

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD HÍDRICA EN LA
SUBCUENCA DEL RÍO SUAY, CUENCA 122, ANTE LOS
EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA VARIABILIDAD
CLIMÁTICA, REPÚBLICA DE PANAMÁ.**

**JAHAIVIS E. CHÁVEZ S.
9-751-1561**

**CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

2022

**ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD HÍDRICA EN LA
SUBCUENCA DEL RÍO SUAY, CUENCA 122, ANTE LOS
EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA VARIABILIDAD
CLIMÁTICA, REPÚBLICA DE PANAMÁ.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGENIERÍA EN MANEJO DE CUENCAS Y
AMBIENTE.**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O
PARCIAL, DEBE SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS**

APROBADO:

PROF. ING. AMILCAR BEITIA

DIRECTOR

PROF. ING. RICHARD ORTEGA

ASESOR

M.Sc. EDISON PIMENTEL C

ASESOR

**CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

2022

DEDICATORIA

A mi madre por ser esa fuente de inspiración a seguir adelante y cumplir mis sueños, por darme la fortaleza en cada momento de dificultad, por guiarme por el camino del bien, tu bendición madre a lo largo de mi vida me protege y me sustenta.

Gracias por todo. Te Amo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la sabiduría, inteligencia y fortaleza de seguir adelante y poder cumplir mi sueño.

A: mis padres, Esther Serrano y Blas Chávez, por ser esa fuente de inspiración en cada paso de mi vida.

A mi hermano Blasin Chávez, por ser mi gran apoyo incondicional.

A mis abuelos, por ser esos seres de luz que iluminan mi vida.

A mis tíos, Catalina y Manuel por brindarme su apoyo.

A toda mi familia que siempre me ha respaldado en este caminar.

Al Ingeniero Edison Pimentel C, por brindarme su tiempo, respaldo y asesoramiento en mi trabajo de investigación, por ser mi tutor en este largo proceso de aprendizaje y por guiarme para realizar un excelente trabajo.

A la Ing. Lourdes Sugasti, Dr. David Ortega Gaucin, Juan Valdez, Francisco Taylor, Octavio Smith, Diógenes Alvarado y Nohelia Medina por su asesoramiento en esta investigación.

A todos los profesores de la Facultad de Ciencias Agropecuarias en especial, a mis asesores, Prof. Amilcar Beitia y Richard Ortega por sus aportes de conocimiento y por ser una guía en mi vida estudiantil.

Al Ministerio de Ambiente de la regional de Veraguas y sus funcionarios por brindarme las herramientas y apoyo para culminar mi investigación.

Al Sr Bernardo Campos, Argelis, Jayson, Luis y mi amiga Zaidet por todo el apoyo brindado en las giras de campo de mi investigación.

A mis compañeros Diexer, Karina, Luis, Jayson, Yailyn, Alanis y Yeraldine por estar para mí en este periodo estudiantil y por todos los momentos compartidos.

Y a cada una de las personas que me apoyaron y respaldaron para lograr mi objetivo.

ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD HÍDRICA EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SUAY, CUENCA 122, ANTE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA, REPÚBLICA DE PANAMÁ.

Chávez Serrano. J, 2022. Análisis de la vulnerabilidad hídrica en la subcuenca del Río Suay, Cuenca 122, ante los efectos del cambio climático y la variabilidad climática, República de Panamá. Tesis Ingeniería en Manejo de Cuencas y Ambiente. Chiriquí, PA, UP. 256p.

RESUMEN

En la presente investigación se realizó la metodología para calcular índices de vulnerabilidad, la cual se basa en la concepción de vulnerabilidad del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2007), quien la divide en tres componentes: grado de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación. Cada uno de estos componentes está representado por un conjunto de indicadores relativos aplicado a corregimientos que permiten a su vez determinar tres tipos básicos de vulnerabilidad: económica, social y ambiental, las cuales en conjunto dan lugar a la vulnerabilidad global, la misma fue modificada por el IMTA (Instituto mexicano de tecnología del agua), en la cual se describen 9 pasos para realizar la metodología de vulnerabilidad.

En el componente de exposición se evaluaron seis indicadores, seguido del componente de sensibilidad con nueve indicadores, y por último se evaluaron nueve indicadores del componente de capacidad de adaptación. Los indicadores fueron clasificados de acuerdo al tipo de vulnerabilidad.

Los resultados indican que la metodología es viable para su aplicación en cuencas, subcuencas y microcuencas e inclusive puede ser adaptada para aplicarse a nivel de país. Es primera vez que se aplica en Panamá, especialmente en una Subcuenca. Su principal ventaja es que se basa en procedimiento analítico objetivo que permite identificar los corregimientos más vulnerables desde los puntos de vista económico, social y ambiental, de tal manera que es factible direccionar mejor los recursos y los esfuerzos para reducir la vulnerabilidad.

Se logró definir en la subcuenca del Río Suay tres categorías de vulnerabilidad global del recurso hídrico que son: alta (56.54%), moderada (30.81%) y baja (12.65%), donde los corregimientos más vulnerables fueron: Ponuga, El Toro y Leones.

PALABRAS CLAVES: vulnerabilidad hídrica, cambio climático, exposición, sensibilidad, capacidad de adaptación.

ANALYSIS OF WATER VULNERABILITY IN THE SUB-BASIN OF THE SUAY RIVER, BASIN 122, TO THE EFFECTS OF CLIMATE CHANGE AND CLIMATE VARIABILITY, REPUBLIC OF PANAMA.

Chávez Serrano J, 2022. Analysis of water vulnerability in the sub-basin of the Suay River, Basin 122, to the effects of climate change and climate variability, Republic of Panama. Thesis in Watershed and Environmental Management Engineering. Chiriqui, PA, UP. 256p.

ABSTRACT

In the present research the methodology carried out to calculate vulnerability indexes, which it is based on the conception of vulnerability of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007), which it divides into three components: degree of exposure, sensitivity and adaptive capacity. Each one of these components is represented by a set of relative indicators that they applied to the co-regions that allow determining three basic types of vulnerability: economic, social, and environmental, they together give placed to global vulnerability, which it was modified by the IMTA (Mexican Institute of Water Technology), in which the 9 steps are described to carry out the vulnerability methodology.

In the exposure component, six indicators were evaluated, followed by the sensitivity component with nine indicators, and finally, nine indicators were evaluated of the adaptive capacity component.. The indicators were classified according to the type of vulnerability.

The results indicate that the methodology is viable for application in basins, sub-basins and micro-basins and as well it can be adapted for application at the country level. This is the first time it has been applied in Panama, especially in a sub-basin. Its main advantage is that it is based on an objective analytical procedure that makes it possible to identify the most vulnerable sub-basins from the economic, social, and environmental points of view, so that it is feasible to better direct resources and efforts to decrease vulnerability.

It was possible to define three categories of global vulnerability of water resources in the Suay River sub-basin: high (56.54%), moderate (30.81%) and low (12.65%), where the most vulnerable were Ponuga, El Toro, and Leones townships.

KEY WORDS: water vulnerability, climate change, exposure, sensitivity, adaptive capacity.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xxiii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xxi
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Antecedentes	4
1.3 Justificación.....	6
1.4 Objetivos	9
1.4.1 General	9
1.4.2 Específicos.....	9
1.5 Hipótesis.....	9
1.5.1 Hipótesis nula	9
1.5.2 Hipótesis alterna	9

1.6	Alcances y limitaciones del estudio	10
1.6.1	Alcances	10
1.6.2	Limitaciones	10
2	MARCO TEÓRICO	11
2.1	Concepto de cuenca hidrográfica:	11
2.2	Concepto de subcuenca:	11
2.3	Normativas sobre recurso hídrico en Panamá:	11
2.4	Concepto de vulnerabilidad:	12
2.5	Concepto de cambio climático:	12
2.6	La vulnerabilidad al cambio climático:	13
2.7	Componentes de la vulnerabilidad:	13
2.8	Análisis de vulnerabilidad:	14
2.9	Principales tipos de vulnerabilidad	14
2.10	Estudios sobre vulnerabilidad del recurso hídrico desarrollados como medidas de análisis, para contribuir a la disminución del cambio climático:	16
2.10.1	Nicaragua:	16
2.10.2	Costa Rica:	17
2.10.3	Panamá:	17
2.10.4	México	18

2.11	Variabilidad climática:	20
2.12	El Niño/Oscilación del sur (ENOS):	21
2.13	Informes del IPCC:	22
2.14	Uso de sistemas de información geográfica en la vulnerabilidad hídrica:.....	24
3	MARCO METODOLÓGICO.....	25
3.1	Ubicación geográfica	25
3.2	Aspectos generales de la Subcuenca del Río Suay	26
3.2.1	Extensión	26
3.2.2	Zonas de vida	28
3.2.3	Capacidad Agrológica de los suelos	29
3.2.4	Población de la Subcuenca.....	30
3.2.5	Principales actividades registradas en la subcuenca.....	32
3.2.6	Problemática identificada	32
3.3	Materiales	32
3.4	Metodología.....	33
3.5	Etapa de organización y planificación	33
3.5.1	Descripción de la metodología de vulnerabilidad	33
3.5.2	Pasos de la Metodología.....	36
3.6	Etapa de Campo.....	49

3.7	Etapa de procesamiento y Análisis de Datos	49
3.8	Etapa Final	49
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
4.1	Etapa de procesamiento y análisis de datos	50
4.1.1	Indicadores del componente de Exposición.....	50
4.1.2	Indicadores del componente de Sensibilidad.....	82
4.1.3	Indicadores del componente de Capacidad de adaptación	125
4.2	Etapa Final	177
4.2.1	Análisis de los resultados de la metodología	177
4.2.2	Resultados Finales por tipo de Vulnerabilidad	197
4.2.2.1	Vulnerabilidad Económica.....	198
4.2.2.2	Vulnerabilidad Social.....	202
4.2.2.3	Vulnerabilidad Ambiental.....	206
4.2.2.4	Vulnerabilidad Global	210
4.2.3	Comparación de resultados en base a metodologías utilizadas para el análisis de vulnerabilidad hídrica.....	214
5	CONCLUSIONES	215
6	RECOMENDACIONES.....	217
7	BIBLIOGRAFÍAS CITADAS.....	219

ANEXOS

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO

I .	TOTAL DE POBLACIÓN EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SUAY ...	31
II.	INDICADORES POR COMPONENTES Y ASPECTOS DE EVALUACIÓN	37
III.	INDICADORES POR TIPO DE VULNERABILIDAD	41
IV.	FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE LOS ÍNDICES DE	46
V.	CATEGORÍAS PARA CLASIFICAR EL GRADO DE	48
VI.	ESTACIONES METEOROLÓGICAS UTILIZADAS PARA	52
VII.	RESULTADOS DE DATOS ANUALES DE PRECIPITACIÓN	57
VIII.	RESULTADOS DE DATOS ANUALES DE PRECIPITACIÓN	58
IX.	DATOS FINALES DEL INDICADOR DE PRECIPITACIÓN.	60
X.	RESULTADOS DE DATOS ANUALES DE TEMPERATURA.....	62
XI.	RESULTADOS DE DATOS ANUALES DE TEMPERATURA.....	63
XII.	DATOS FINALES DEL INDICADOR DE TEMPERATURA.....	65
XIII.	REGISTROS DE INUNDACIONES EN LA SUBCUENCA DEL	68
XIV.	RESULTADO DEL INDICADOR DE FRECUENCIA DE	69
XV.	NÚMEROS DE VÍCTIMAS Y AFECTADOS POR INUNDACIONES	70

XVI.	INCENDIOS DE MASA VEGETAL REGISTRADOS EN LOS	72
XVII.	TOTAL DE INCENDIOS FORESTALES POR CORREGIMIENTO	78
XVIII.	RESULTADO DEL INDICADOR DE FRECUENCIA DE INCENDIOS DE MASA VEGETAL	78
XIX.	HECTÁREAS AFECTADAS DENTRO DE LA SUBCUENCA	79
XX.	RESULTADO DEL INDICADOR DE SUPERFICIE AFECTADA .	80
XXI.	DATOS DEL TOTAL DE LA POBLACIÓN EN LOS	83
XXII.	RESULTADOS DEL INDICADOR DE POBLACIÓN	83
XXIII.	ÁREAS PROTEGIDAS LOCALIZADAS DENTRO DE LA	86
XXIV.	RESULTADOS DEL INDICADOR DE LA SUPERFICIE TOTAL DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS EN LA SUBCUENCA.	93
XXV.	TOTAL, DE KM2 DE BOSQUE, NO BOSQUE Y AGUA EN EL 2012.....	95
XXVI.	TOTAL DE KM2 DE BOSQUE, NO BOSQUE Y AGUA EN EL 2019.....	96
XXVII.	ANÁLISIS DE LA DISMINUCIÓN DEL TOTAL DE KM2 DE BOSQUE, NO BOSQUE Y AGUA ENTRE LOS AÑOS DEL 2012 Y 2019.	97
XXVIII.	ÁREA DEFORESTADA EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SUAY	98

XXIX.	RESULTADO DEL INDICADOR DE DEFORESTACIÓN	98
XXX.	DATOS DEL TOTAL DE VIVIENDAS EN LOS CORREGIMIENTOS Y LAS VIVIENDAS SIN AGUA POTABLE POR CORREGIMIENTO.....	100
XXXI.	RESULTADOS DEL INDICADOR DE AGUA POTABLE.....	101
XXXII.	LISTADO DE JUNTAS ADMINISTRADORAS DE ACUEDUCTOS RURALES	102
XXXIII.	RESULTADOS DEL INDICADOR DE CANTIDAD DE JAARS EN LA SUBCUENCA	104
XXXIV.	LISTADO DE FUENTES DE AGUAS SUBTERRÁNEAS LEGALIZADAS (POZOS)	106
XXXV.	RESULTADOS DEL INDICADOR DE CANTIDAD DE FUENTES DE AGUA SUBTERRÁNEA LEGALIZADAS Y REGISTRADAS EN LA SUBCUENCA.....	107
XXXVI.	FUENTES DE AGUAS SUBTERRÁNEAS REGISTRADAS SEGÚN LA ENCUESTA APLICADA.....	107
XXXVII.	DATOS SEGÚN LA ENCUESTA APLICADA EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SUAY	109
CUADRO XXXVIII. TIPOS DE AGROQUÍMICOS MÁS UTILIZADOS EN LA		

	SUBCUENCA DEL RÍO SUAY	110
XXXIX.	RESULTADO DEL INDICADOR	111
XL.	FRECUENCIA DEL USO DE AGROQUÍMICOS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SUAY.	113
XLI.	RESULTADO DEL INDICADOR	113
XLII.	DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE AGROQUIMICOS MAS UTILIZADOS	115
XLIII.	SUPERFICIE DE GANADERÍA	121
XLIV.	RESULTADO DEL INDICADOR DE GANADERÍA	122
XLV.	SUPERFICIE DE AGRICULTURA.	123
XLVI.	RESULTADO DEL INDICADOR	124
XLVII.	GESTIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SUAY	131
XLVIII.	DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS MÁS GENERADOS EN LA SUBCUENCA	131
XLIX.	DATOS REGISTRADOS EN LA ENCUESTA.....	140
L.	PORCENTAJE DE LOS DESECHOS GENERADOS EN LA SUBCUENCA.....	141
LI.	DATOS REGISTRADOS EN LA ENCUESTA SOBRE LOS SISTEMAS	

	DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.	147
LII.	PORCENTAJE DE LOS CORREGIMIENTOS QUE POSEEN AGUA POTABLE.....	148
LIII.	ANÁLISIS DEL INDICADOR	149
LIV.	DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS EN LA SUBCUENCA.....	156
LV.	INVERSIONES EN INFRAESTRUCTURAS DE AGUA POTABLE.	157
LVI.	RESULTADO DEL INDICADOR DE INFRAESTRUCTURAS DE AGUA POTABLE.....	159
LVII.	DATOS DEL TOTAL DE VIVIENDAS EN LOS CORREGIMIENTOS Y LAS VIVIENDAS CON SERVICIO SANITARIO POR CORREGIMIENTO.	162
LVIII.	RESULTADO DEL INDICADOR DE SERVICIO SANITARIO	162
LIX.	GRUPOS ORGANIZADOS EN LA SUBCUENCA	167
LX.	CENTROS MÉDICOS EN LA SUBCUENCA.	168
LXI.	DATOS REGISTRADOS EN LA ENCUESTA	175
LXII.	IMPACTO DEL COVID-19 POR RESIDUOS.....	176
LXIII.	ANÁLISIS DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SUAY	176
LXIV.	RESULTADOS DEL CÁLCULO DE LOS INDICADORES.....	179

LXV.	RESULTADOS DE VALORES NORMALIZADOS.....	181
LXVI.	RESULTADOS DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR, DESVIACIÓN INVERSA, COEFICIENTE DE NORMALIZACIÓN Y PESOS DE LOS INDICADORES DE VULNERABILIDAD ECONÓMICA. ..	183
LXVII.	RESULTADOS DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR, DESVIACIÓN INVERSA, COEFICIENTE DE NORMALIZACIÓN Y PESOS DE LOS INDICADORES DE VULNERABILIDAD SOCIAL.	184
LXVIII.	RESULTADOS DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR, DESVIACIÓN INVERSA, COEFICIENTE DE NORMALIZACIÓN Y LOS PESOS DE LOS INDICADORES DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL.	186
LXIX.	FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE LOS ÍNDICES DE VULNERABILIDAD	187
LXX.	RESULTADOS DE LOS ÍNDICES DE VULNERABILIDAD.....	188
LXXI.	ÍNDICES DE VULNERABILIDAD ECONÓMICA AJUSTADOS A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD.	189
LXXII.	ÍNDICES DE VULNERABILIDAD SOCIAL AJUSTADOS A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD.	189
LXXIII.	ÍNDICES DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL AJUSTADA A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD.....	190

