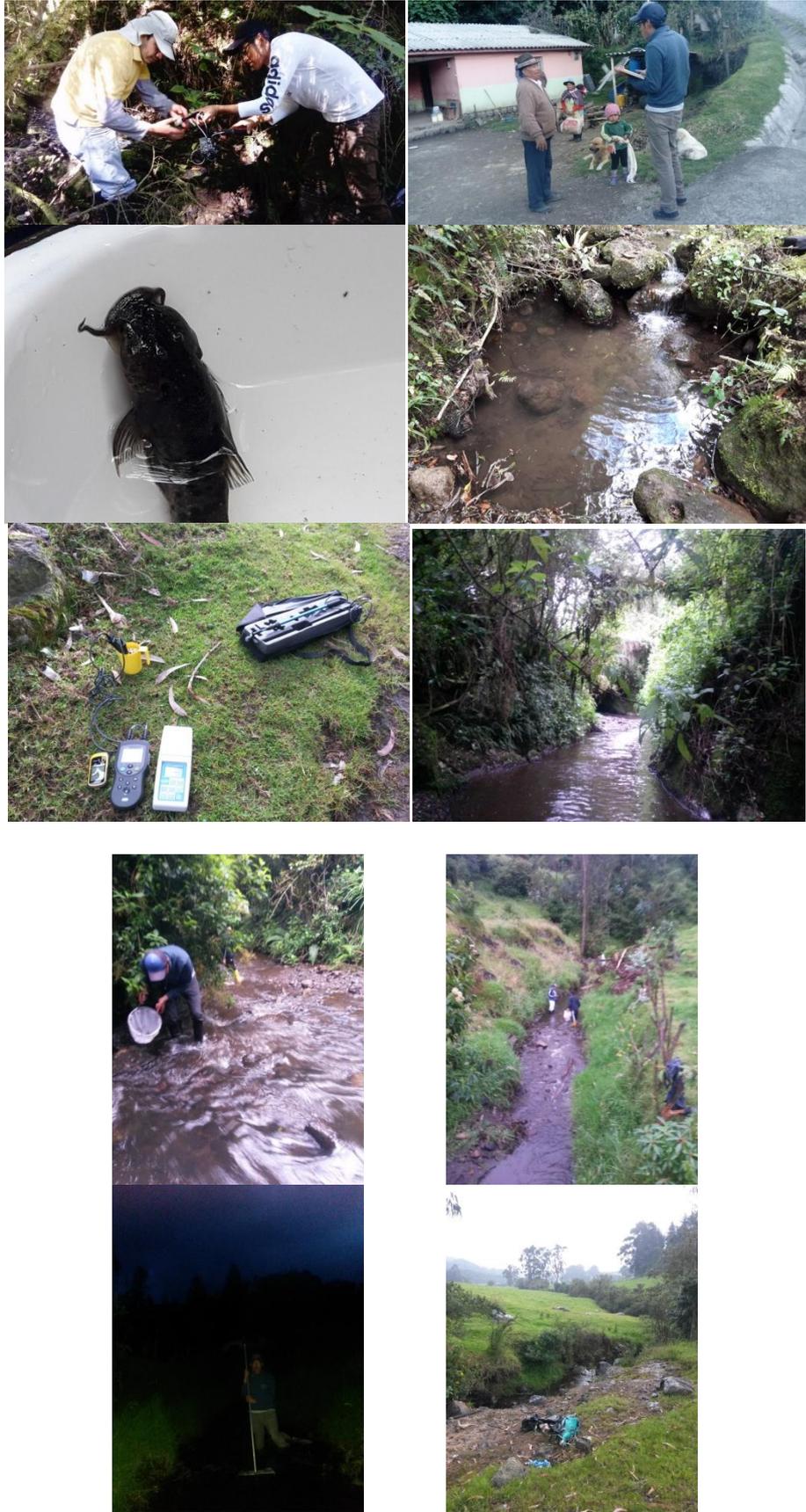
6.4. Anexo 4: Ganadería



Reservorio que desfoga ala Quebradilla Santa Rosa

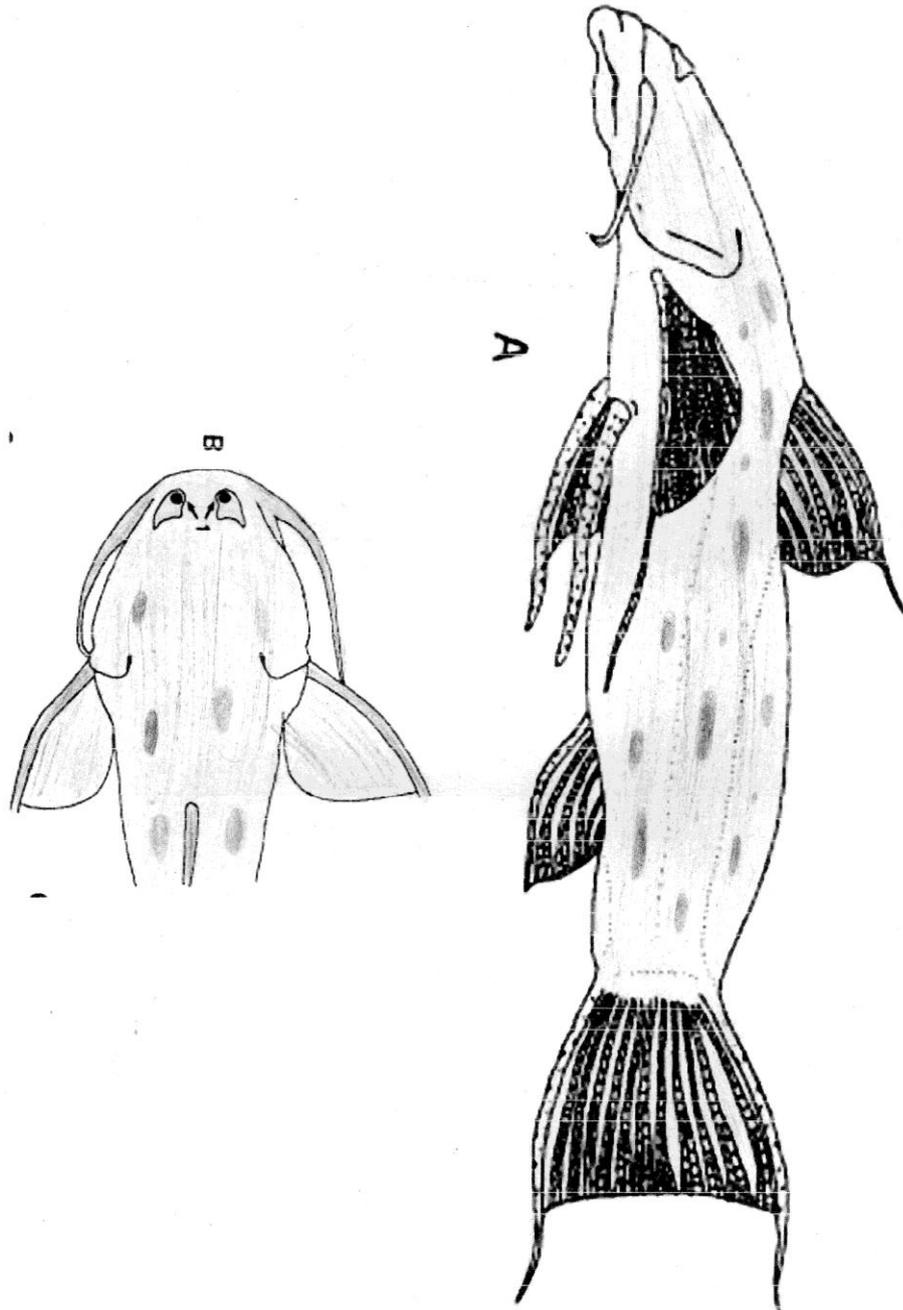


6.5. Anexo 5: Muestreo y trabajo de campo





6.6. Anexo 6: Figura interperativa de *Astroblepus* spp.



6.7. Anexo 7: Hoja de campo



HOJA DE CAMPO PARA LA VERIFICACIÓN DE AMENAZAS Y VULNERABILIDADES PARA EL GÉNERO ASTROBLEPUS, EN LA MICROCUENCA DEL RIO SANTA CLARA Y SUS AFLUENTES PRINCIPALES

Fecha: 11/12/2019		Cuerpo: Esmeraldas, Subcuenca: Guayllabamba, Microcuenca: Santa Clara, Quebrada: Santa Clara, Quebrada: Santa Clara		Nro de hoja: 02		Temperatura: 15.7	
Hora: 11:35		Coordenadas UTM X: 0787349 Y: 9956319		Sector: La Moca		Condiciones climáticas: Semi húmedo	
Ubicación política		Provincia: Pichincha		Cantón: Rumiñahui		Parroquia:	

Datos generales del sitio

Paisaje	Paisaje				Residuos sólidos	Aguas - descargas			
	1	2	3	4					
PAISAJE	Erosionado	-	-	-	-	1 2 3 4			
	Pedregoso	-	-	✓	-	Río			
	Sin vegetación	-	-	-	-	Acequia			
Total:	1,3%				-	Quebrada			
RESIDUOS SÓLIDOS	Orgánico	Vegetales-frutas	-	-	-	-	Tubería al río		
		Animales muertos	-	-	-	-	De libre escorrentía		
		Excrementos	-	-	-	-	Piscina de oxidación		
	Inorgánico	Metales	-	-	-	-	Alcantarillado		