LXXIV.	CATEGORÍAS PARA CLASIFICAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD.....	193
LXXV.	CATEGORÍAS PARA CLASIFICAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD ECONÓMICA.....	193
LXXVI.	CATEGORÍAS PARA CLASIFICAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD SOCIAL	194
LXXVII.	CATEGORÍAS PARA CLASIFICAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL	195
LXXVIII.	RESULTADOS DE LOS ÍNDICES DE VULNERABILIDAD GLOBAL.....	196
LXXIX.	COLORES SEGÚN CATEGORÍAS DE VULNERABILIDAD UTILIZADAS EN LOS MAPAS	197
LXXX.	CATEGORÍAS DE LA VULNERABILIDAD ECONÓMICA.....	198
LXXXI.	PORCENTAJE DE VULNERABILIDAD ECONÓMICO POR CATEGORÍAS	200
LXXXII.	CATEGORÍAS DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL	202
LXXXIII.	PORCENTAJE DE VULNERABILIDAD SOCIAL POR CATEGORÍAS.....	203
LXXXIV.	CATEGORÍAS DE LA VULNERABILIDAD AMBIENTAL.....	206

LXXXV.	PORCENTAJE DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL POR	
	CATEGORÍAS	208
LXXXVI.	RESULTADOS FINALES DE LA VULNERABILIDAD GLOBAL	
	EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SUAY	210
LXXXVII.	PORCENTAJE DE VULNERABILIDAD GLOBAL POR	
	CATEGORÍAS	211

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA

1.	Localización de la Subcuenca del Río Suay	25
2.	Red Hídrica de la Subcuenca del Río Suay	27
3.	Clima según A. Mckay, Año 2000.....	28
4.	Zonas de vida de la Subcuenca del Río Suay	29
5.	Capacidad agrológica de los suelos	30
6.	Corregimientos de la Subcuenca del Río Suay	31
7.	Etapas de la investigación	33
8.	Mapa de la ubicación de las estaciones meteorológicas	52
9.	Estaciones meteorológicas cercanas a la Subcuenca del Río Suay.	53
10.	Regiones Climáticas de Panamá.....	54
11.	Datos registrados por el IPCC.	56
12.	Promedio de precipitación anual Mariato (1998-2020)	59
13.	Promedio de precipitación anual Chepo (1998-2020).....	59
14.	Promedio de temperatura anual Mariato (1998-2020).....	64
15.	Promedio de temperatura anual Chepo (1998-2020).	64
16.	Puente del Río Suay.....	63
17.	Noviembre, 2020.	67
18.	Áreas afectadas por las inundaciones.	67
19.	Área inundada cerca al puente del Río Suay.	68
20.	Puntos de calor por corregimiento año 2015.	75
21.	Puntos de calor por corregimiento año 2016.	75
22.	Puntos de calor por corregimiento año 2017.	76

23.	Puntos de calor por corregimiento año 2018.	76
24.	Puntos de calor por corregimiento año 2019.	77
25.	Puntos de calor por corregimiento año 2020.	77
26.	Frecuencia de incendios de masa vegetal.....	79
27.	Superficie afectada por corregimiento	80
28.	Frecuencia de incendios vs superficie afectada	81
29.	Población analfabeta por corregimiento según el Censo 2010.....	84
30.	Áreas Protegidas en la subcuenca del Río Suay.....	85
31.	Localización del Humedal Golfo de Montijo	88
32.	Localización de la Reserva Forestal el Montuoso.....	91
33.	Porcentaje de Áreas Protegidas en la Subcuenca.....	94
34.	Cambios de Cobertura Boscosa 2012 en la Subcuenca del Río Suay	96
35.	Cambios de Cobertura Boscosa 2019 en la Subcuenca del Río Suay.	97
36.	Porcentaje de área deforestada por corregimiento en la subcuenca	99
37.	Viviendas por corregimientos sin agua potable según el Censo 2010.....	101
38.	Juntas administradoras de acueductos rurales.....	105
39.	Fuentes de agua subterránea.....	108
40.	Agroquímicos más utilizados en la Subcuenca.....	111
41.	Uso de Agroquímicos en la Subcuenca del Río Suay	112
42.	Frecuencia del Uso de Agroquimicos	114
43.	Frecuencia de uso de agroquimicos en los corregimientos	114
44.	Agroquímicos más utilizados en la Subcuenca.....	120
45.	Superficie de ganadería en la subcuenca.....	122

46.	Superficie de Agricultura en la Subcuenca.	124
47.	Gestión de desechos sólidos en los corregimientos.....	132
48.	Gestión de desechos líquidos en los corregimientos.....	133
49.	Gestión de los desechos sólidos en la Subcuenca.	134
50.	Gestión de los desechos líquidos en la Subcuenca.....	135
51.	Desechos sólidos más generados por corregimientos.	135
52.	Desechos Líquidos más generados por corregimientos.	136
53.	Desechos sólidos más generados en la Subcuenca del Río Suay	137
54.	Desechos líquidos más generados en la subcuenca.....	137
55.	Generación per cápita de RSD y RSU en América latina y el caribe	138
56.	Agua Potable Vs Agua No Potable.	147
57.	Tipos de distribución de agua por corregimientos	149
58.	Porcentaje de tipos de distribución de agua potable en la subcuenca	150
59.	Inversiones públicas en Infraestructuras de agua periodo 2016-2020	160
60.	Total invertido en infraestructura de agua potable y corregimiento Vs Promedio de PIB de Herrera y Veraguas.	161
61.	Viviendas por corregimientos con Servicio Sanitario-Censo 2010..	163
62.	Productor de Leche y Carne.....	154
63.	Pescadores de Tebario.....	164
64.	Logo de COOPRUT, RL.....	155
65.	Productores de la cooperativa	165
66.	COOSEMUCUP, R.L.....	156
67.	Área de Apicultura	166
68.	Centro de salud de Ponuga.	169

69.	Centro Hospitalario Luis “Chicho” Fábrega.	169
70.	Puesto de Salud de Tebario	170
71.	Centro de Salud del Distrito de Mariato	171
72.	Subcentro de salud de Cerro Largo.....	172
73.	Minsa Capsi de Ocú	172
74.	Hospital Sergio Núñez del Distrito de Ocú.....	173
75.	Centro de Salud de las Minas.....	174
76.	Centro de Salud de Chepo	174
77.	Distribución de probabilidad beta en valores de vulnerabilidad económica	191
78.	Distribución de probabilidad beta en valores de vulnerabilidad social	191
79.	Distribución de probabilidad beta en valores de vulnerabilidad ambiental	192
80.	Gráfica de resultados de Vulnerabilidad Económica	199
81.	Mapa de Vulnerabilidad Económica en la subcuenca del Río Suay.....	201
82.	Resultados de Vulnerabilidad Social	203
83.	Mapa de Vulnerabilidad Social en la Subcuenca del Río Suay	205
84.	Resultados de Vulnerabilidad Ambiental	207
85.	Mapa de Vulnerabilidad Ambiental de la subcuenca del Río Suay.....	209
86.	Resultados finales de la Vulnerabilidad Global.....	212
87.	Mapa de Vulnerabilidad Global en la Subcuenca del Río Suay	213

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO

1. Análisis para la selección de la muestra para la aplicación de las
2. Cuadro de población utilizada para las encuestas
3. Cuadro de cantidad de encuestas
4. Encuesta aplicada en la investigación
5. Cuadro de Cantidad de encuestas aplicadas
6. Cuadro de Cantidad de viviendas que poseen electricidad por
7. Cuadro de Medios de comunicación más utilizados en la Subcuenca
8. Cuadro de Acumulado de Precipitación (mm) Mensual de la Estación
9. Cuadro de Acumulado de Precipitación (mm) Mensual de la Estación
10. Cuadro de Promedio de Temperatura Máxima (°C) Mensual de la
11. Cuadro de Promedio de Temperatura Mínima (°C) Mensual de la
12. Modelos de nota para la obtención de información
13. Recorrido en las comunidades de la Subcuenca del Río Suay.
14. Parte baja de la Subcuenca del Río Suay
15. Visita a las áreas Protegidas
16. Acueductos de las comunidades
17. Tomas de agua y vías de acceso a las comunidades
18. Aplicación de encuestas

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

MIAMBIENTE	(Ministerio de Ambiente)
AAUD	(Autoridad de aseo urbano y domiciliario)
ANAM	(Autoridad Nacional del Ambiente)
AND	(Autoridad Nacional de Descentralización)
BOMBEROS	(Benemérito cuerpo de bomberos de la República de Panamá)
CATHALAC	(Centro del agua del trópico húmedo para américa latina y el caribe)
CATIE	(Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza)
CEPAL	(Comisión Económica para América Latina y el Caribe)
CGR	(Contraloría General de la República de Panamá)
CIIFEN	(Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno del Niño)
CITES	(Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres)
CMCC	(Centro Euro-Mediterráneo para el Cambio Climático)
CMNUCC	(Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático)
CODESA	(Corporación de desarrollo ambiental)
DAPOS	(Dirección de agua potable del ministerio de salud)
DISAPAS	(Dirección del subsector de agua potable y alcantarillado sanitario del ministerio de salud)
EIRD	(Estrategia internacional para la reducción de los desastres)
ETESA	(Empresa de Transmisión Eléctrica S.A.)
IDAAN	(Instituto de acueductos y alcantarillados nacionales)
IDEAM	(Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales)

IDIAP	(Instituto de innovación agropecuaria de Panamá)
IDRC	(Centro internacional de investigaciones para el desarrollo)
IMN	(Instituto Meteorológico Nacional)
IMTA	(Instituto Mexicano de Tecnología del Agua)
INEC	(Instituto Nacional de Estadística y Censo)
INRENARE	(Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables)
IPCC	(Grupo intergubernamental sobre el cambio climático)
JAARs	(Juntas administrativas de acueductos rurales)
MEF	(Ministerio de economía y finanzas)
MIDA	(Ministerio de desarrollo agropecuario)
MINSA	(Ministerio de Salud)
OMM	(Organización Meteorológica Mundial)
ONU	(Organización de las Naciones Unidas)
REA	(Real academia española)
RFM	(Reserva Forestal el Montuoso)
SIG	(Sistemas de información geográfica)
SINAP	(Sistema Nacional de Áreas Protegidas)
SINAPROC	(Sistema Nacional de Protección Civil)
UICN	(Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza)
UP	(Universidad de Panamá)

1 INTRODUCCIÓN

El cambio climático es considerado un problema de gestión de riesgo al medio ambiente, donde la vulnerabilidad surge de modelos de desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales, donde se genera mayor impacto para la convivencia de los seres humanos en la actualidad, siendo las actividades agrícolas las de mayor vulnerabilidad a estos riesgos. Para reducir la vulnerabilidad se propone diseñar e implementar estrategias de adaptación al cambio climático. Por ello, hablar de adaptación requiere entender y evaluar la vulnerabilidad a los cambios presentes.

La vulnerabilidad se centra en el contexto físico, social, económico y ambiental de una región, susceptible de ser afectado por un fenómeno climático, y que resulta importante para lograr entender el origen de los desastres causados por los mismos. la vulnerabilidad, como elemento, debe ser documentada según lo reciente y proyectada a lo que puede pasar en el futuro para conocer los cambios registrados frente a los impactos. Es por ello, que es necesario obtener información cualitativa y cuantitativa para priorizar en donde es más necesaria la adaptación. Dado que no existe forma única de calcular la vulnerabilidad ante cambio climático se hace necesario contar con elementos mínimos para evaluarla. (IPCC, 2012).

La motivación para la realización de esta investigación surgió a partir de la escasa información que se tiene en nuestro país sobre la vulnerabilidad hídrica de las cuencas hidrográficas. Se ha realizado estudios sobre algunas cuencas dentro del

país, sin embargo, se conocen pocos estudios en relación al potencial y manejo de las cuencas hidrográficas frente al cambio climático. La importancia de investigación encaminada hacia el desarrollo de factores físicos, sociales, económicos y ambientales de esta área de estudio, la cual tendrá impactos positivos para comunidades que aprovechan el recurso.

El objetivo del presente proyecto de investigación es evaluar y analizar la vulnerabilidad hídrica en la subcuenca del Río Suay, para de esta manera conocer la problemática existente en esta área de estudio.

A través de este estudio se busca conocer la vulnerabilidad hídrica actual de la subcuenca del río Suay, tomando en cuenta los principales factores e indicadores que determinan su funcionalidad, pues ha sido priorizada como un área de importancia crítica para la seguridad hídrica y alimentaria.

Finalmente, al comparar los resultados de este trabajo con otras investigaciones, se busca aportar una referencia para estudios posteriores en esta área sobre este importante recurso.

1.1 Planteamiento del problema

El agua es un elemento primordial para satisfacer el bienestar y el desarrollo social, económico y ambiental de Panamá. Desde hace años, ha sido por lo general considerada como un recurso infinito, sin embargo en los últimos años, las deficiencias en la disponibilidad de este recurso en algunas regiones, la degradación de la calidad del agua, conflictos entre usuarios en las cuencas e inequidad en el acceso al agua potable y saneamiento, han provocado la necesidad de garantizar la conservación y planificación de los recursos hídricos panameños, que puedan brindar beneficios a la sociedad (Vega Cervera, A ,2012).

La posición geoestratégica de Panamá y el papel que su patrimonio hidrológico ha jugado en la consolidación de su economía y su vulnerabilidad ante posibles sequías e, inundaciones, ha llevado al país a realizar una serie de acciones con el objetivo de replantear su relación con el agua. Es por esto que se diseñó y se puso en marcha el plan nacional de seguridad hídrica 2015-2050: Agua para todos (PNSH), como resultado de un trabajo interinstitucional y con una amplia consulta pública, que ayude a minimizar los impactos encontrados en las cuencas hidrográficas (CATHALAC, IDRC Y MIAMBIENTE,2018).

Dentro de la cuenca hidrográfica entre los ríos San Pedro y el Tonosí (122), se pretende conocer la vulnerabilidad del recurso hídrico ante la variabilidad climática y los efectos del cambio climático, específicamente en la subcuenca del río Suay; la cual tiene gran importancia estratégica para la sostenibilidad ecológica, la producción y la economía de sus comunidades, la producción de agua para

consumo humano y para las actividades agropecuarias, el suelo para la producción agropecuaria actual y de futuras generaciones (Fundación Natura, 2013). Sin embargo, la población se ve afectada por la degradación de bosques, suelo y agua como consecuencia de la práctica de actividades agrícolas poco sostenibles (Serrano, 2021).

1.2 Antecedentes

En los últimos años se han realizado investigaciones; Broce, K, (2018), realizó un estudio en el golfo de Chiriquí y Montijo para evaluar las concentraciones de metales pesados en ambiente marino-costero, el principal bioindicador era el cocodrilo americano *Crocodylus acutus*, donde las principales concentraciones de metales pesados fueron de cromo (Cr), cadmio (Cd), cobre (Cu), y plomo (Pb) en cada estrato.

Asimismo, en los ríos Sábalo, Piña, Ponuga, Pocrí y Suay pertenecientes a la vertiente del Pacífico. Se realizó un estudio sobre calidad biológica del agua, se utilizó el índice biological monitoring working party para la determinación de la calidad biológica, en donde el río Sábalo presentó calidad biológica clase III (contaminada); mientras que los ríos Piña, Ponuga, Pocrí y Suay presentaron una calidad biológica clase IV (muy contaminada) (Rodríguez, V., Robles, Pimentel, Y, 2009).

En la región de Azuero se han calculado que la mayoría de las especies de monos encontradas en estas zonas están en peligro crítico de extinción. Los monos arañas de Azuero (Charros, Charaos, barrigones o manilarga) también como las otras especies existentes están en riesgos, ya que sus requerimientos de calidad

alimenticia y de ancha extensión de selva, los hace ser mucho más vulnerables a la destrucción del bosque, ya que necesitan mayor área de acción, es decir, mucho más bosque para poder vivir y reproducirse (Méndez-Carvajal, P.G. 2010).

Las manifestaciones del cambio climático, como el ascenso del nivel del mar, el aumento de intensidad y frecuencia de eventos meteorológicos extremos y una variación compleja en la dinámica de condiciones, están impactando a los ecosistemas marinos, a las poblaciones de peces e invertebrados, a la actividad de pescadores y prestadores de servicios turísticos y a la infraestructura física de apoyo con que cuentan las comunidades costeras (MIAMBIENTE,2014).

Fundación Marviva desarrolló una investigación, cartografiando los hábitats marino-costeros críticos vulnerables a los impactos del cambio climático en el golfo de Chiriquí, la cual ubicó zonas vulnerables al ascenso del nivel del mar en el golfo de Montijo (Gdm), un área de importante actividad pesquera y turística en el litoral Pacífico de Panamá (Clemente, A Jiménez, A Hernández, y Del Cid, V, 2019).

Dentro de los últimos estudios realizados en la cuenca del río La Villa, (CATHALAC, IDRC Y MiAMBIENTE,2018). Se evaluó la vulnerabilidad actual y futura del recurso hídrico frente al cambio climático basándose en tres elementos: exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación, cada uno de estos componentes con sus respectivos indicadores; se definieron categorías para la vulnerabilidad, que fueron valorizados mediante el índice que presentaban, lo cual tenía como objetivo definir el grado que presentaba cada indicador, en donde para evaluar la vulnerabilidad actual se tomó como base datos socioeconómicos y

biofísicos del área de estudio en el periodo comprendido entre 1980 al 2015 y datos de escenarios climáticos proyectados al 2050.

Es por eso, que en la actualidad, Panamá, se prepara para hacerle frente al Cambio Climático elaborando una estrategia nacional al 2050, con el plan nacional de seguridad hídrica 2015-2050, denominado agua para todos, se ha logrado un diagnóstico sobre la situación de los recursos hídricos en el país y los retos que se deben enfrentar a corto, mediano y largo plazo para garantizar la provisión de agua en cantidad y calidad aceptable para todos los usuarios, se ha definido un plan de acción a largo plazo que responde a cinco metas alcanzables en un horizonte de 35 años, que son:

Meta 1: Acceso universal a agua de calidad y servicios de saneamiento.

Meta 2: Agua para el crecimiento socioeconómico inclusivo.

Meta 3: Gestión preventiva de los riesgos relacionados con el agua.

Meta 4: Cuencas hidrográficas saludables.

Meta 5: Sostenibilidad hídrica. (MIAMBIENTE,2016)

1.3 Justificación

La adaptación al cambio climático, requiere entender y evaluar la vulnerabilidad de los cambios presentes en el informe del (IPPC, 2014), donde el agua es el primer eslabón de la cadena de intervenciones multidimensionales.

Para lograr un desarrollo sostenible en la región se requiere de un suministro confiable de agua, lo que impactará la reducción de la pobreza y fortalecerá la

seguridad alimentaria. Mientras que la escasez de agua, exacerba la desigualdad de género, y en algunos casos origina el trabajo infantil en niños. Es por ello que la disponibilidad al agua limpia y los servicios de saneamiento, determinarán la velocidad de desarrollo sostenible de los pueblos y el cumplimiento con los objetivos de desarrollo sostenible (MIAMBIENTE,2016).

En la región del sur de la península de Azuero, se encuentra la subcuenca del río Suay, esta se ha visto afectada por diferentes eventos meteorológicos e impactos por la actividad humana, lo que ha traído como consecuencia una serie de problemas relacionados con la disponibilidad en cantidad y calidad de agua para consumo humano, además la escasez del agua afecta la disponibilidad para otros usos en la zona, como lo es el uso agropecuario, uso agrícola, entre otros; provocando la reducción del rendimiento de estas actividades durante los últimos años. (Fundación Natura,2013)

El estudio de la vulnerabilidad hídrica actual de la cuenca 122, toma en cuenta factores e indicadores sociales, políticos, administrativos, ambientales y climáticos, que darán como resultado un análisis del grado de vulnerabilidad de los recursos hídricos dentro de la subcuenca del río Suay, para obtener información de base científica que permitirá plantear acciones, planes y soluciones, con el fin de construir resiliencia, no solo del recurso hídrico sino también en sus habitantes.

Sin estudios rigurosos de los factores que determinan esa vulnerabilidad, las acciones de adaptación no pueden ser priorizadas, ni contextualizadas. Por lo que es fundamental conocer la vulnerabilidad actual y futura de cada área de estudio,

es por ello que para reducir la vulnerabilidad se propone diseñar e implementar estrategias de adaptación al cambio climático. (IPPC,2014).

Este proyecto de investigación forma parte de los productos a desarrollar por el Proyecto bajo ejecución de la Dirección de Seguridad Hídrica del Ministerio de Ambiente, denominado: fortalecimiento de la resiliencia de los recursos hídricos ante el cambio climático y la vulnerabilidad climática en las ciudades de Arena y Quebro, Natá, Chitré y la Villa de los Santos (CATHALAC, IDRC Y MiAMBIENTE,2018)

1.4 Objetivos

1.4.1 General

- Analizar la vulnerabilidad global del recurso hídrico de la subcuenca del río Suay, ante el cambio climático y la variabilidad climática.

1.4.2 Específicos

- Calcular los indicadores de los componentes de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación del recurso hídrico en la subcuenca del Río Suay.
- Definir la vulnerabilidad global del recurso hídrico de acuerdo con los tres tipos de vulnerabilidad (económica, social y ambiental) en los siete corregimientos de la subcuenca.
- Identificar los principales factores socioambientales ligados a la vulnerabilidad del recurso hídrico en la Subcuenca del Río Suay.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis nula

- En la subcuenca del río Suay no hay evidencia en el recurso hídrico de la variabilidad climática y los efectos del cambio climático.

1.5.2 Hipótesis alterna

- En la subcuenca del río Suay hay evidencia en el recurso hídrico de la variabilidad climática y los efectos del cambio climático.

1.6 Alcances y limitaciones del estudio

1.6.1 Alcances

- El presente estudio analizó el estado de vulnerabilidad hídrica en que se encuentra la Subcuenca del Río Suay, perteneciente a la Cuenca hidrográfica 122, entre los ríos San Pedro y el Tonosí.
- La investigación abarcó los tres componentes de vulnerabilidad: exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación.

1.6.2 Limitaciones

- La existencia de pocas investigaciones en esta área de estudio, limitó los antecedentes.
- Banco de datos incompletos, no actualizados y no existentes.
- Caminos de acceso, movilización, un periodo corto de tiempo para la investigación.

2 MARCO TEÓRICO

Para el adecuado desarrollo de este proyecto de investigación y para lograr manejo de los temas involucrados, se ampliarán las distintas teorías en cuanto a la vulnerabilidad y sus temas relacionados, para comprender de forma clara.

2.1 Concepto de cuenca hidrográfica:

Área con características física, biológicas y geográficas delimitadas, donde el ser humano realiza sus actividades, y donde las aguas superficiales y subterráneas fluyen a una red natural por medio de uno o varios cauces de caudal continuo o intermitente, que confluyen a su vez en un curso mayor que puede desembocar en un río principal, ya sea de forma natural o artificial de agua, que van directamente al mar (MIAMBIENTE,2013).

2.2 Concepto de subcuenca:

Superficie de terreno cuya escorrentía superficial fluye en su totalidad a través de una serie de corrientes, ríos y, eventualmente, lagos hacia un determinado punto de un curso de agua, generalmente un lago o una confluencia de ríos (MIAMBIENTE,2013).

2.3 Normativas sobre recurso hídrico en Panamá:

En la ley 41 de 2015, ley general de ambiente, en su capítulo VI de recursos hídricos, Indica que el agua es un bien de dominio público en todos sus estados. Su conservación y uso es de interés social. Sus usos se encuentran condicionados a la disponibilidad del recurso y a las necesidades reales del objeto

a que se destinan y los usuarios que aprovechen los recursos hídricos, están obligados a realizar las obras necesarias para su conservación, de conformidad con el Plan de Manejo Ambiental del EIA y el contrato de concesión respectivo (MIAMBIENTE,2015).

Con la ley 44 de 2002, se establece el régimen administrativo especial para el manejo, protección y conservación de las cuencas hidrográficas de la república de Panamá, cuyo objetivo principal es permitir el desarrollo sostenible en los aspectos sociales, culturales y económicos, manteniendo la base de los recursos naturales para las futuras generaciones (MIAMBIENTE,2002).

2.4 Concepto de vulnerabilidad:

Vulnerabilidad, se refiere a la cualidad de vulnerable, es decir a la posibilidad de ser herido o recibir alguna lesión física o moral (RAE,2012). Por otra parte, la estrategia internacional para la reducción de desastres (ONU/EIRD, 2004), indica que vulnerabilidad es una condición determinada por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales, que aumentan la susceptibilidad de una comunidad al impacto por amenazas.

Para el IPCC (2007;2012) la vulnerabilidad es el grado al cual un sistema es susceptible e incapaz de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los extremos.

2.5 Concepto de cambio climático:

La convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el cambio climático como cambio de clima

atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (MIAMBIENTE,2016).

2.6 La vulnerabilidad al cambio climático:

Establecer cuánto es mucho o poco riesgo requiere cuantificarlos peligros y la vulnerabilidad. Mediante datos históricos se ha evaluado la probabilidad de ocurrencia de fenómenos atmosféricos considerados peligro, pero no existe un equivalente para la vulnerabilidad. Los impactos negativos no se deben sólo al cambio climático, pues pueden relacionarse con el modelo de desarrollo seguido hasta ahora que genera vulnerabilidad. Si se desea reducir la probabilidad de impactos negativos por cambio climático, es necesario reducir su magnitud, pero también la vulnerabilidad. En décadas recientes, los desastres provocados por fenómenos naturales han aumentado a nivel mundial como resultado principalmente del incremento en la vulnerabilidad, y mayor exposición de la población a fenómenos meteorológicos intensos, resulta en mayor número de desastres (IPCC, 2012).

2.7 Componentes de la vulnerabilidad:

La vulnerabilidad varía de la zona ecológica, la misma depende de varios factores: exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa;(IPCC, 2007), Exposición se define como la posibilidad de un sistema de quedar expuesto a un cambio ante una posible situación desestabilizadora positiva o negativa; la sensibilidad se refiere al grado en que un sistema responde a variaciones del entorno; y la capacidad de adaptación se refiere a la aptitud de un sistema para adecuarse o

ajustarse a las nuevas condiciones de su entorno. Los dos primeros componentes juntos representan el impacto potencial (I) del fenómeno (es decir, la magnitud del daño esperado), y la capacidad de adaptación (resiliencia) es la medida en que estos impactos pueden ser evitados; por lo tanto, la vulnerabilidad es igual al impacto potencial menos la capacidad de adaptación (IPCC, 2007).

2.8 Análisis de vulnerabilidad:

Es un proceso para determinar y priorizar los componentes críticos, que incrementan la vulnerabilidad y así tomar las medidas de prevención, preparación y mitigación, a fin de procurar la reducción o eliminación de esa vulnerabilidad. Se aplica a diferentes fenómenos tales como: el impacto de fenómenos naturales graves como terremotos y huracanes, riesgo implícito de accidentes que afectan los servicios, como es el caso de contaminaciones y brotes epidémicos. La vulnerabilidad global está interpretada por diferentes vulnerabilidades, cada una de las vulnerabilidades constituye un eje y se deben analizar en su conjunto, para que se puedan resolver de manera adecuada (CATIE, 2004).

2.9 Principales tipos de vulnerabilidad

Es importante tomar en cuenta que existen varios tipos de vulnerabilidad (física, económica, política, institucional, educativa, etc.) (Wilches-Chaux, 1993). Por ello, para efectos de este trabajo, se describen los cuatro tipos de vulnerabilidad más comunes: económica, social, ambiental y global, cuyos conceptos se describen a continuación:

- Vulnerabilidad económica: Se formula a partir de la relación indirecta entre los niveles de ingresos y el impacto de la sequía, provocando el aumento

en el riesgo de padecer el desastre debido a la falta de financiamiento a la producción, insuficiencia de ingresos, desempleo o subempleo e inestabilidad laboral, entre otros.

- Vulnerabilidad social: Se refiere, por una parte, a la inseguridad e indefensión que experimentan las comunidades, familias e individuos en sus condiciones de vida ante el impacto causado por una sequía. La pobreza, la marginación, el rezago social, la dificultad de acceso a los servicios de salud, educación y recreación, limitan la capacidad de prevenir, mitigar y dar respuesta oportuna ante una situación de desastre por déficit hídrico.
- Vulnerabilidad ambiental: Está relacionada con la susceptibilidad intrínseca del medio o los recursos naturales a sufrir daños por la falta de agua, debido a que todos los seres vivos necesitan de ciertas condiciones ambientales para desarrollarse, y en caso de existir un deterioro de la naturaleza por la vía de la destrucción de las reservas del ambiente, los ecosistemas resultan altamente vulnerables ante amenazas como la sequía.
- Vulnerabilidad global: Es la integración de los tres tipos de vulnerabilidad descritos anteriormente, en la cual confluyen factores de tipo económico, social y ambiental.

Los tipos de vulnerabilidad que conforman la vulnerabilidad global son, institucional, ecológica, educativa, física, económica, social, política, técnica,

ideológica y cultural, los indicadores que se utilizan para calcular la vulnerabilidad son herramientas potenciales que se utilizan para identificar y monitorear la vulnerabilidad a través del tiempo y el espacio, además, permiten desarrollar y priorizar estrategias para reducir la vulnerabilidad y para determinar la efectividad de éstas. Es de suma importancia en la valoración de la vulnerabilidad la identificación de los indicadores más convenientes y la construcción de un índice de vulnerabilidad global (Rygel et al. 2006).

2.10 Estudios sobre vulnerabilidad del recurso hídrico desarrollados como medidas de análisis, para contribuir a la disminución del cambio climático:

Estos estudios muestran que la heterogeneidad de las características de algunos países de la región da lugar a una diversidad de ambientes hidrogeológicos con comportamientos diferenciales que le confieren una vulnerabilidad en relación con los cambios climáticos. Se han detectado distintas situaciones que han afectado a los sistemas hídricos subterráneos, vinculados al abastecimiento de agua para consumo humano y sectores productivos, a continuación, se muestran metodologías que se utilizaron en la construcción de escenarios a partir de datos climatológicos, disponibilidad del recurso hídrico, inundaciones, aguas subterráneas y suelos (UNL-FICH s.f,2010).

2.10.1 Nicaragua:

En Nicaragua se realizó la estimación de la vulnerabilidad de los recursos hídricos a partir del índice de escasez (relación de la demanda de agua entre la oferta

determinada tanto de aguas superficiales y subterráneas). Al potencial indicador se le restó un volumen definido por el deterioro de la calidad del agua (Picado,2003).

2.10.2 Costa Rica:

Costa Rica a través del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) realizó el análisis de vulnerabilidad del sistema hídrico al cambio climático, proceso que se dio dentro del marco del Proyecto Regional Fomento de las Capacidades para la Etapa II Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba. Para realizar el análisis de vulnerabilidad se utilizaron indicadores socioeconómicos (población menor de 12 años, población mayor de 64 años, población discapacitada, población afectada por asma, dotación doméstica de agua, población analfabeta, casas con paredes de madera, casas sin cielo raso, casas con hacinamiento, casas con tanque séptico, población en pobreza) e indicadores biofísicos (área propensa a deslizamiento, área propensa a inundaciones, área dedicada a actividades agrícolas, área con sobreuso de suelo) (IMN,2005).

2.10.3 Panamá:

En Panamá se realizó un proyecto sobre la resiliencia de los recursos hídricos frente al cambio climático: un marco para la planificación municipal sostenible, en la cuenca del río la Villa, donde se estudió la vulnerabilidad actual y futura del recurso hídrico, mediante la metodología implementada por el IPCC, donde se tomaron indicadores para cada componente que luego fueron evaluados por un índice para determinar dicha vulnerabilidad en el área habitada (CATHALAC, IDRC Y MiAMBIENTE,2018).

Una de las estrategias es afrontar y disminuir los efectos negativos del cambio climático para lograr los procesos de adaptación. El concepto de adaptación que ha sido definido en 2014 por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) es el proceso de ajuste al clima actual o al proyectado, y a sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación busca moderar o evitar el daño o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar los ajustes al cambio climático proyectado y a sus efectos (IPCC, 2014).

Igualmente, un tema importante en América Latina es la falta de evaluaciones integradas del cambio climático y los impactos generados, lo cual se ve agravado por los débiles sistemas de monitoreo y observación que no permiten tener la capacidad adecuada para obtener información confiable que sea utilizada para investigación y en el diseño de políticas públicas encaminadas a la adaptación al cambio climático, por lo que se busca obtener información que luego pueda ser utilizada para planes de adaptación a cambios (Conde y Saldaña, 2007).

2.10.4 México

Para el caso de México, Ávila realizó un estudio en el año 2005. En el mismo estudio evaluó la vulnerabilidad del recurso hídrico y analizó las tendencias actuales que conducen a una situación de mayor vulnerabilidad y menor seguridad hídrica en el país, para así proyectar escenarios alternativos. Se elaboró una propuesta metodológica que consistió en construir una serie de indicadores de tipo cualitativo y cuantitativo con el fin de evaluar la vulnerabilidad en un espacio y tiempo determinado. Los indicadores utilizados fueron los siguientes:

Vulnerabilidad ecológica, climática por sequías e inundaciones, disponibilidad de agua, presión hídrica, explotación de acuíferos, contaminación del agua, agrícola, urbana marginación social, económica y política (Ávila, P. 2005).

En el 2016 México realizó la metodología para calcular índices de vulnerabilidad ante la sequía en los organismos de cuenca por parte del Instituto Mexicano de Tecnología del agua (IMTA). (Ortega-Gaucin, D., Velasco, I., de la Cruz, J., & Castellano, H. 2016).

Dicha metodología consta de 9 pasos, y tiene como objetivo calcular índices de vulnerabilidad ante la sequía en los Organismos de Cuenca en México, usando indicadores relativos a escala municipal, los cuales pueden ser útiles para los tomadores de decisiones y los responsables de formular políticas públicas para identificar prioridades de inversión en reducción de la vulnerabilidad, y para identificar y proponer acciones efectivas de gestión del riesgo, considerando aspectos económicos, sociales y ambientales.

La misma fue evaluada para 26 organismos de la Cuenca de México e indica que la mejor forma de afrontar una sequía comienza con la evaluación de la vulnerabilidad, la cual es útil para diversos propósitos, como son: establecer prioridades en la implementación de medidas de prevención y mitigación; entender dónde y cómo mejorar las capacidades de adaptación; entender dónde y cómo disminuir la exposición y la sensibilidad; optimizar la distribución de los recursos; y, de manera más general, coadyuvar a la mejora de la gestión del agua en los Organismos de Cuenca.