		Botellas Plásticas	-	-	-	-	Total: 0.7%		
		Escombros	-	-	-	-	Agricultura		
		Fundas Plásticas	-	-	-	-	1 2 3 4		
		Material médico	-	-	-	-	Parcelaria -familiar		
		Envoltorios de comida	-	-	-	-	Invernadero		
		Electrónico	-	-	-	-	Comercialización		
Total:	0%				-	Pastos cultivados			
Microcuenca	Microcuenca	Microcuenca				Ganadería	1 2 3 4		
		Vivienda	-	-	-			-	Ganado vacuno
		Industria	-	-	-			-	De carga
		Vías	-	-	-			-	Avícola
		Puentes	-	-	-			-	Piscícola
		Total:	0%					-	Porcino

Uso productivo

GANADERIA

AGRICULTURA

AGUA-DESCARGAS

Directas

Indirectas

Total: 0.7%

Parcelaria -familiar

Invernadero

Comercialización

Pastos cultivados

Total: 0%

Ganadería

Ganado vacuno

De carga

Avícola

Piscícola

Porcino

Total: 1.75%

NOTA: 1= MUY POCA; 2= POCA; 3=ALTA; 4= MUY ALTA

31,30% MUY POCA

Entrevista a los pobladores que habitan cerca de la microcuenca del río Santa Clara y que pueda proporcionar información del género Astrobalepatus

Datos generales del sitio

Fecha: 08/05/19	Coordenadas UTM: X: 0787344 Y: 9860771	Altura: 2665	Nro de hoja: 07
Hora: 13:30	Ubicación política: Provincia: Pichincha Cantón: Rumiñahui	Parroquia: Sangolquí	Sector: Selva Alegre

Datos del entrevistado:

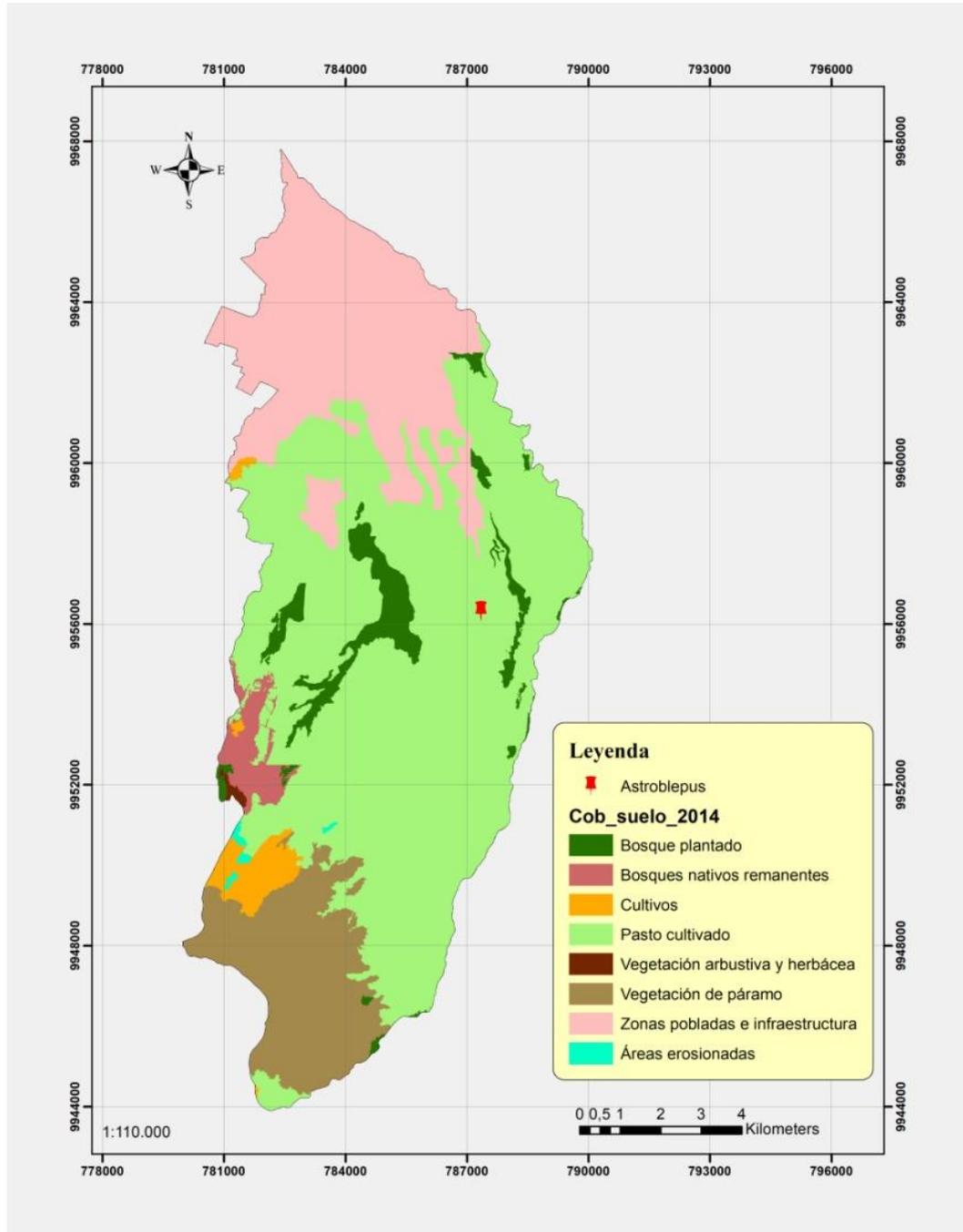
Nombre: José Bastidas Edad: 66 Género: Masculino Femenino

Trabaja en el sector pero vive fuera de la parroquia o cantón: Tiene interacción con el río: Vive en el sector: Tiene interacción con el río: Vive dentro de la microcuenca:
 Tiene interacción con el río: ; Vive en la ribera del río:

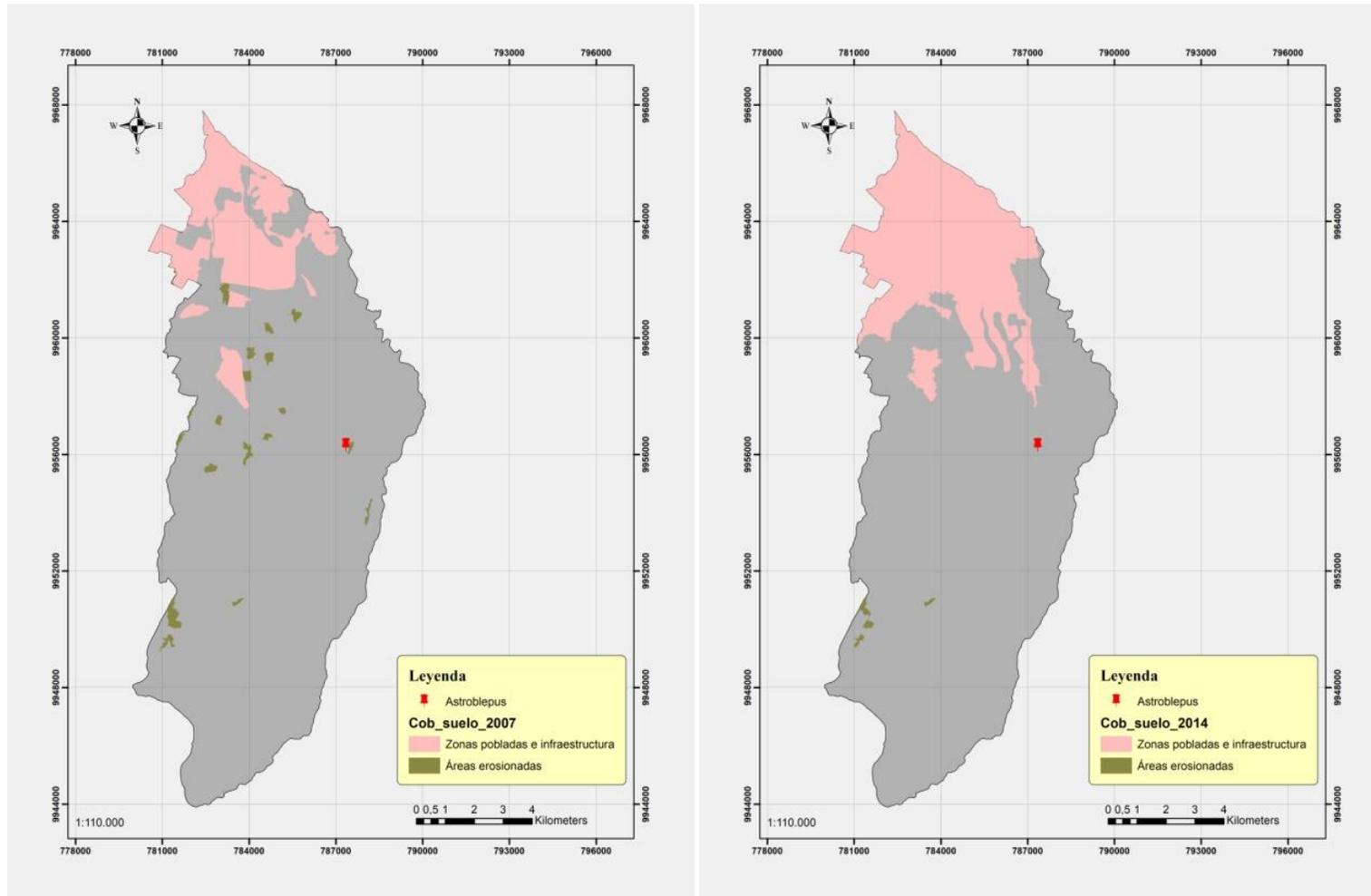
Entrevista

- ¿Cuánto tiempo ha vivido o ha trabajado en este lugar? Toda la vida
- ¿A qué se dedica, en qué trabaja? Ventente en selva Alegre, se secto hace ya varios años, ahora es un local de venta de
lujos asados
- ¿Ha notado cambios en la naturaleza, en el río específicamente? ¿Puede describirlos? Con entador, se produce malos olores
- ¿Qué tipo de fauna ha observado en el río? ¿Puede nombrarlos? Urrutucha
- ¿Conoce al pez denominado como preñadilla? (Al entrar estado se le mostrará una gráfica del pez) ¿Lo ha visto en el río Santa Clara? ¿hace qué tiempo? Sí, habla en uno ventente
- ¿Ud. Sabe de alguna persona pueda proporcionar información acerca de los peces de este río? Manuel Llombiguña - Loreto
- ¿Utiliza el agua de río para alguna actividad? Antes se barbas en el río, 40 años atrás

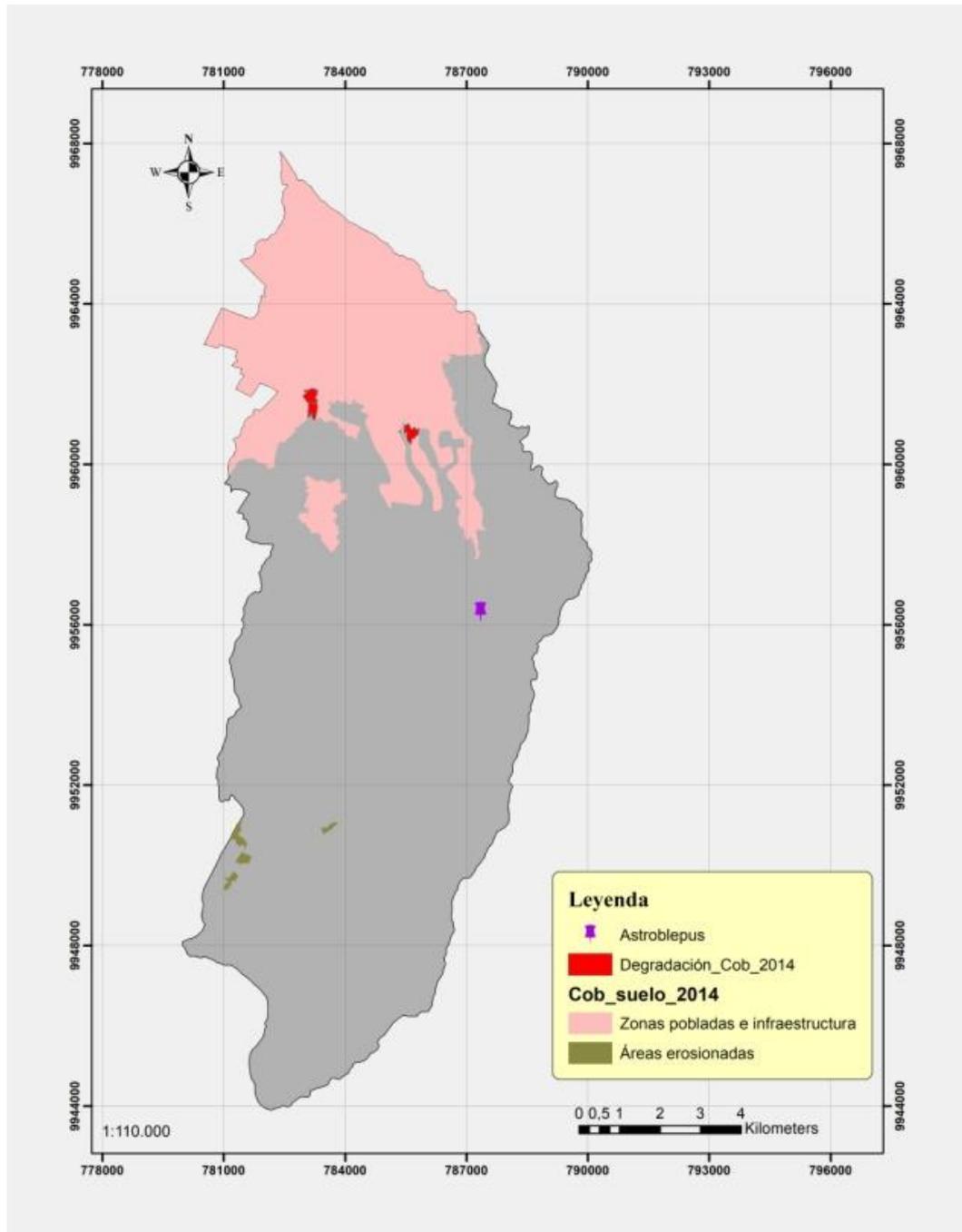
6.8. Anexos 8: Mapas
Cobertura vegetal del cantón Rumiñahui del 2014.