2.11 Variabilidad climática:

La variabilidad del clima se refiere a las variaciones en el estado medio y otros datos estadísticos (como las desviaciones típicas, la ocurrencia de fenómenos extremos, etc.) del clima en todas las escalas temporales y espaciales, más allá de fenómenos meteorológicos determinados. La variabilidad se puede deber a procesos internos naturales dentro del sistema climático (variabilidad interna), o a variaciones en los forzamientos externos antropogénicos (variabilidad externa) (IPCC, 2007).

La variabilidad climática se evidencia en períodos de tiempo relativamente cortos, lo cual lo diferencia del cambio climático, y se manifiesta en valores de variables climatológicas como la temperatura y la precipitación, las cuales son comparadas con un valor normal. La secuencia de estas oscilaciones alrededor de los valores normales, se conoce como variabilidad climática y su valoración se logra mediante la determinación de las anomalías (Montealegre y Pabón, 2000).

Según Boshell, León y Peña (2011), se reconocen las siguientes escalas temporales de la variabilidad climática: Escala intraestacional (veranillos e intensificación de las lluvias), Escala estacional (estaciones lluviosas y secas), Escala interanual (teleconexiones y ciclos de más de un año de duración) y Escala interdecadal (fluctuaciones climáticas).

la variabilidad climática y el cambio climático tienen una relación directa e interactúan constantemente asociados a los cambios registrados, que tiene su origen en el efecto invernadero antropogénico. En general, se puede describir que el cambio climático vuelve más extremos e intensos los fenómenos de variabilidad

climática, de esta manera habiendo posible los aumentos de eventos climáticos que desencadenan inundaciones, deslizamientos e incendios forestales, etc., todos asociados a los fenómenos ENSO (El Niño– La Niña) (Alzate et al,2015).

2.12 El Niño/Oscilación del sur (ENOS):

Es un fenómeno natural caracterizado por la fluctuación de las temperaturas del océano en la parte central y oriental del Pacífico ecuatorial, asociada a cambios en la atmósfera. Este fenómeno tiene una gran influencia en las condiciones climáticas de diversas partes del mundo. Gracias a los progresos científicos alcanzados en cuanto a la comprensión y la modelización del ENOS, las competencias de predicción han mejorado en escalas temporales de uno a nueve meses de antelación, lo que ayuda a la sociedad a prepararse para los peligros asociados a ese fenómeno, tales como las fuertes lluvias, las inundaciones y las sequías (OMM,2014).

Según la Organización meteorológica mundial, El Niño y La Niña son los componentes oceánicos, mientras que la Oscilación del Sur es el componente atmosférico, y ambos dan origen al término El Niño/Oscilación del Sur. Este fenómeno comprende tres fases: El Niño, La Niña y una fase neutra.

El fenómeno del Niño empieza a mediados de año con un calentamiento a gran escala de las aguas de superficie en la parte central y oriental del Pacífico ecuatorial y cambios de la circulación atmosférica tropical (es decir, el viento, la presión y la precipitación).

El fenómeno opuesto de El Niño se conoce como La Niña y se trata del enfriamiento a gran escala de las temperaturas de la superficie del océano en la misma región del Pacífico ecuatorial, sumado a una inversión de las condiciones de la atmósfera suprayacente. En muchos lugares, especialmente en los trópicos, La Niña (o episodios de frío) produce las variaciones climáticas opuestas a las de El Niño. Durante las fases neutras del fenómeno del ENOS son más bien otros factores climáticos los que determinan las condiciones atmosféricas. (OMM,2014).

2.13 Informes del IPCC:

El IPCC es un organismo internacional líder para la evaluación del cambio climático. Fue establecido por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) para proporcionar al mundo una visión científica clara sobre el estado actual del conocimiento del cambio climático y sus posibles impactos ambientales y socioeconómicos registrados a nivel global (Rincón Alvarez, A., Gutiérrez Prada, K. 2021).

Entre los principales productos del IPCC se registran informes de Evaluación, Informes Especiales, Guías Metodológicas y Documentos Técnicos. los Informes de Evaluación constan de varios volúmenes, y proporcionan todo tipo de información científica, técnica y socioeconómica sobre el cambio climático, sus causas, sus posibles efectos, y las medidas de respuesta correspondientes.

El Primer Informe de Evaluación del IPCC se publicó en 1990, y confirmó los elementos científicos que suscitan preocupación acerca del cambio climático. El Segundo Informe de Evaluación, denominado Cambio climático 1995, se puso a

disposición de la Segunda Conferencia de las Partes en la CMCC, y proporcionó material para las negociaciones del Protocolo de Kioto derivado de la Convención. El Tercer Informe de Evaluación denominado Cambio climático 2001, consta de tres informes de grupos de trabajo sobre La base científica, Efectos, adaptación y vulnerabilidad, y Mitigación, así como un Informe de síntesis en el que se abordan diversas cuestiones científicas y técnicas útiles para el diseño de políticas (IDEAM, 2012)

El Cuarto Informe de Evaluación, cuyo nombre es Cambio Climático 2007, publicado en cuatro informes de grupos de trabajo sobre La base científica, Impactos, adaptación y vulnerabilidad. De igual forma describe un documento de síntesis que se basa en la evaluación llevada a cabo por los tres grupos de trabajo que ofrece una visión integrada del cambio climático como la parte final del Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (AR4) (IDEAM, 2012). El Quinto informe de evaluación: En 2014, el IPCC finalizó el Quinto Informe de Evaluación. En comparación con los informes anteriores, en el Quinto Informe de Evaluación se hace más hincapié en la evaluación de los aspectos socioeconómicos del cambio climático y sus consecuencias para el desarrollo sostenible, los aspectos regionales, la gestión del riesgo y la elaboración de una respuesta mediante la adaptación y la mitigación (IPCC, 2021). El sexto informe de evaluación: El Grupo Intergubernamental de Expertos elaborará tres informes especiales, un informe metodológico sobre los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero y el Sexto Informe de Evaluación (IE6) (IPCC, 2020). En la 43ª reunión del IPCC, abril de 2016, se acordó que el informe del Sexto Informe de Evaluación se

terminaría en 2022. Entonces, los países examinarán los progresos realizados para lograr su objetivo de mantener el calentamiento global muy por debajo de 2 °C mientras que, al mismo tiempo, seguirán los esfuerzos para limitar el aumento de la temperatura a 1,5 °C. Las contribuciones de los tres Grupos de trabajo al IE6 estarán listas en 2021 (IPCC, 2021).

2.14 Uso de sistemas de información geográfica en la vulnerabilidad

hídrica:

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son utilizados en múltiples áreas de aplicación. Mediante el uso de los SIG, se han realizado diferentes análisis de vulnerabilidad a nivel provincial, municipal y local en diferentes países, con la finalidad de seleccionar mediante indicadores, los datos para generar índices de vulnerabilidad. Con el proceso de las fases para determinar mediante SIG los requerimientos a nivel de hardware, software y datos. Se busca identificar la necesidad de implantar una base de datos para la gestión de la información, de manera que el ingreso, consulta, análisis y actualización de la información sean tareas sencillas y eficientes para el análisis y procesamiento de información que brinde resultados, que puedan ser utilizados como una base de información concreta y segura en la actualidad y futuro (Zurdo, 2009).

La información del sistema es accesible, tanto a través de programas SIG libre – gvSIG, GRASS, ILWIS–, como de programas SIG privados –ArcGIS, Mapinfo–. Su funcionamiento se basa en las funciones de unión para enlazar los datos alfanuméricos a las entidades geográficas a través de un identificador común (en este caso los nombres de la entidad territorial). Con las funciones de simbología,

se construyen mapas para representar los diferentes indicadores e índices de vulnerabilidad (Zurdo, 2009).

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación geográfica

La subcuenca del río Suay se encuentra ubicada dentro de las provincias de Veraguas y Herrera, en los distritos de Santiago, Mariato, Ocú y las Minas. La zona hídrica se localiza en La Región Pacífico Occidental, en donde sus rangos de precipitación oscilan entre 2500 y 4000 mm y se encuentra dentro de la cuenca 122, de los ríos entre el San Pedro y el Tonosí. (MIAMBIENTE,2011).

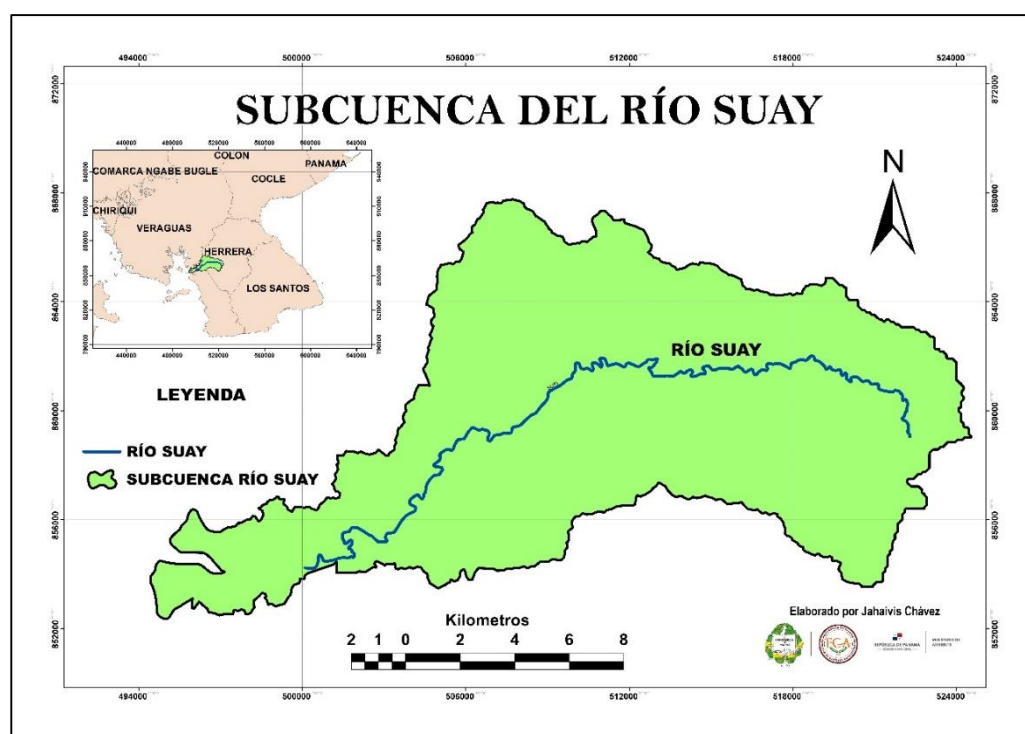


Figura 1. Localización de la Subcuenca del Río Suay

Fuente: Elaboración Propia, SIG,base de Datos(MIAMBIENTE),2021.

3.2 Aspectos generales de la Subcuenca del Río Suay

3.2.1 Extensión

El área de drenaje total de la subcuenca es de 223.06 km² hasta la desembocadura al mar. El cauce principal es el río Suay, con una longitud de 37.33 Km (ETESA, 2021). Los ríos limitantes son los ríos Pocrí, Ponuga, Tebario y Quebrada Guacamaya. La red hídrica es un sistema de circulación lineal, jerarquizado y estructurado, la estructura de la misma se clasifica en dendrítica por su disposición irregular, donde comprende una red de ríos secundarios y terciarios. (Los Ríos 2020).

Según las coordenadas 855363 N y 502801 E de la parte baja del Río Suay, el caudal registrado en el río principal es de 3.4 M³/S , según el último aforo realizado en el 2019, de la base de datos del ministerio de ambiente, regional de Veraguas. (MIAMBIENTE,2019)

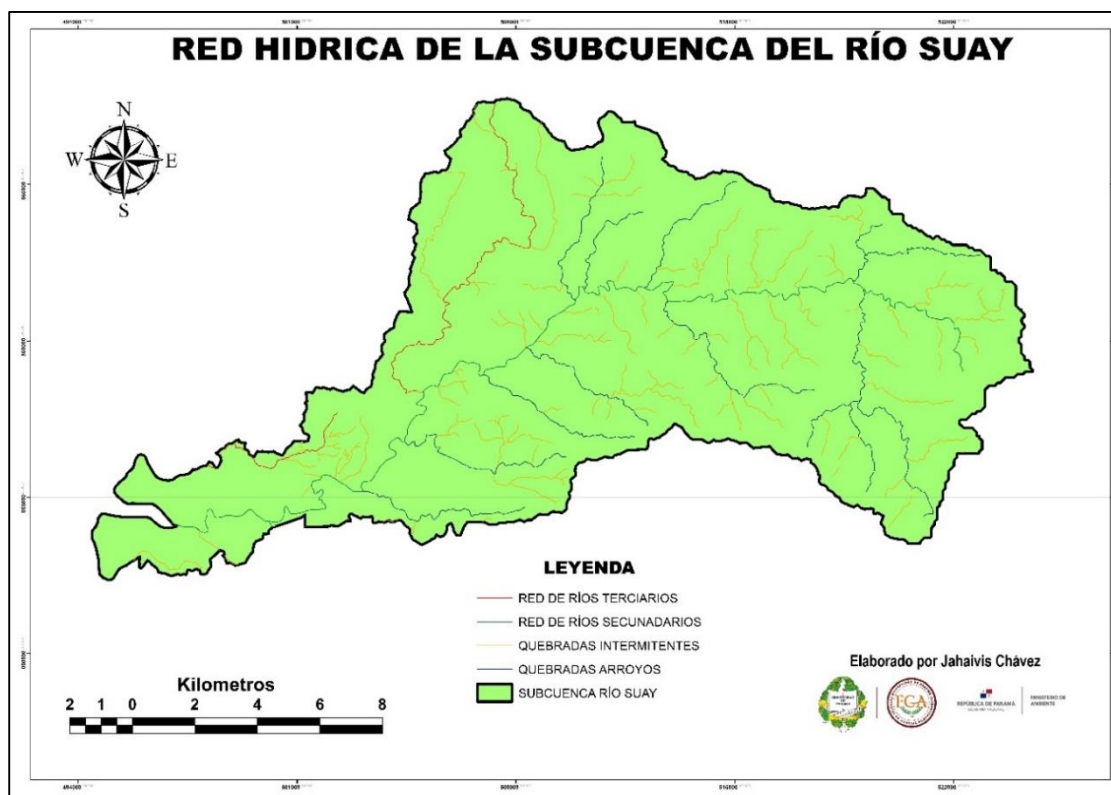


Figura 2. Red Hídrica de la Subcuenca del Río Suay
Fuente: Elaboración Propia, SIG,base de Datos(MIAMBIENTE),2021.

Según A. Mckay año 2000, esta área presenta un clima subecuatorial con estación seca y según el sistema de clasificación de Koppen en esta zona se presentan dos tipos de climas: Clima tropical de sabanas (Aw) y Clima tropical húmedo (Am). Dentro del área de estudio se encuentran dos estaciones cercanas, CHEPO (ESC.GRANJA) (122-006) de ETESA (Empresa de Transmisión Eléctrica S.A., 2021) ubicada en la parte alta de la cuenca, la zona se encuentra en una altitud de 680 metros sobre el nivel del mar. El promedio anual de lluvia en los últimos años es de 235.88 milímetros. La temperatura promedio de la zona es de 19°C; y la estación MARIATO (122-004) de ETESA (Empresa de Transmisión Eléctrica S.A., 2021) ubicada en la parte baja de la zona se encuentra en una altitud de 23

metros sobre el nivel del mar. El promedio anual de lluvia en los últimos años es de 271.27 milímetros. La temperatura promedio de la zona es de 28C°. Ambas estaciones ubicadas en la cuenca 122. (Plan Municipal Mariato, 2018)

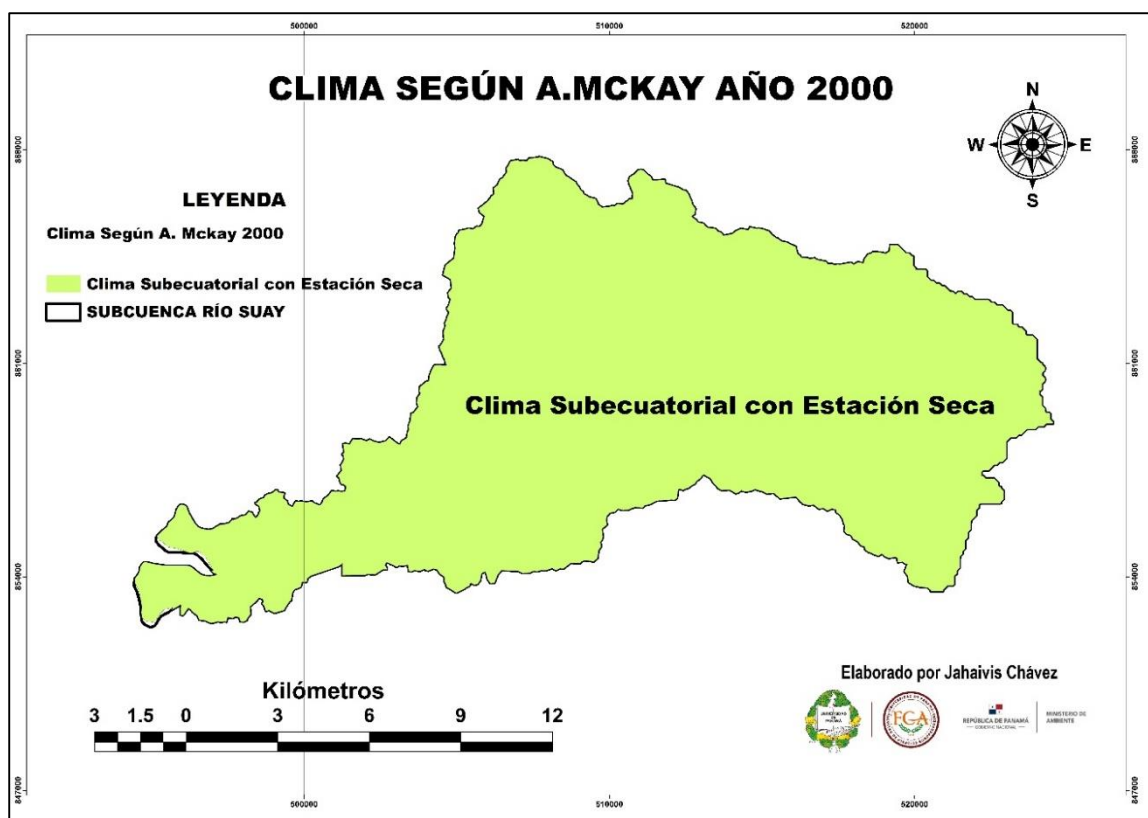


Figura 3. Clima según A. McKay, Año 2000.

Fuente: Elaboración Propia, SIG, base de Datos (MIAMBIENTE), 2021.

3.2.2 Zonas de vida

Según el sistema de zonas de vida de holdridge, la subcuenca del río Suay presenta bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo tropical, estos bosques constituyen las zonas de vida más extendidas en las tierras bajas de Panamá, abarcando aproximadamente el 62% (46,509 km²) de la superficie total de la

República, hasta una elevación aproximada de 400 a 600 msnm, y el bosque muy húmedo premontano abarca el 20.62% (15,453 km²) del territorio nacional; Se le ubica por encima de los 400 hasta 1,600 msnm.(ANAM, 2010)

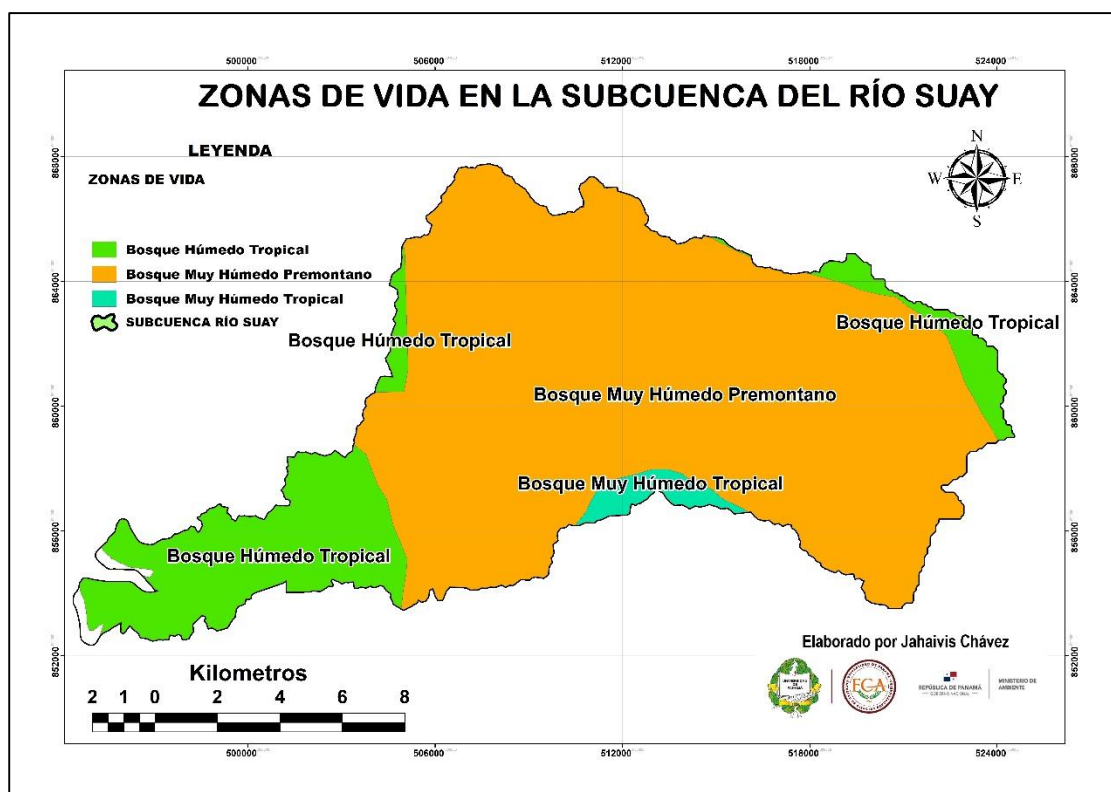


Figura 4. Zonas de vida de la Subcuenca del Río Suay

Fuente: Elaboración Propia, SIG,base de Datos(MIAMBIENTE),2021.

3.2.3 Capacidad Agrológica de los suelos

En la subcuenca del Río Suay, se presentan cuatro tipos de suelos, tipo II, arable donde existe limitaciones en la selección de las plantas; tipo VI, no arable con limitaciones muy severa en la selección de las plantas; tipo VI, no arable con limitaciones severas y tipo VII con limitaciones muy severas (ANAM, 2010).

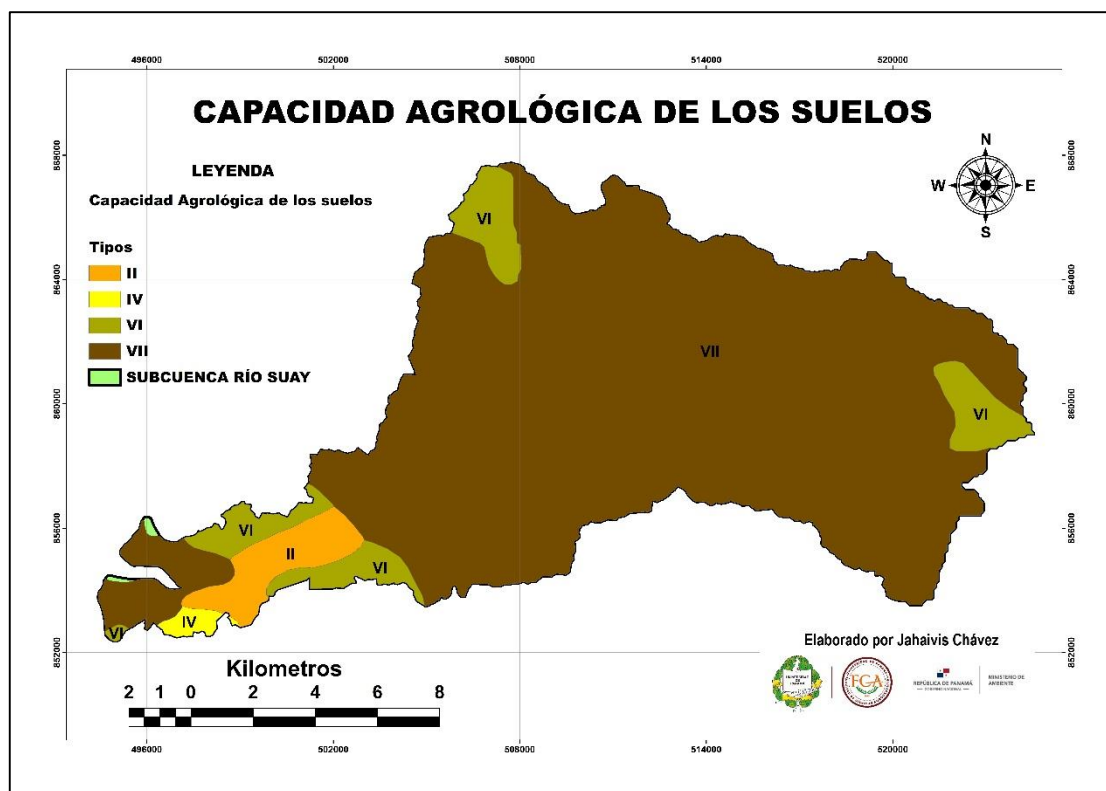


Figura 5. Capacidad agrológica de los suelos

Fuente: Elaboración Propia, SIG, base de Datos (MIAMBIENTE), 2021.

3.2.4 Población de la Subcuenca

La población estimada para esta subcuenca es de 3,205 habitantes para el año 2010, conformado por los corregimientos de Ponuga, Tebario, El Tijera, Cerro Largo, El Toro, Leones y Chepo. El corregimiento de Leones es el mayor poblado, seguido de El Toro. Las Principales actividades registradas en la subcuenca es la agricultura y ganadería de subsistencia, en la zona predominan los minifundios o pequeñas parcelas por familias (CENSO, 2010).



Figura 6.Corregimientos de la Subcuenca del Río Suay

Fuente: Elaboración Propia, SIG,base de Datos(MIAMBIENTE),2021.

CUADRO I .TOTAL DE POBLACIÓN EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SUAY

POBLACIÓN GENERAL	
Comunidad	Tamaño de la población
Ponuga	274
Tebario	446
El Tijera	367
Cerro Largo	260
El Toro	693
Leones	796
Chepo	369
Total de la población	3205

Fuente: CENSO,2010.

3.2.5 Principales actividades registradas en la subcuenca

De acuerdo a las encuestas aplicadas, dentro de las actividades económicas registradas en la subcuenca se encuentra el cultivo de arroz, maíz, poroto, yuca y ñame, además se da la actividad ganadera en toda la zona de la subcuenca. En la parte alta de la subcuenca se da la actividad de turismo, donde se localiza la reserva forestal el montuoso.

3.2.6 Problemática identificada

Las presiones sobre la subcuenca del río Suay, de acuerdo a las encuestas; son principalmente las que impactan el bosque de galería, la degradación de suelo y pérdida de cobertura boscosa por las actividades agrícolas y ganaderas, contaminación de fuentes hídricas por uso de agroquímicos, falta de fortaleza institucional, inadecuado manejo de desechos sólidos y los desastres ambientales, son algunas de las presiones observadas en esta subcuenca que hace que sea vulnerable a los cambios.

3.3 Materiales

- Libreta de Apuntes
- Sistema de posicionamiento global (GPS)
- Computadora y teléfono móvil
- Formulario web KoBotoolbox
- Base de datos institucionales
- Softwares de análisis y redacción (QGis 2.16 y ArcMap 10.6)
- Imágenes satelitales
- Transporte

3.4 Metodología

El desarrollo de la investigación se orientó hacia la determinación de la vulnerabilidad hídrica, ante la variabilidad climática y el cambio climático, a nivel de subcuenca.

Dicha metodología se estructuró en base a una secuencia de etapas, las cuales se desglosan a continuación.

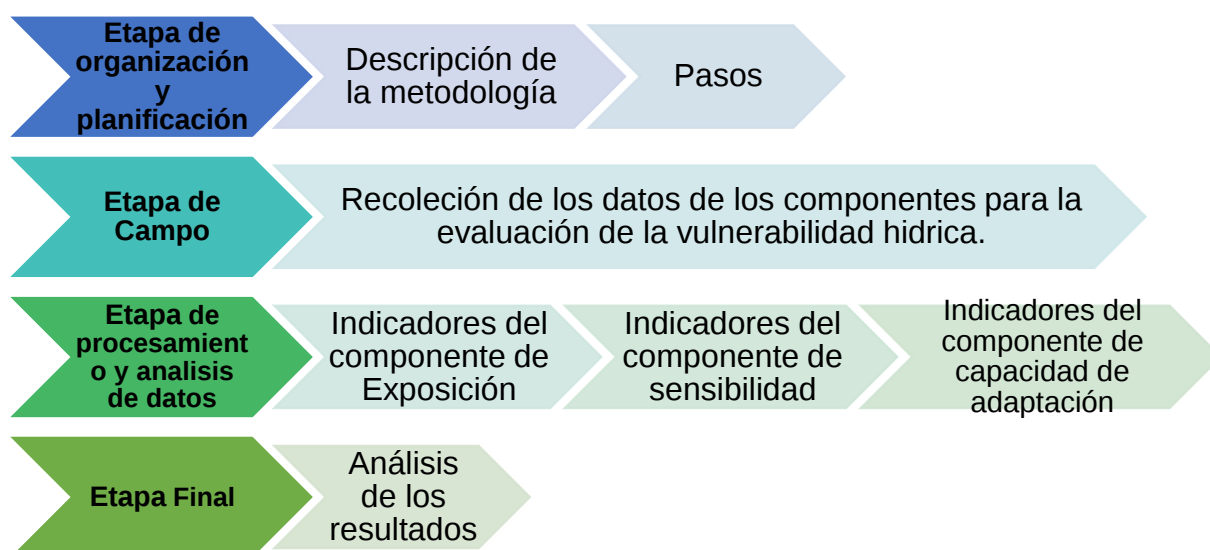


Figura 7. Etapas de la investigación

Fuente: Elaboración Propia

3.5 Etapa de organización y planificación

3.5.1 Descripción de la metodología de vulnerabilidad

Con la finalidad de propiciar una mejor comprensión se presenta la metodología para calcular el grado de vulnerabilidad del recurso hídrico ante el cambio climático en la Subcuenca del Río Suay, la cual se basa en el concepto de

vulnerabilidad, y la ecuación propuesta por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2007).

La ecuación cuyos componentes son tres: Exposición (E), Sensibilidad (S) y Capacidad de Adaptación (CA). En donde cada uno de estos componentes está representado por un conjunto de indicadores relativos y de los cuales en esta investigación fueron divididos por cuatro tipos de vulnerabilidad (Económica, social, ambiental y global).

Su principal ventaja se basa en procedimientos analíticos objetivos, que permite identificar los lugares más vulnerables desde los puntos de vista económico, social y ambiental, de tal manera que es factible direccionar mejor los recursos y los esfuerzos para reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático en la subcuenca del Río Suay.

La ecuación se expresa de la siguiente manera:

ECUACIÓN I.

$$V = E + S - CA$$

Donde:

V: es vulnerabilidad, grado por el cual un sistema es susceptible o incapaz de enfrentarse a los efectos adversos del cambio climático, incluidas la variabilidad y los extremos del clima.

E: es exposición que corresponde al tipo y grado en que un sistema está expuesto a variaciones climáticas importantes.

S: es sensibilidad, se refiere al cambio en condiciones de equilibrio y el nivel en que la subcuenca resulta afectada.

CA: es capacidad, se refiere a la capacidad de la Subcuenca para ajustarse a los cambios extremos.

3.5.2 Pasos de la Metodología.

La metodología consta de nueve pasos, con este análisis se pretende realizar la metodología implementada por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), en la cual expresa que los componentes de exposición y sensibilidad juntos representan el impacto potencial del fenómeno, y la capacidad de adaptación es la medida en que estos impactos pueden ser evitados; por lo tanto, la vulnerabilidad es igual al impacto potencial menos la capacidad de adaptación (Ortega-Gaucin et al,2016).

Se determinó las fuentes de datos, calidad de los datos y periodo de estudio. Para calcular se tomaron como base registros de promedios de precipitación, temperatura, datos socioeconómicos, biofísicos y aplicación de encuestas en los corregimientos del área de estudio en el periodo comprendido de 1998 hasta el 2021.

El proceso de los cálculos de los componentes y sus indicadores se realizó para cada corregimiento, mediante los siguientes pasos:

Paso 1: Definición de la zona de estudio.

La unidad básica espacial de estudio que se define en esta metodología es la subcuenca, la cual está conformada por microcuencas y de manera administrativa se divide en dos provincias, cuatro distritos y siete corregimientos. Sin embargo, es importante considerar que para realizar el análisis a nivel municipal se debe tomar en cuenta todos los corregimientos delimitados dentro de la subcuenca.

Paso 2: Identificación de los indicadores.

Los indicadores que se propone considerar para el análisis de la vulnerabilidad se presentan en el Cuadro III. Teniendo en cuenta que esta elección tiene el propósito de que se vean reflejadas las condiciones económicas, sociales y ambientales en los siete corregimientos que componen la subcuenca del Río Suay.

CUADRO II. INDICADORES POR COMPONENTES Y ASPECTOS DE EVALUACIÓN

Componentes	N° de indicadores	Indicadores	Fórmula y unidades de medida	Fuente de información e instrumentos para la toma de datos
Exposición	6	Precipitación acumulada por años (mm/año)	Desviación Estándar Precipitación Promedio	ETESA.S.A.
		Frecuencia de sequía	Desviación Estándar Precipitación Promedio	ETESA.S.A.
		Frecuencia de inundaciones	$x = \frac{\text{N° de eventos en el corregimiento}}{\text{N° Total de eventos en la subcuenca}} * 100 = \%$	SINAPROC DESIVENTAR Entrevistas Encuestas
		números de víctimas y afectados por inundaciones	$x = \frac{(\text{Afectados y victimas por corregimiento})/(\text{Total de eventos en el corregimiento})}{\text{N° Total de habitantes afectados en la subcuenca}} * 100 = \%$	SINAPROC DESIVENTAR Entrevistas Encuestas
		Frecuencias De Incendios De Masa Vegetal	$x = \frac{\text{N° de eventos}}{\text{N° Total de eventos en la subcuenca}} * 100 = \%$	MIAMBIENTE SINAPROC BOMBEROS Satélite-MODIS

				CATHALAC Copernicus
		Superficie Afectada Por Incendios Forestales	$x = \frac{\text{Has afectadas por corregimiento}}{N^{\circ} \text{ Total de Has afectadas en la subcuenca}} * 100$ $= \%$	MIAMBIENTE SINAPROC BOMBEROS Satélite-MODIS CATHALAC Copernicus
Sensibilidad	9	Población analfabeta	$x = \frac{N^{\circ} \text{ de habitantes analfabetas por corregimientos}}{N^{\circ} \text{ Total de analfabetas en la subcuenca}} * 100 = \%$	INEC Entrevistas
		Áreas protegidas	$x = \frac{\text{Km2 Áreas protegidas por corregimientos}}{\text{Km2 Área Total de las áreas protegidas en la subcuenca}} * 100 = \%$	Base de datos- MIAMBIENTE
		Deforestación en cauces de ríos, montañas y manglar	$x = \frac{\text{Deforestación en el corregimiento Km2}}{\text{Área Total de la subcuenca Km2}} * 100 = \%$	MIAMBIENTE Entrevistas Recorrido por el área
		Vivienda sin agua potable	$x = \frac{N^{\circ} \text{ de viviendas en el corregimiento sin agua potable}}{N^{\circ} \text{ Total de viviendas sin agua potable en la subcuenca}} * 100 = \%$	INEC Entrevistas
		Cantidad de JAARs	$x = \frac{\text{JAAR por corregimientos}}{\text{Total de JAAR en la Subcuenca}} * 100 = \%$	MINSA IDAAN MIAMBIENTE Entrevistas Recorrido por el área.