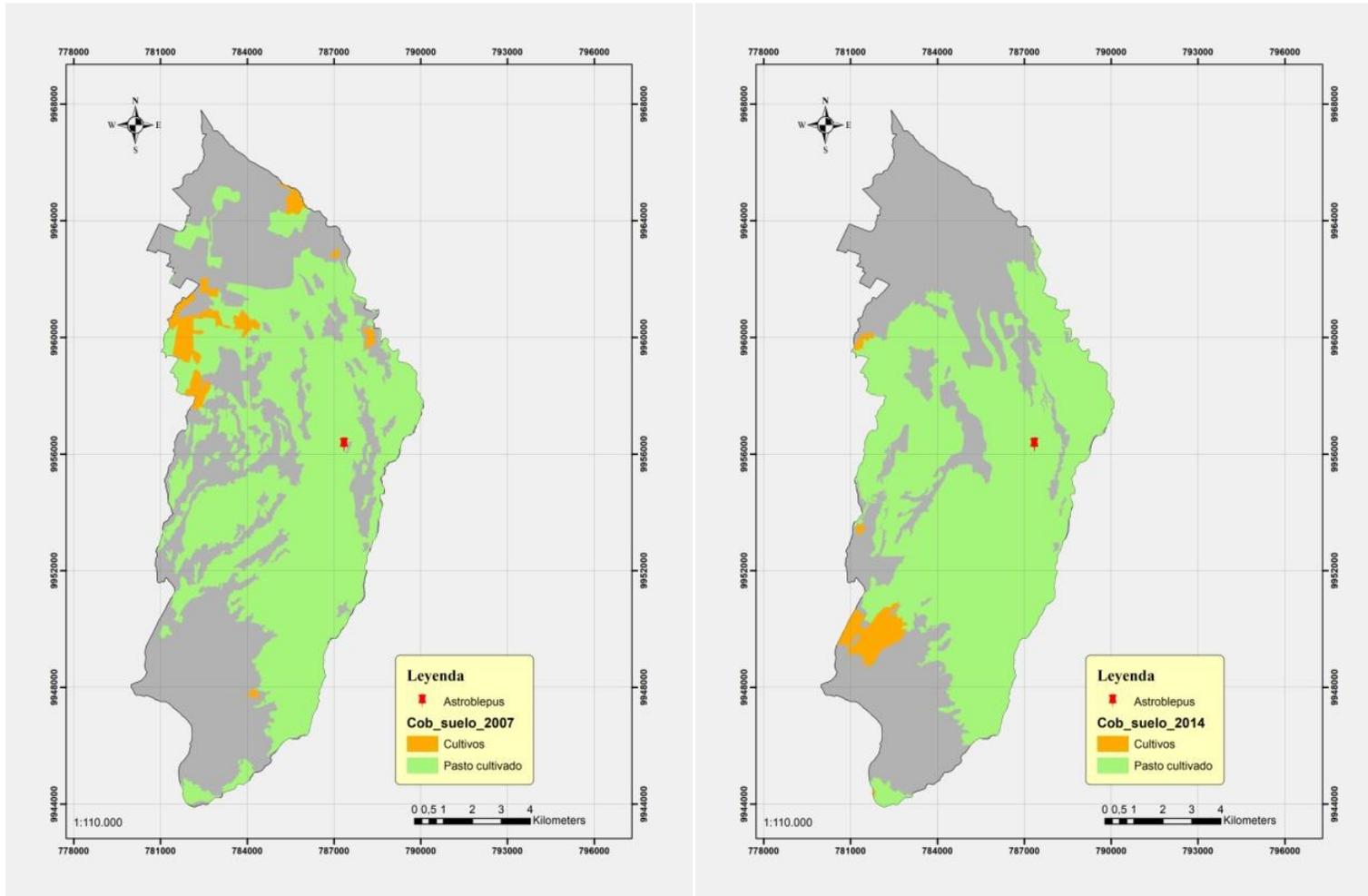
Comparativa de cobertura vegetal de zonas pobladas e infraestructura y áreas erosionadas entre los años 2007 y 2014.



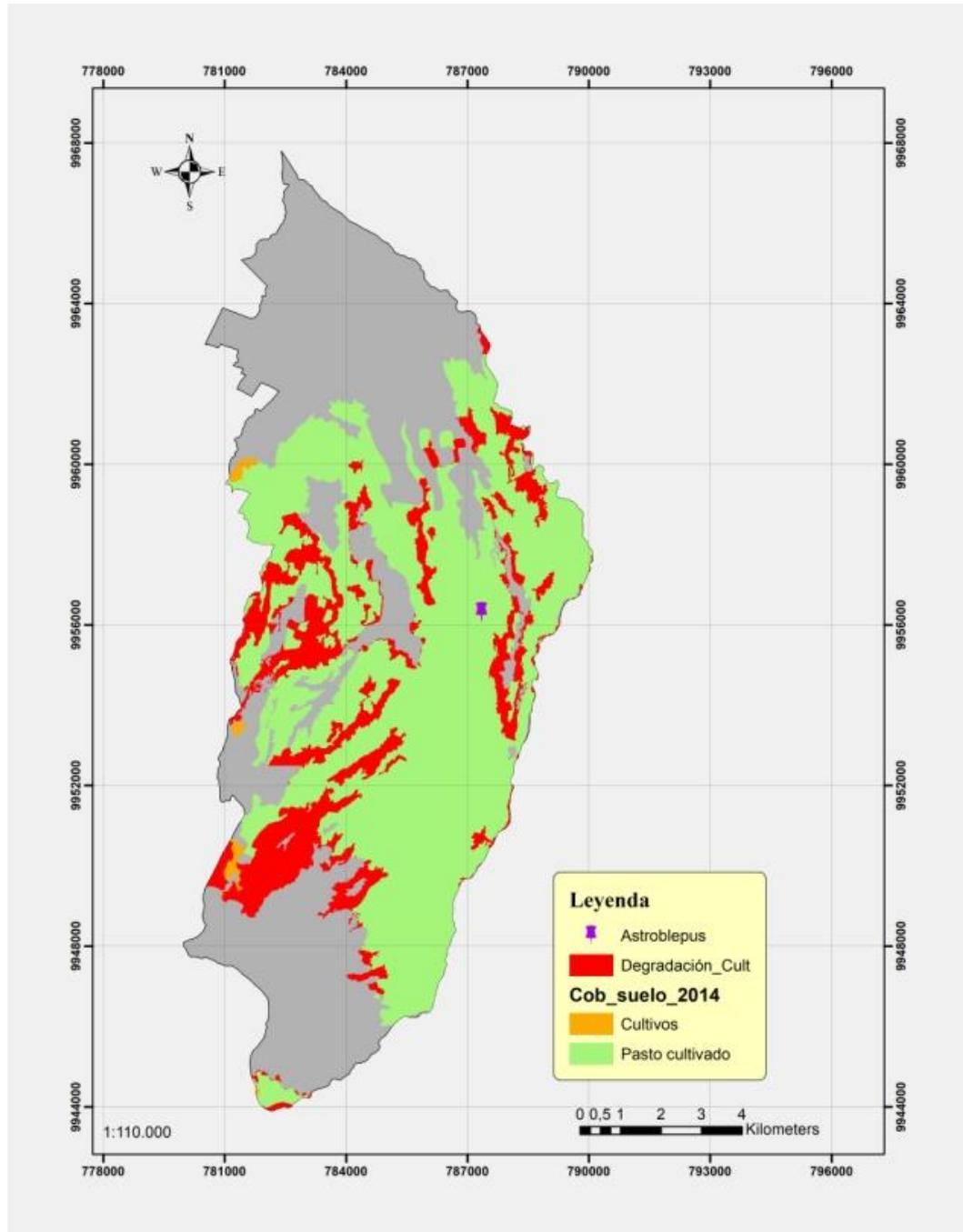
Degradación de áreas erosionadas a zonas pobladas y de infraestructura entre los años 2007 a 2014.