		Fuentes de agua subterránea	$x = \frac{\text{Fuentes de agua subterránea por corregimientos}}{\text{Total de fuentes en la subcuenca}} * 100 = \%$	MIAMBIENTE MINS Entrevistas Recorrido por el área.
		Frecuencia del uso de agroquímicos	$x = \frac{\text{N° de viviendas en el corregimiento que utilizan agroquímicos}}{\text{N° Total de viviendas en la subcuenca que utilizan agroquímicos}} * 100 = \%$	MIDA Entrevistas Encuestas Recorrido por el área
		Superficie utilizada para ganadería	$x = \frac{\text{Superficie por corregimiento de ganadería}}{\text{Superficie Total en la subcuenca}} * 100 = \%$	MIDA INEC Entrevistas Recorrido por el área
		Superficie utilizada para agricultura.	$x = \frac{\text{Has por corregimiento de Agricultura}}{\text{Superficie Total de Has en la subcuenca}} * 100 = \%$	MIDA IDIAP INEC Entrevistas Recorrido por el área
		Gestión de desechos sólidos y líquidos	Cantidad de Desechos generados en Kg/hab/día $x = \frac{\text{desechos generados Kg/hab/día por corregimiento}}{\text{Desechos generados total en la subcuenca}} * 100 = \%$	Entrevistas Recorrido por el área.

Capacidad de Adaptación	9	Sistema de distribución de agua potable	Cantidad de viviendas que poseen agua potable Sistemas de distribución en la Subcuenca $x = \frac{\text{viviendas con sistemas de distribución de agua potable}}{\text{Total de viviendas en la subcuenca con sistema de distribución de agua potable}} * 100 = \%$	Encuestas Entrevistas Recorrido por el área
		Disposición de los vertederos	Cantidad de Vertederos por corregimientos	Entrevistas Recorrido por el área
		Inversión pública en infraestructura de agua	$x = \frac{\text{Dólares invertidos por corregimiento}}{\text{Total de dólares invertidos en la subcuenca}} * 100 = \%$	MEF
		Servicio sanitario	$x = \frac{\text{N° de viviendas en en corregimiento con servicio Sanitario}}{\text{N° Total de viviendas en la subcuenca con servicio Sanitario}} * 100 = \%$	INEC Entrevistas Recorrido por el área
		Proyectos comunitarios para manejo de las aguas Residuales	Cantidad de Plantas de tratamiento de aguas Residuales PTAR	IDAAN Entrevistas Recorrido por el área
		Agrupaciones ambientales	N° de agrupaciones ambientales en la Subcuenca	Entrevistas Recorrido por el área
		Cobertura médica	N° de centros de Salud en la Subcuenca	MINSA Entrevistas Recorrido por el área

		Impacto del COVID-2019, por residuos.	Casos registrados y Cantidad en toneladas de residuos por corregimientos	Entrevistas Recorrido por el área
--	--	---------------------------------------	--	-----------------------------------

Fuente: Elaboración Propia.

Luego de ser identificados los indicadores se procede a formular matrices de indicadores agrupadas en categorías según el tipo de vulnerabilidad: económica, social y ambiental, tal como se muestra en el Cuadro IV.

CUADRO III. INDICADORES POR TIPO DE VULNERABILIDAD

Tipos de Vulnerabilidad		Componentes de la Vulnerabilidad		
		Exposición (E) (6)	Sensibilidad(S) (9)	Capacidad de Adaptación(CA) (9)
		Indicadores		
Global	Económica		Superficie utilizada para ganadería	Inversión pública en infraestructura de agua
			Superficie utilizada para agricultura	Proyectos comunitarios para manejo de las aguas Residuales
				sistema de distribución de agua potable
	Social		Población analfabeta	Servicio Sanitario
			Vivienda sin agua potable	Agrupaciones Ambientales o grupos organizados
			Cantidad de JAARs	Cobertura médica
			N° de fuentes de aguas subterráneas	Impacto del covid-2019, por residuos.
	Ambiental	Precipitación	Áreas Protegidas	Gestión de desechos sólidos y líquidos

		acumulada por años (mm/año)		
		Frecuencia de sequía	Deforestación	disposición de los vertederos
		Frecuencia de Inundaciones	Frecuencia del Uso de Agroquímicos	
		Números de víctimas y afectados por inundaciones		
		Frecuencia de Incendios de masa vegetal		
		Superficie afectada por incendios de masa vegetal		

Fuente: Elaboración Propia.

Paso 3: Recopilar información y calcular los indicadores.

Consiste en recopilar la información para determinar los valores de los indicadores considerados y realizar los cálculos de los indicadores, mediante sus respectivas fórmulas de acuerdo a su indicador propuesto en el CUADRO II, donde se observan la lista de las fuentes de donde se obtuvo la información.

Paso 4: Análisis y procesamiento de la información: normalización del valor de los indicadores para cada componente de la ecuación. Valores de 0 a 1.

Debido a que los indicadores están expresados en diferentes unidades de medida, es necesario normalizarlos, con el propósito de que todos estén expresados en valores adimensionales que oscilen en un rango entre 0 y 1.

Para realizar este paso, se utilizaron dos ecuaciones, en el caso de los indicadores que tienen una relación funcional directa ($\uparrow$), que es el caso de los indicadores de los componentes de exposición y sensibilidad, se usó la expresión:

ECUACIÓN II.

$$X_i = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$$

Y en el caso de los indicadores con una relación funcional inversa ($\downarrow$), que es el caso de los indicadores del componente de capacidad de adaptación, se utilizó la siguiente:

ECUACIÓN III.

$$X_i = \frac{x_{max} - x_i}{x_{max} - x_{min}}$$

Donde, en ambas ecuaciones se tiene que: X_i es el valor normalizado de los valores de la variable x_i ; x_{min} y x_{max} son los valores mínimo y máximo del conjunto de datos x_i .

Paso 5: Cálculo del peso de los indicadores de cada componente de la ecuación de vulnerabilidad. Relevancia del indicador según el componente.

Una vez obtenidos los valores normalizados de los indicadores, se procedió a calcular sus pesos usando el método propuesto por Iyengar y Sudarshan (1982), mediante la siguiente expresión:

ECUACIÓN IV.

$$P_i = \frac{1}{(\sigma_i) \left\{ \sum_{i=1}^n \frac{1}{\sigma_i} \right\}} = \frac{c}{\sigma_i}$$

Dónde:

P_i : es el peso del indicador normalizado i

σ_i : es la desviación estándar de la matriz del indicador i

$C = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\sigma_i}$: es el coeficiente de normalización.

n : es el número de indicadores seleccionados.

Para calcular cada uno de los tipos de vulnerabilidad (económica, social, ambiental y global), se toma en cuenta la agrupación de indicadores indicada en el Cuadro III.

Paso 6: Cálculo del índice de vulnerabilidad

La expresión usada para el cálculo de los índices de vulnerabilidad se expresa como la suma del producto de los pesos P_i de los indicadores por su correspondiente calor normalizado espacial X_i :

Para determinar los componentes de la ecuación de vulnerabilidad, se realiza mediante la siguiente expresión:

ECUACIÓN V.

$$I_{vi} = \sum_{i=1}^n P_i x_i$$

Dónde:

I_{vi} = índice de vulnerabilidad de cada componente (exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación).

x_i : es el valor normalizado del indicador i

P_i : es el peso del indicador normalizado i

n : es el número de indicadores correspondientes a cada componente de vulnerabilidad.

$\sum_{i=1}^n X_i P_i$: sumatoria del producto de $X_i P_i$

Así, las fórmulas para cada tipo de vulnerabilidad quedan tal como se muestra en el cuadro IV.

CUADRO IV. FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE LOS ÍNDICES DE VULNERABILIDAD

Tipo de vulnerabilidad	Fórmula
Índice de vulnerabilidad económica (IVE)	$IVE = \sum_{i=1}^n P_i x_i$
Índice de vulnerabilidad social (IVS)	$IVS = \sum_{i=1}^n P_i x_i$
Índice de vulnerabilidad ambiental (IVA)	$IVA = \sum_{i=1}^n P_i x_i$
Índice de vulnerabilidad global (IVG)	$IVG = \frac{IVE}{3} + \frac{IVS}{3} + \frac{IVA}{3}$

Fuente: Elaboración Propia

Paso 7: Ajuste de los índices de vulnerabilidad a una distribución probabilística.

Con la finalidad de clasificar en categorías los índices de vulnerabilidad obtenidos, éstos se ajustarán a la distribución probabilística beta, siguiendo la recomendación de Iyengar y Sudarshan (1982), quienes afirman que dicha distribución es la adecuada para este propósito, dado que generalmente es

sesgada y toma valores en el intervalo (0,1). La función beta tiene la densidad de probabilidad dada por:

ECUACIÓN VI.

$$f(z) = \frac{z^{a-1}(1-z)^{b-1}}{\int_0^1 z^{a-1}(1-z)^{b-1} dz}$$

$$0 < z < 1; a, b > 0$$

Dónde:

z: tomara el valor del índice;

a: es el parámetro de localización:

$$a = \mu \left\{ \frac{\mu(1-\mu)}{\sigma_2} - 1 \right\}$$

b: es el parámetro de escala:

$$b = a \left\{ \frac{1-\mu}{\mu} \right\}$$

Así, para determinar los parámetros a (alfa) y b (beta) a partir de las ecuaciones anteriores, se utiliza la hoja de cálculo Excel®, la cual también sirve para obtener la probabilidad de ocurrencia de los índices de vulnerabilidad ajustados a la distribución probabilística beta.

Una vez calculado el grado de vulnerabilidad en todos los corregimientos o unidades territoriales, entonces se clasifican.

Paso 8: Clasificación de los índices de vulnerabilidad con base en la probabilidad de ocurrencia: percentiles.

Para clasificar los índices de vulnerabilidad con base en su probabilidad de ocurrencia, primero se multiplica por 100 los valores de probabilidad obtenidos para expresarlos en porcentaje, y luego se agrupan en cinco categorías de percentiles de igual tamaño (de 20% cada una de ellas), de tal manera que se definan cinco grados de vulnerabilidad.

CUADRO V. CATEGORÍAS PARA CLASIFICAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD.

Grado de vulnerabilidad	Valor del percentil
Muy Baja	$0 < I_{Vi} \leq 20$
Baja	$20 < I_{Vi} \leq 40$
Moderada	$40 < I_{Vi} \leq 60$
Alta	$60 < I_{Vi} \leq 80$
Muy Alta	$80 < I_{Vi} \leq 100$

Fuente: Elaboración propia.

Paso 9: Mapeo de los resultados de los índices de vulnerabilidad.

Para la obtención de los mapas se utilizó el programa de ArcGis, mediante la obtención de shapefile de los corregimientos dentro de la subcuenca con sus respectivos resultados en percentiles de los índices de vulnerabilidad económica, social, ambiental y global.

3.6 Etapa de Campo

En base a los indicadores de los componentes de vulnerabilidad, para la recolección de los datos, fue necesario las visitas a las instituciones públicas y privadas de las Provincias de Veraguas y Herrera, con la finalidad de obtener la información necesaria para desarrollar los indicadores, mediante la autorización a cada una de las instituciones.

Debido a que algunos indicadores eran escasos en información se desarrolló encuestas que fueran aplicadas a los moradores de la subcuenca del Río Suay, de esa manera se logró conocer los datos faltantes para el desarrollo de los indicadores de cada componente.

3.7 Etapa de procesamiento y Análisis de Datos

Para el análisis de los datos recopilados fue necesario la información brindada por parte de las instituciones y encuestas, para llevar el análisis de los indicadores.

Dicha información se estructuró en base al orden de los indicadores, de acuerdo a los componentes de vulnerabilidad (Exposición, Sensibilidad y Capacidad de adaptación).

3.8 Etapa Final

En la etapa final se desglosan los nueve pasos de la metodología propuesta, clasificada mediante los tipos de vulnerabilidad que se detallan en la etapa de organización y planificación, para conocer los resultados.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al análisis y aplicación de la metodología se llevó a cabo el procesamiento de la información, tomando en cuenta las etapas descritas en el marco metodológico.

A continuación, se describen las dos últimas etapas del análisis de la metodología, donde se realizó los resultados finales.

4.1 Etapa de procesamiento y análisis de datos

En la etapa de procesamiento y análisis de datos la información se estructuró de acuerdo a los tres componentes de vulnerabilidad, mediante el análisis de los resultados de acuerdo a sus fórmulas propuestas, para luego realizar los pasos de la metodología.

4.1.1 Indicadores del componente de Exposición

Exposición se define como la posibilidad que un sistema pueda quedar expuesto a un cambio ante una posible situación desestabilizadora positiva o negativa, según el panel intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC), en este sentido se refiere al tipo y grado en que un sistema está expuesto a variaciones climáticas (IPCC,2007).

Para realizar el análisis de vulnerabilidad, según el componente de exposición se tomaron en cuenta los siguientes indicadores (6): precipitación acumulada por años (mm/año), frecuencia de sequía, frecuencia de inundaciones, números de

víctimas y afectados por inundaciones, frecuencias de incendios de masa vegetal y superficie afectada por incendios forestales.

Los datos utilizados para los indicadores de precipitación y sequía, fueron los que se registraron en ETESA.S.A. desde el año 1998-2020, en dos estaciones meteorológicas que se encuentran cercanas a la Subcuenca del Río Suay en la Cuenca 122.

Para la búsqueda de los indicadores de inundaciones se procedió a realizar encuestas a los moradores pertenecientes al área de estudio, para conocer los lugares donde se dieron inundaciones durante los últimos años. En el último indicador sobre los incendios forestales los datos fueron basados en información recopilada por el satélite MODIS, mediante shape file de su base de datos, que fue suministrada por CATHALAC.

Base de datos de estaciones meteorológicas

En la Subcuenca del Río Suay, perteneciente a la Cuenca 122, entre los ríos San Pedro y el Tonosí, se utilizaron dos estaciones meteorológicas las cuales son administradas por ETESA.S.A., ambas estaciones cuentan con datos de más de 20 años por lo cual se garantizó realizar el análisis.

Las estaciones se encuentran localizadas en la parte alta de la subcuenca del río Suay y la otra en la parte baja de la cuenca 122.

CUADRO VI. ESTACIONES METEOROLÓGICAS UTILIZADAS PARA REALIZAR LOS ANÁLISIS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA.

Número	Nombre	Provincia	Tipo de Estación	Elevación m	Latitud	Longitud	Fecha inicial	Operador
122-004	MARIATO	VERAGUAS	CM	23	7° 39' 00"	80° 59' 00"	1/11/1972	ETESA.S.A MIDA
122-006	CHEPO (ESC. GRANJA)	HERRERA	BC	680	7° 43' 39"	80° 49' 20"	1/06/1975	ETESA.S.A

Fuente: ETESA, 2021.

Descripción de los tipos de estaciones:

- CM Estación tipo C Mixta: registra precipitación, temperatura, humedad relativa, presión, viento y radiación
- BC Estación tipo B Convencional: registra precipitación, temperaturas extremas y humedad relativa.



Figura 8. Mapa de la ubicación de las estaciones meteorológicas

Fuente: Google Earth, 2021.

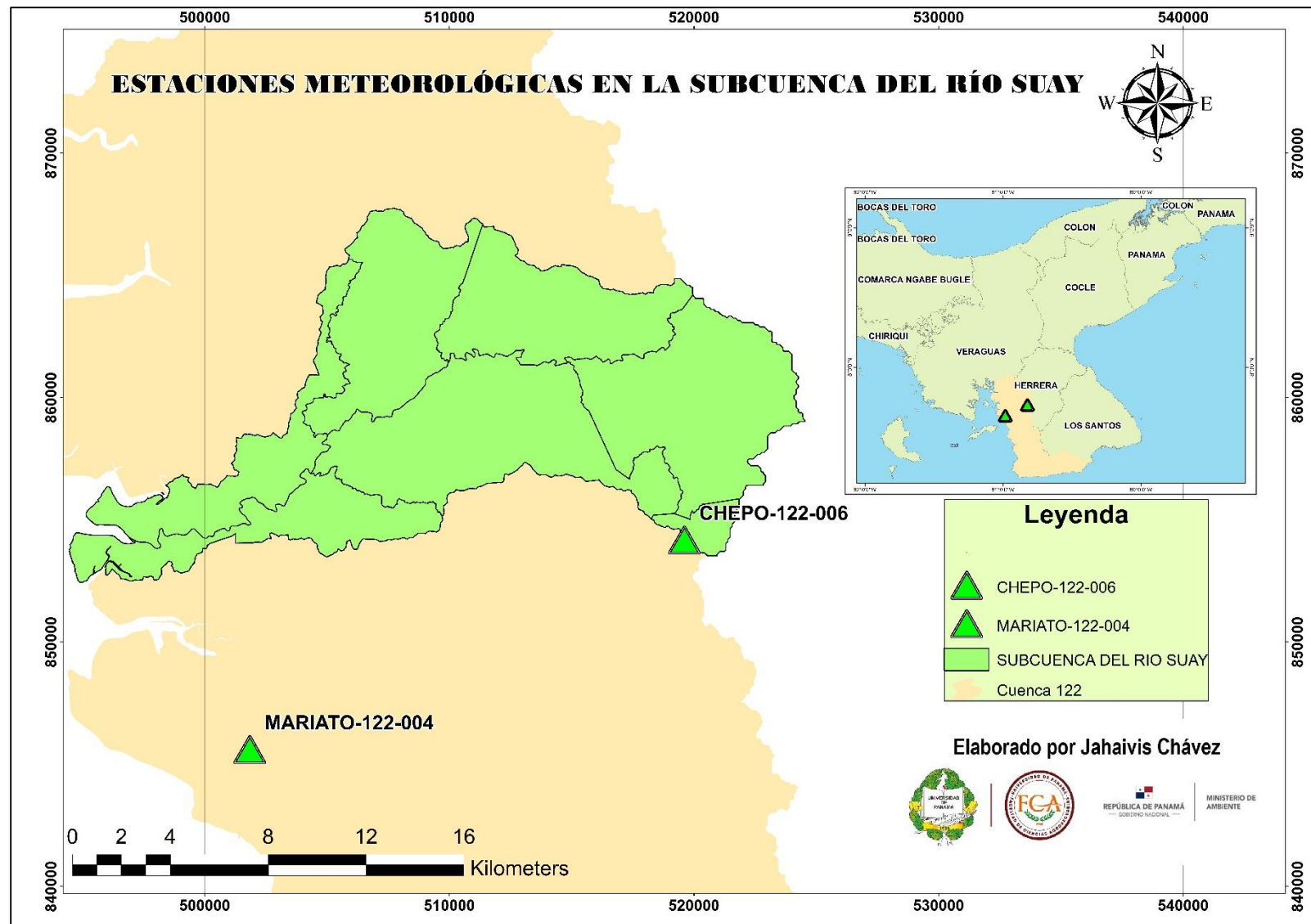


Figura 9. Estaciones meteorológicas cercanas a la Subcuenca del Río Suay.

Fuente: Elaboración Propia, SIG, base de Datos (MIAMBIENTE), 2021.

El área de estudio se encuentra localizada en la región pacífica occidental, con una extensión de 20,274 km², donde el rango de precipitación mínima es de 2,200 l/m²/ año y máxima de 7,000 l/m²/ año, dando un promedio de precipitación de 4,000 l/m²/ año.

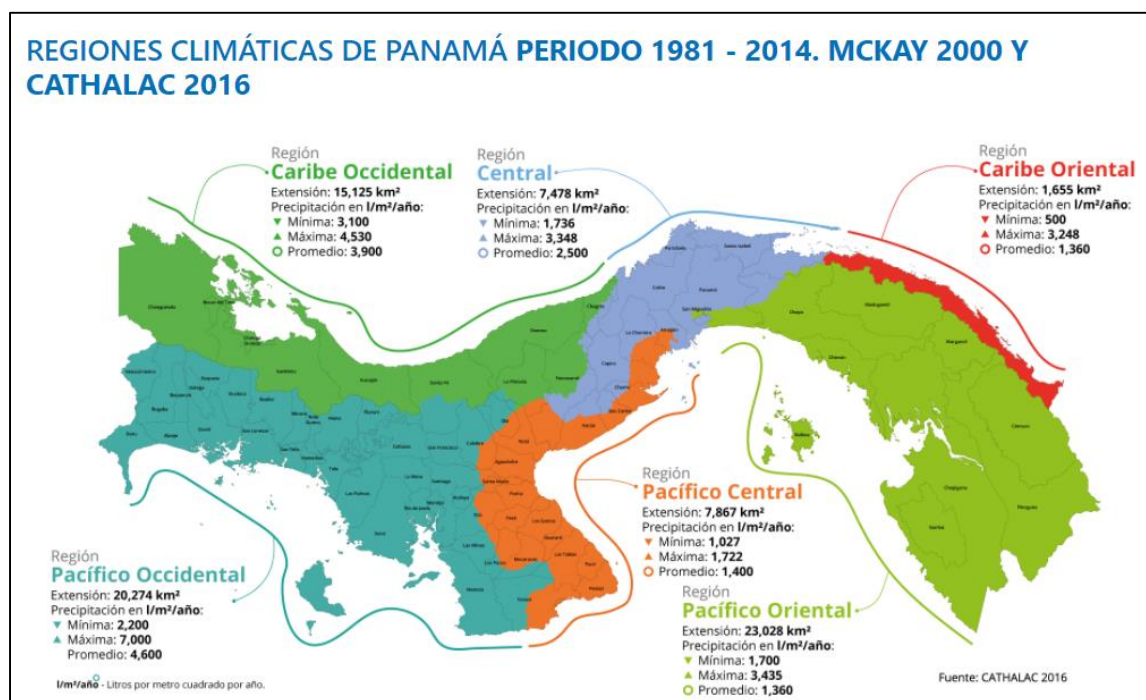


Figura 10. Regiones Climáticas de Panamá.

Fuente: CATHALAC,2016.

Precipitación Acumulada por años (mm/año)

En el análisis de precipitación se utilizó el Open Data de Hidrometeorología de ETESA.S. A, se escogieron 2 estaciones meteorológicas distribuidas en la parte alta de la Subcuenca (Chepo-Esc. Granja 122-006) y en la parte baja de la Cuenca 122 (Mariato 112-004), de cada estación se tomaron veintitrés años de registros desde el año 1998-2020.

Para identificar el comportamiento de las precipitaciones de una manera más efectiva, de cada estación fue necesario calcular las precipitaciones totales mensual, total anual, promedio anual y desviación estándar utilizando el programa de EXCEL.

Luego se procedió a identificar gráficamente la tendencia de la lluvia, donde se realizaron dos gráficas, identificada por años, en cada una de las gráficas se marcó una línea de tendencia identificando el promedio de precipitación anual en cada estación.

Para realizar el análisis de la evaluación años Niño/Niña, se realizó la búsqueda de informes aportados por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), donde indican los años que se registraron los fenómenos climáticos. La información fue complementada por el Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno del Niño (CIIFEN), El cual presenta un servicio web de información destinado a proveer a los tomadores de decisiones, planificadores, agricultores, pescadores, otros actores del desarrollo, medios de comunicación, científicos y la población en general de una síntesis útil y oportuna de diversas fuentes relevantes de información, para analizar los efectos climáticos relacionados con El Niño/La Niña(CIIFEN,2021).

El Niño ² nota 1			La Niña ²		
2002-03	Medio	Junio de 2002 – marzo de 2003			
2004-05	Leve	Agosto de 2004 – febrero de 2005	2005-06	Leve	Diciembre de 2005 – abril de 2006
2006-07	Leve	Octubre de 2006 – febrero de 2007	2007-08	Medio	Septiembre de 2007 – julio de 2008
			2009	Leve	Enero – abril de 2009
2009-10	Medio	Agosto de 2009 – mayo de 2010	2010-11	Fuerte	Agosto de 2010 – mayo de 2011
			2011-12	Leve	Octubre de 2011 – abril de 2012
2014-16 ³	Muy intenso	Mayo de 2014 – junio de 2016	2016	Leve	Julio – noviembre de 2016
2016-17	Leve	Diciembre de 2016 – marzo de 2017	2017-18	Leve	Octubre de 2017 – marzo de 2018
2018-19	Leve	Octubre de 2018 – junio de 2019			
2019-20	Leve	Octubre de 2019 – abril de 2020	2020-21	Fuerte	Octubre de 2020 – mayo de 2021

Leyenda

El Niño: Leve Medio Fuerte Muy intenso (meganiño)

La Niña: Leve Medio Fuerte

Figura 11. Datos registrados por el IPCC.

Fuente: Wikipedia IPCC,2021.

CUADRO VII. RESULTADOS DE DATOS ANUALES DE PRECIPITACIÓN PROMEDIO, DESVIACIÓN ESTÁNDAR Y DESCRIPCIÓN DE LOS AÑOS NIÑO/NIÑA. ESTACIÓN MARIATO 122-004.

Est. Met	Años	Precipitación Promedio Anual (mm/año)	Desviación Estándar	Año Niño/Niña
MARIATO 122-004	1998	418.53	373.31	Año Niña Fuerte
	1999	494.84	370.95	Año Niña Fuerte
	2000	319.26	285.85	Año Niña leve
	2001	300.06	211.21	Año Niño Leve
	2002	297.13	261.92	Año Niño Medio
	2003	367.19	256.04	Año Niño Medio
	2004	249.33	214.64	Año Niño leve
	2005	356.08	258.52	Año Niña Leve
	2006	271.50	190.49	Año Niña Leve
	2007	241.79	189.04	Año Niña Medio
	2008	293.63	271.76	Año Niña Medio
	2009	209.83	145.87	Año Niña Leve
	2010	323.76	272.36	Año Niña Fuerte
	2011	333.71	197.89	Año Niña Fuerte
	2012	245.48	193.67	Año Niña Leve
	2013	237.38	202.77	Año Niña Leve
	2014	231.58	205.48	Año Niño Fuerte
	2015	220.95	198.39	Año Niño Fuerte
	2016	130.57	135.06	Año Niño Fuerte
	2017	194.10	147.47	Año Niña Leve
	2018	222.69	211.91	Año Niña Leve
	2019	196.98	176.38	Año Niña Fuerte
	2020	82.74	99.51	Año Niña Fuerte
Promedio		271.27		

Fuente: Elaboración Propia, Datos ETESA, 2021.

En el siguiente cuadro podemos observar los resultados de los datos de la estación meteorológica de Mariato (1998-2020), las cuales fueron realizadas luego de haber ejecutado el análisis de los datos de precipitación, se observan los años en donde ocurrieron los fenómenos meteorológicos con mayor influencia siendo los años 2015 y 2016 donde ocurrió el fenómeno del Niño.

*el color rojo representa la descripción de Niño y el celeste la descripción de Niña.

CUADRO VIII. RESULTADOS DE DATOS ANUALES DE PRECIPITACIÓN PROMEDIO, DESVIACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE AÑOS NIÑO/NIÑA. ESTACIÓN CHEPO 122-006.

Est. Met.	Años	Precipitación Promedio mm	Desviación Estándar	Año Niño/Niña
CHEPO 122-006	1998	246.34	212.55	Año Niña Fuerte
	1999	330.69	226.40	Año Niña Fuerte
	2000	219.83	201.59	Año Niña Leve
	2001	243.52	257.61	Año Niño Leve
	2002	193.60	161.19	Año Niño Medio
	2003	286.17	212.89	Año Niño Medio
	2004	250.18	202.75	Año Niño Leve
	2005	322.01	236.66	Año Niña Leve
	2006	258.40	182.21	Año Niña Leve
	2007	319.52	281.23	Año Niña Medio
	2008	234.07	189.95	Año Niña Medio
	2009	203.77	190.27	Año Niña Leve
	2010	317.98	209.40	Año Niña Fuerte
	2011	246.68	189.99	Año Niña Fuerte
	2012	231.74	193.48	Año Niña Leve
	2013	174.04	152.90	Año Niña Leve
	2014	187.87	148.31	Año Niño Fuerte
	2015	113.48	115.51	Año Niño Fuerte
	2016			Año Niño Fuerte
	2017			Año Niña Leve
	2018	198.75	155.92	Año Niña Leve
	2019	214.72	200.43	Año Niña Fuerte
	2020	160.20	92.49	Año Niña Fuerte
Promedio		235.88		

Fuente: Elaboración Propia, Datos ETESA, 2021.

En el siguiente cuadro podemos observar los resultados de los datos de la estación meteorológica de Chepo (1998-2020), las cuales fueron realizadas luego de haber ejecutado el análisis de los datos de precipitación, se observan los años en donde ocurrieron los fenómenos meteorológicos con mayor influencia siendo los años 2015 y 2016 donde ocurrió el fenómeno del Niño.

*el color rojo representa la descripción de Niño y el celeste la descripción de Niña.

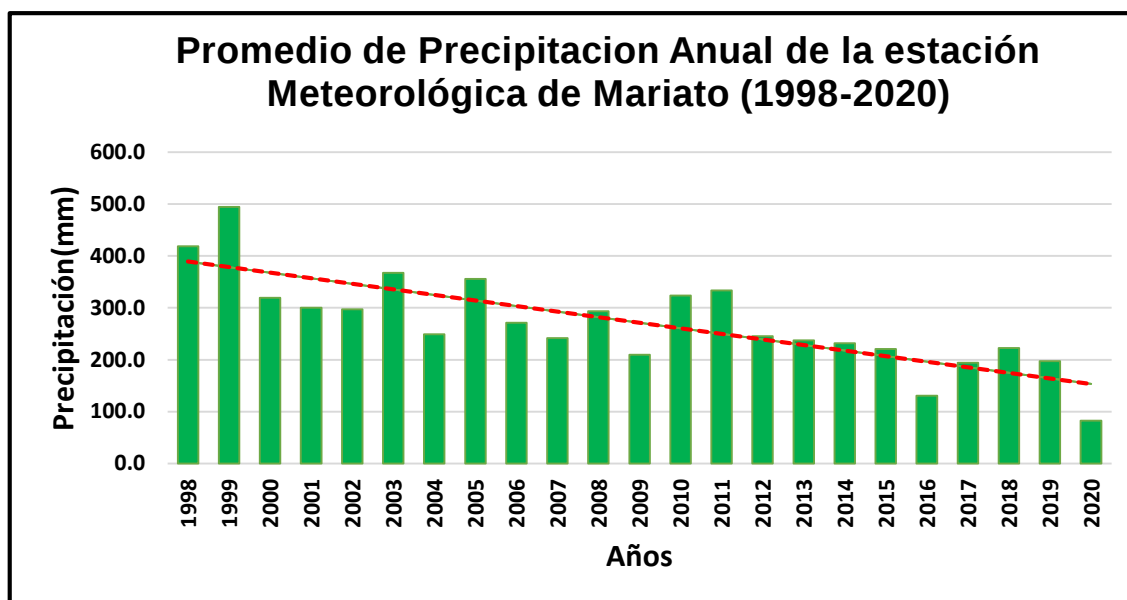


Figura 12. Promedio de precipitación anual Mariato (1998-2020)

Fuente: Elaboración Propia, Datos ETESA, 2021.

En la figura se observa la tendencia de precipitación promedio anual, registrada desde el año 1998-2020.

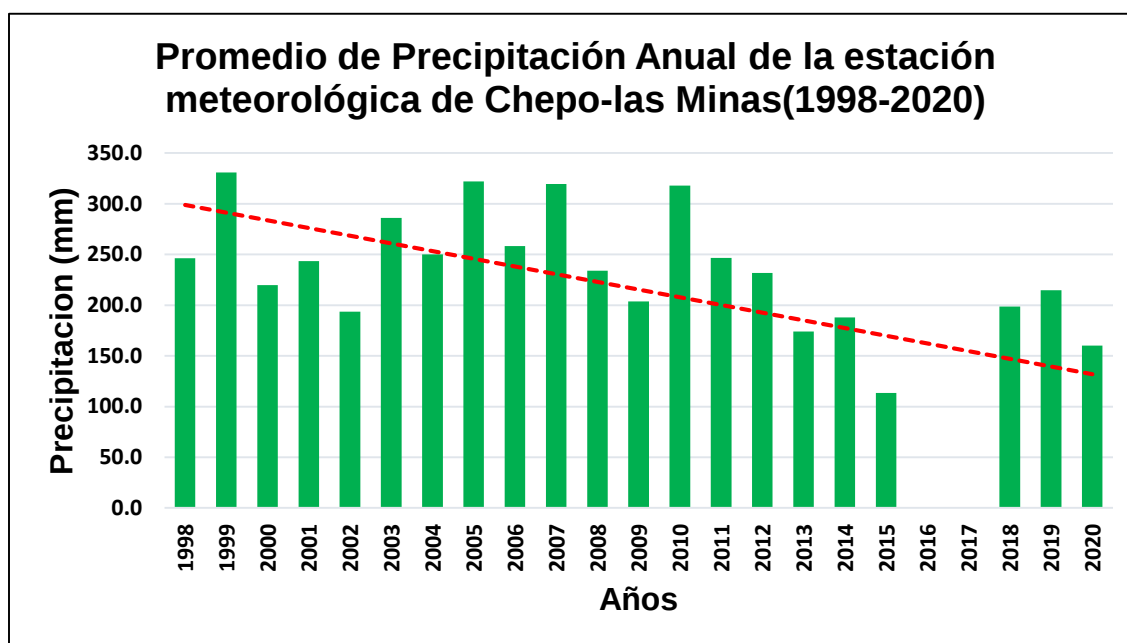


Figura 13. Promedio de precipitación anual Chepo (1998-2020).

Fuente: Elaboración Propia, Datos ETESA, 2021.

En la figura se observa la tendencia de precipitación promedio anual, registrada desde el año 1998-2020.

CUADRO IX. DATOS FINALES DEL INDICADOR DE PRECIPITACIÓN.

Precipitación (mm/año)	Máxima (mm/año)	Mínima (mm/año)	Promedio (mm/año)
Mariato	494.84	82.74	271.27
Chepo	330.69	113.48	235.88
Promedio	412.77	98.11	253.58

Fuente: Elaboración Propia, Datos ETESA,2021.