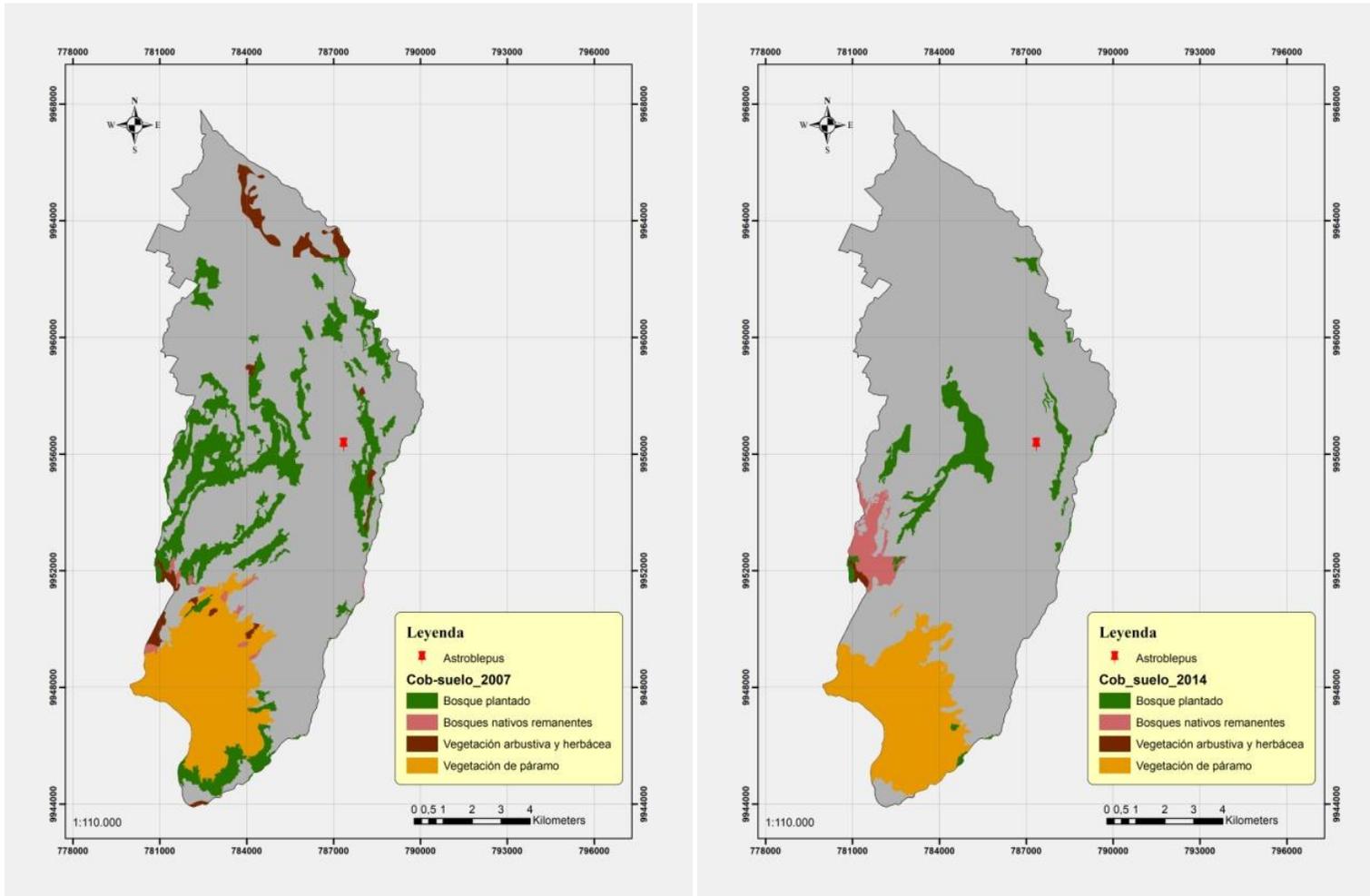
Comparativa de cobertura vegetal de pastos y cultivos entre los años 2007 y 2014.



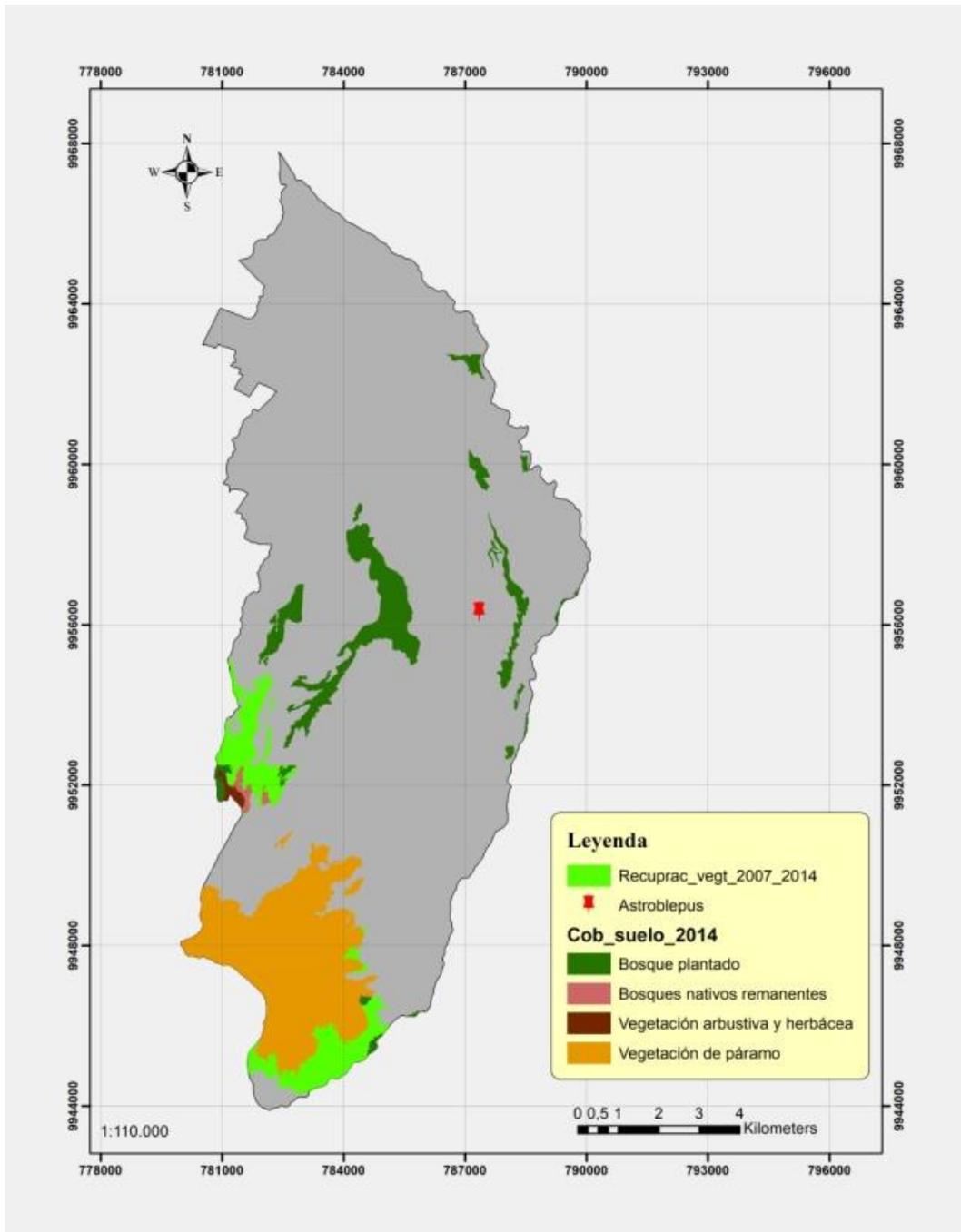
Degradación de cultivos a pastos cultivados entre los años 2007 a 2014.



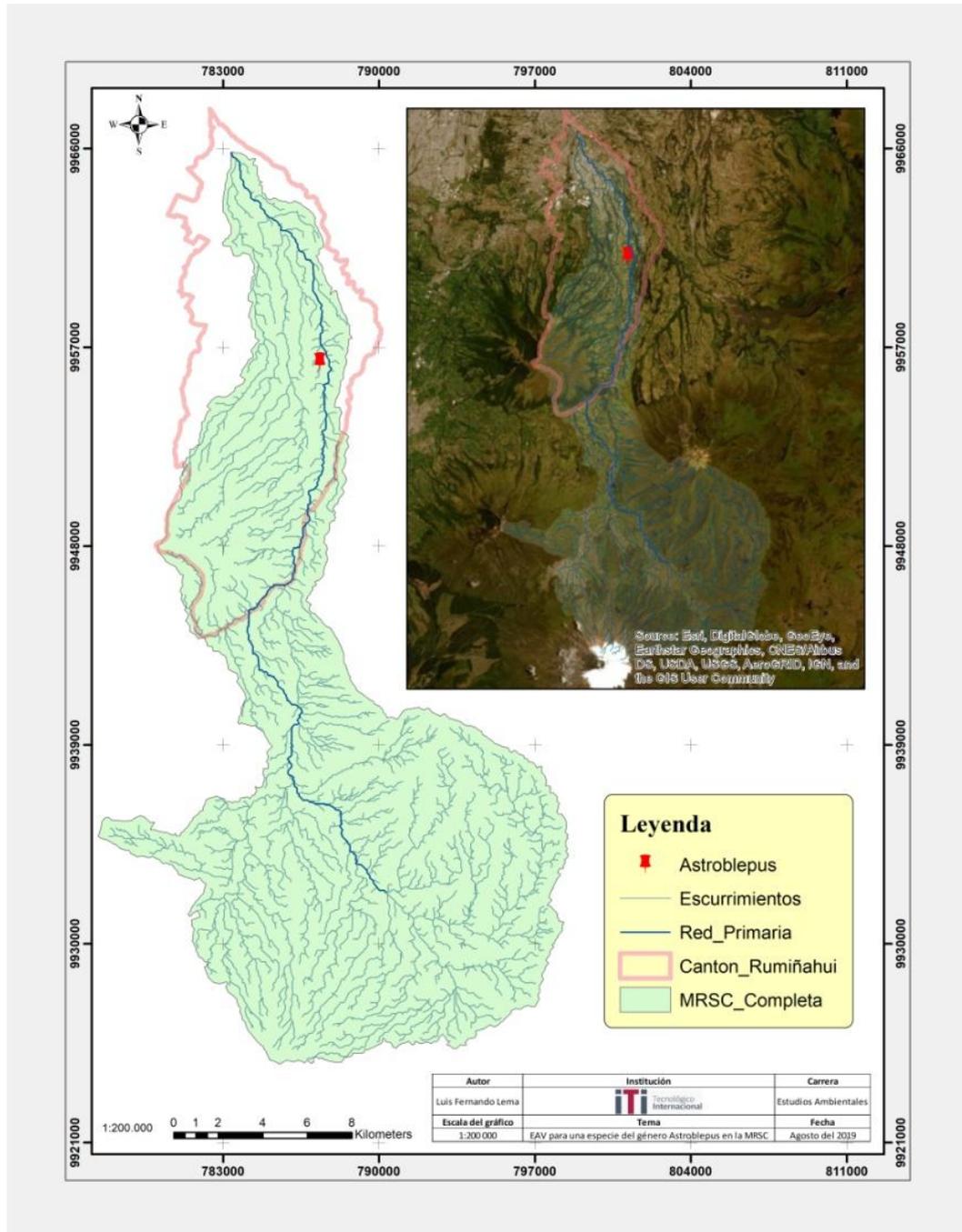
Comparativa de cobertura bosques, vegetación de páramo de los años 2007 y 2014.



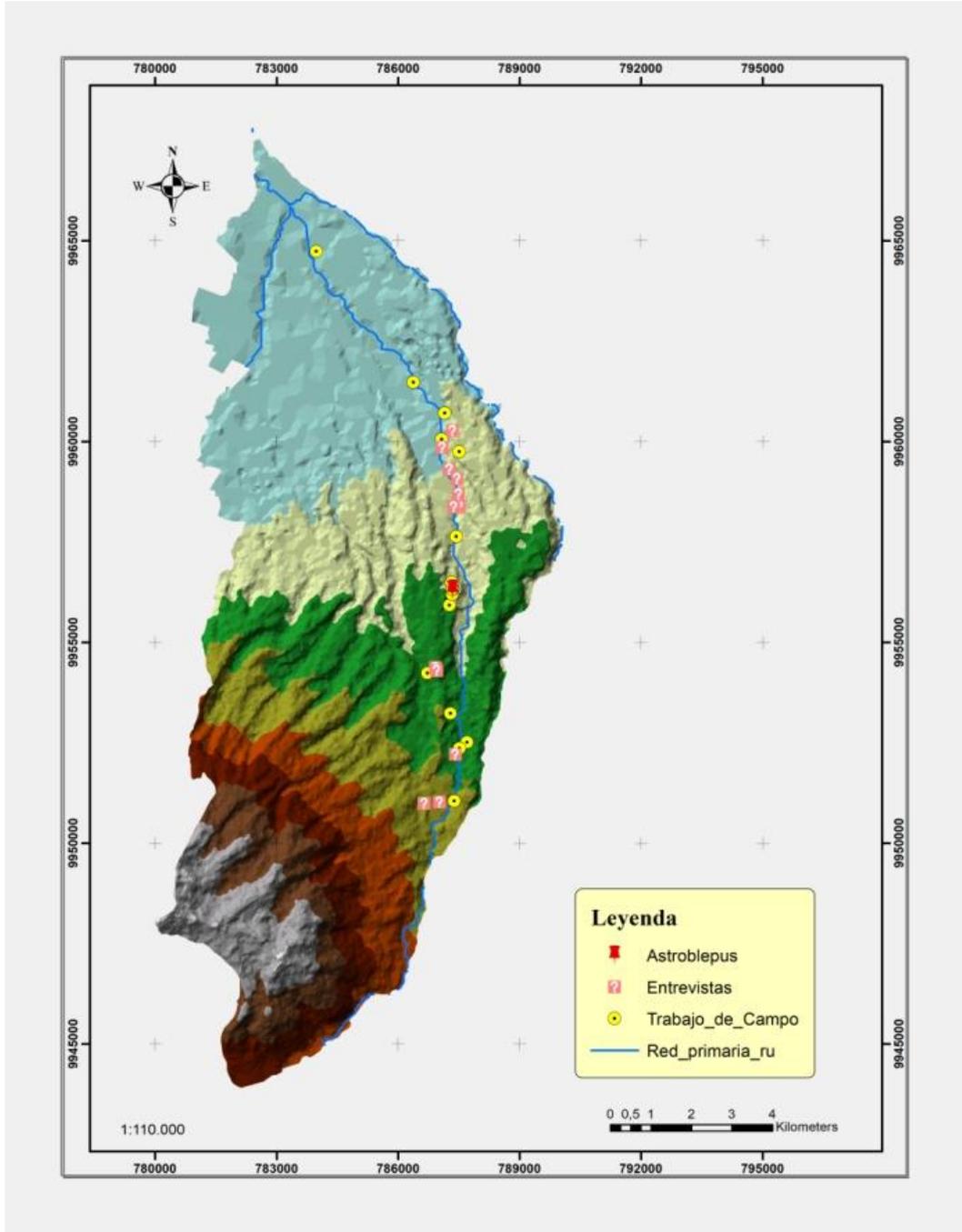
Recuperación de cobertura consistió en el cambio de bosque plantado y pastos cultivados a vegetación páramo y bosques nativos remanentes.



Mapa de delimitación de la MRSC



Mapa de puntos de trabajo en campo



6.9. Anexo 8: Resultados del laboratorio encargado de realizar DBO y DQO



ALS Ecuador
Rigoberto Heredia Oca-157 y Huachi
Quito, Ecuador
T: +59 3 2341 4080

PROCOLO: 229766/2019-1.0	RU-49
	Revisión: 12
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Página 1 de 3

NOMBRE DEL CLIENTE:	LUIS FERNANDO LEMA QINGA
DIRIGIDO EN ATENCIÓN A:	LUIS FERNANDO LEMA QINGA
NOMBRE DEL PROYECTO:	TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS DE AGUA
DIRECCIÓN DEL PROYECTO:	SECTOR: VALLECITO / PARROQUIA: RUMIPAMBA / PROVINCIA: PICHINCHA
MUESTREO REALIZADO POR:	CORPLABEC S.A. / TECNÓLOGO SANTIAGO MONTALVÁN - TECNÓLOGO JORGE LUIS TATAYO
PROCEDIMIENTO MUESTREO:	POE-04.00 "MUESTREO DE AGUAS", SM 1060 A, B y C (*)
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS:	ABRIL 29 DEL 2019 / 16:15 / N° CADENA DE CUSTODIA: 0002323 / N° ESPECIFICACIÓN PLAN DE MUESTREO: NO APLICA
LUGAR DE ANÁLISIS:	CORPLABEC S.A. / QUITO - RIGOBERTO HEREDIA OEB-157 Y HUACHI
FECHA DE ANÁLISIS:	ABRIL 29 AL 09 DE MAYO DEL 2019
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:	09 DE MAYO DEL 2019

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

MATRIZ		AGUA SUPERFICIAL				
CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DE MUESTREO	REFERENCIA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	COORDENADAS UTM WGS 84	OBSERVACIONES
27586	A1	Quebrada el Cabre Sector Vallecito	26/04/2019	9:00	17M0786482 9950790 ± 3m	Ninguna Observación

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

Laboratorio de Ensayo ALS acreditado por el SAE con Acreditación N° SAE LEN 05-005.
Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE.
SM - Standard Methods. La versión utilizada para la realización de los análisis corresponde a la Ed. 22, 2012. La actualización a la Ed. 23, 2017; se encuentra en proceso.
EPA - Environmental Protection Agency.
Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. ALS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.
"Si las condiciones de muestreo fueron controladas según los Procedimientos Correspondientes establecidos por ALS; éstas no inciden en los resultados que se describen en el presente informe".
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de ALS.
Sin la firma electrónica del Responsable Técnico, este informe no es válido.

Firmado digitalmente
por MIGUEL ELIAS
MALIZA
VERDESOTO
Fecha: 2019-05-09
12:57-05:00





PROCOLO: 229766/2019-1.0	RU-49
	Revisión: 12
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Página 2 de 3

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	27586	INCERTIDUMBRE (K=2)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE ⁽¹⁾	CRITERIO DE RESULTADOS ⁽²⁾
				A1			
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	<4,75	± 0,79 mg/l	20	CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	<10,0	± 2,3 mg/l	40	CUMPLE

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 2: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios. Criterio de Calidad: Agua Dulce.

⁽²⁾ Criterio de resultados.