En el cuadro se muestran los resultados finales que serán utilizados en la obtención de los índices de vulnerabilidad.

Temperatura-Frecuencia de sequía

En el análisis de temperatura se utilizó el Open Data de Hidrometeorología de ETESA, se escogieron 2 estaciones meteorológicas distribuidas en la parte alta (Chepo-Esc.Granja 122-006) de la subcuenca del Río Suay y en la parte baja de la Cuenca 122 (Mariato 112-004), de cada estación se tomaron veintitrés años de registros desde el año 1998-2020.

Para identificar el comportamiento de las temperaturas de una manera más efectiva, de cada estación fue necesario calcular las temperaturas totales mensual, total anual, promedio anual y desviación estándar utilizando el programa de EXCEL.

Luego se procedió a identificar gráficamente la tendencia de la temperatura, donde se realizaron dos gráficas, identificadas por años, en cada una de las gráficas se marcó una línea de tendencia identificando el promedio de temperatura anual.

En las siguientes tablas podemos observar los datos de las dos estaciones meteorológicas, las cuales fueron realizadas luego de haber ejecutado el análisis de los datos de precipitación, se observan los años en donde ocurrieron los fenómenos meteorológicos con mayor influencia siendo los años 2015 y 2016 donde ocurrió el fenómeno del Niño.

CUADRO X. RESULTADOS DE DATOS ANUALES DE TEMPERATURA PROMEDIO, DESVIACIÓN ESTÁNDAR Y DESCRIPCIÓN DE AÑOS NIÑO/NIÑA. ESTACIÓN MARIATO 122-004.

Est. Met	Años	Temperatura Promedio °C	Desviación Estándar	Año Niño/Niña
MARIATO 122-004	1998	28.13	2.19	Año Niña Fuerte
	1999	26.58	1.36	Año Niña Fuerte
	2000	27.26	1.21	Año Niña Leve
	2001	27.67	1.63	Año Niño Leve
	2002	27.62	12.55	Año Niño Medio
	2003	27.67	1.94	Año Niño Medio
	2004	27.64	1.55	Año Niño Leve
	2005	27.31	1.55	Año Niña Leve
	2006	27.76	1.32	Año Niña Leve
	2007	27.13	2.18	Año Niña Medio
	2008	27.00	1.51	Año Niña Medio
	2009	28.05	1.28	Año Niña Leve
	2010	27.41	2.25	Año Niña Fuerte
	2011	27.55	1.42	Año Niña Fuerte
	2012	28.35	1.30	Año Niña Leve
	2013	28.64	1.83	Año Niña Leve
	2014	28.78	1.41	Año Niño Fuerte
	2015	31.86	15.71	Año Niño Fuerte
	2016			Año Niño Fuerte
	2017			Año Niña Leve
	2018	31.13	12.18	Año Niña Leve
	2019	31.21	1.10	Año Niña Fuerte
	2020	30.70	8.86	Año Niña Fuerte
Promedio		28.35		

Fuente: Elaboración Propia, Datos ETESA, 2021.

En el siguiente cuadro podemos observar los resultados de los datos de la estación meteorológica de Mariato (1998-2020), las cuales fueron realizadas luego de haber ejecutado el análisis de los datos de precipitación, se observan los años en donde ocurrieron los fenómenos meteorológicos con mayor influencia siendo los años 2015 y 2016 donde ocurrió el fenómeno del Niño.

*el color rojo representa la descripción de Niño y el celeste la descripción de Niña.

CUADRO XI. RESULTADOS DE DATOS ANUALES DE TEMPERATURA PROMEDIO, DESVIACIÓN ESTÁNDAR Y DESCRIPCIÓN DE AÑOS NIÑO/NIÑA. ESTACIÓN CHEPO 122-006

Est. Met	Años	Temperatura Promedio °C	Desviación Estándar	Años Niño/Niña
CHEPO 122-006	1998	20.82	0.57	Año Niña Fuerte
	1999	19.93	0.44	Año Niña Fuerte
	2000	19.77	0.70	Año Niña Leve
	2001	20.03	0.71	Año Niño Leve
	2002	20.06	9.08	Año Niño Medio
	2003	20.30	0.45	Año Niño Medio
	2004	20.05	0.52	Año Niño Leve
	2005	20.26	0.60	Año Niña Leve
	2006	20.13	10.38	Año Niña Leve
	2007	20.09	5.82	Año Niña Medio
	2008	19.71	0.64	Año Niña Medio
	2009	20.13	0.69	Año Niña Leve
	2010	20.04	0.80	Año Niña Fuerte
	2011	19.81	0.63	Año Niña Fuerte
	2012	19.87	0.70	Año Niña Leve
	2013	19.81	0.48	Año Niña Leve
	2014	19.96	0.69	Año Niño Fuerte
	2015	19.65	9.69	Año Niño Fuerte
	2016	N/D	0.00	Año Niño Fuerte
	2017	N/D	0.00	Año Niña Leve
	2018	16.36	4.85	Año Niña Leve
	2019	17.89	0.90	Año Niña Fuerte
	2020	16.10	4.65	Año Niña Fuerte
Promedio		19.56		

Fuente: Elaboración Propia, Datos ETESA, 2021.

En el siguiente cuadro podemos observar los resultados de los datos de la estación meteorológica de Chepo (1998-2020), las cuales fueron realizadas luego de haber ejecutado el análisis de los datos de precipitación, se observan los años en donde ocurrieron los fenómenos meteorológicos con mayor influencia siendo los años 2015 y 2016 donde ocurrió el fenómeno del Niño.

*el color rojo representa la descripción de Niño y el celeste la descripción de Niña.

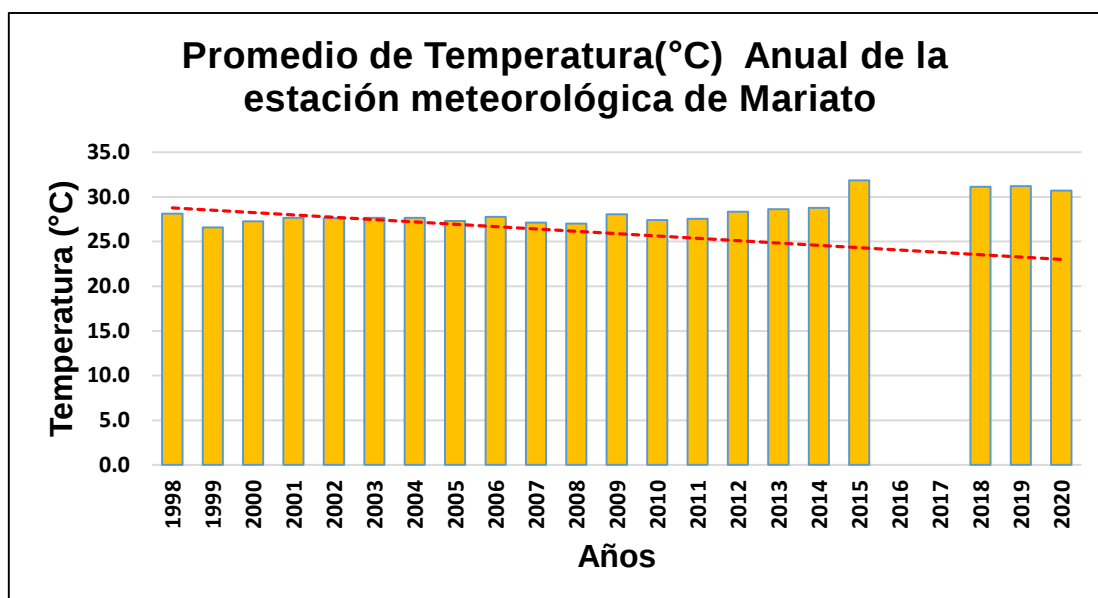


Figura 14.Promedio de temperatura anual Mariato (1998-2020).

Fuente: Elaboración Propia, Datos ETESA,2021.

En la figura se observa la tendencia de temperatura promedio anual, registrada desde el año 1998-2020.

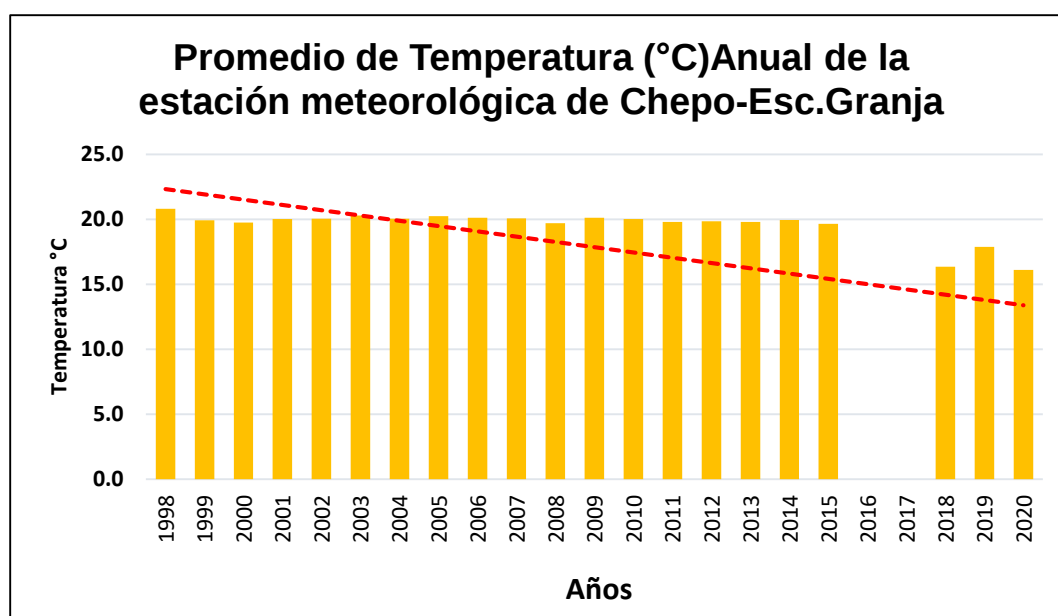


Figura 15.Promedio de temperatura anual Chepo (1998-2020).

Fuente: Elaboración Propia, Datos ETESA,2021.

En la figura se observa la tendencia de precipitación promedio anual, registrada desde el año 1998-2020.

CUADRO XII. DATOS FINALES DEL INDICADOR DE TEMPERATURA.

Temperatura	Máxima °C	Mínima °C	Promedio °C
Mariato	31.86	26.58	28.35
Chepo	20.82	16.1	19.56
Promedio	26.34	21.34	23.96

En el cuadro se presentan los resultados finales de los datos de temperaturas que serán utilizados para la obtención de los índices de vulnerabilidad.

Inundaciones

Estos fenómenos son provocados debido a las fuertes lluvias, la falta de sistemas de alcantarillados, los desbordamientos de algunos ríos y problemas de poca capacidad de drenajes en la Subcuenca del Río Suay (122).

Según la página web de DESIVENTAR, cuya fuente es SINAPROC, en su base de datos no se registra datos históricos de inundaciones y afectados en esta área.

La información registrada fue levantada mediante la aplicación de encuestas en el corregimiento de Ponuga, directamente en la comunidad del Suay, donde los moradores comentaron que desde el 2017 al 2020, en los meses de octubre a diciembre se han registrado inundaciones cercanas al Puente del Río Suay, donde no se han registrado víctimas humanas.

En una entrevista al productor Ismael Castro, mencionó que desde el 2017 el río se sale de su cauce, afectando sus tierras, pastos y cultivos. En los meses de octubre a diciembre las lluvias son más constantes en el área, por lo que debe retirar sus animales para otra área, para que no se vean afectados por las inundaciones cerca del Puente del Río Suay.

Durante varios años las áreas cercanas al Puente del Río Suay se han inundado completamente, como lo muestran las imágenes del 2020, en las noticias de Original Stereo.



Figura 16. Puente del Río Suay.



Figura 17. Noviembre, 2020.

Fuente: Original Stereo,2020.



Figura 18. Áreas afectadas por las inundaciones.

Fuente: Original Stereo,2020.



Figura 19. Área inundada cerca al puente del Río Suay.

Fuente: Google Earth, 2021.

El polígono representa el área afectada desde el 2017 hasta el 2021, fenómeno que sigue ocurriendo con el pasar de los años en la misma área.

CUADRO XIII. REGISTROS DE INUNDACIONES EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SUAY

N°	Corregimientos	N° de eventos en corregimientos	Total de eventos	Afectados y víctimas	Total de afectados y víctimas en la subcuenca	N° total de habitantes en el corregimiento
1	Ponuga	5	5	0	1	274
2	Tebario	0	5	0	0	446
3	El Tijera	0	5	0	0	367
4	Cerro Largo	0	5	0	0	260
5	El Toro	0	5	0	0	693
6	Leones	0	5	0	0	796
7	Chepo	0	5	0	0	369
	Total	5	5	0	1	3,205

Fuente: Elaboración Propia, Datos de encuestas.

En el siguiente cuadro se presentan los números de eventos de inundaciones registrados en la subcuenca del río Suay.

Ecuaciones utilizadas para realizar el análisis del indicador de inundaciones

ECUACIÓN VII. Frecuencia de inundaciones

$$x = \frac{\text{Nº de eventos en el corregimiento}}{\text{Nº Total de eventos en la subcuenca}} * 100 = \%$$

CUADRO XIV. RESULTADO DEL INDICADOR DE FRECUENCIA DE INUNDACIONES.

Nº	Corregimientos	Resultado del indicador (%)
1	Ponuga	100%
2	Tebario	0
3	El Tijera	0
4	Cerro Largo	0
5	El Toro	0
6	Leones	0
7	Chepo	0
	Total	100%

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En el cuadro se presenta el resultado del indicador de frecuencia de inundaciones, donde solo se registró datos en el corregimiento de Ponuga.

ECUACIÓN VIII. Números de víctimas y afectados por inundaciones.

$$x = \frac{(\text{Afectados y victimas por corregimiento})/(\text{Total de eventos en el corregimiento})}{N^{\circ} \text{ Total de habitantes afectados en la subcuenca}} * 100 = \%$$

CUADRO XV. NÚMEROS DE VÍCTIMAS Y AFECTADOS POR INUNDACIONES

N°	Corregimientos	Resultado del indicador (%)
1	Ponuga	100%
2	Tebario	0
3	El Tijera	0
4	Cerro Largo	0
5	El Toro	0
6	Leones	0
7	Chepo	0
	Total	100%

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas

En el cuadro se presenta el resultado del indicador de afectados por inundaciones, en donde solo se registró datos de un productor que es afectado desde que comenzó a manifestarse ese evento.

En esta área no se han dado victimas por inundaciones, solo se ha registrado afectaciones a los dueños de potreros cercanos al puente del rio Suay, el único lugar registrado mediante encuestas a los moradores es cerca al puente del Río Suay, en la parte baja de la subcuenca.

Las imágenes presentadas tienen relación con los huracanes ETA e IOTA en noviembre de 2020, que ocasionaron lluvias en gran parte de Panamá, dando como resultado inundaciones, deslazamientos, victimas y afectados en algunas

provincias. Es importante señalar que, en el sur de la Provincia de Veracruz, donde se localiza la Subcuenca del Río Suay se registró inundaciones.

Incendios de masa vegetal

Los incendios de masa vegetal son provocados la mayoría de veces de manera antropológica, debido a que los propietarios de fincas ganaderas y agrícolas al momento de realizar la roza y quema del terreno para actividades agrícolas no logran controlar la quema de manera adecuada y en ocasiones tiende a pasarse a los terrenos de los colindantes, abarcando grandes cantidades de Hectáreas de árboles y pastos quemados provocando la pérdida de la misma.

Los datos registrados según el satélite MODIS, mediante unos shape file de su base de dato del 2015 hasta el 2020, facilitada por CATHALAC, donde se presentan los puntos de calor registrados los últimos años, considerándose representaciones altas de temperaturas, que en su mayoría de los casos son considerados incendios; los puntos fueron analizados con el programa de QGis 2.16, donde el procedimiento fue utilizar imágenes satelitales procedentes de la página web del centro de acceso de Copernicus, el cual proporciona acceso completo, gratuito y abierto a los productos de usuario Sentinel-1, Sentinel-2, Sentinel-3 y Sentinel-5P. Con las imágenes satelitales se logró conocer los puntos y las cantidades de hectáreas afectadas mediante polígonos registrados en los corregimientos de la subcuenca desde el año 2015-2020.

CUADRO XVI. INCENDIOS DE MASA VEGETAL REGISTRADOS EN LOS AÑOS 2015 AL 2020 POR CORREGIMIENTO.

Puntos de Calor (Incendios) 2015-2020							
Ponuga							
Nº	Fecha	Satélite	Instrumento	Latitud	longitud	Nº de evento	Has Quemadas
1	04-09-2015	Aqua	MODIS	7.8155	-80.9569	20	3.933
2	04-21-2015	Terra	MODIS	7.8037	-80.9553	25	2.42
3	05-07-2015	Terra	MODIS	7.7452	-81.0029	18	5.88
4	03-20-2017	Aqua	MODIS	7.8239	-80.9509	40	24.96
5	03-14-2019	Aqua	MODIS	7.7866	-80.9551	51	1.647
6	04-20-2020	Aqua	MODIS	7.7356	-80.9984	79	3.805
						Total de Has Quemadas	42.645
Tebario							
Nº	Fecha	Satélite	Instrumento	Latitud	Longitud	Nº de evento	Has Quemadas
1	04-05-2015	Terra	MODIS	7.7396	-80.9509	6	1.136
2	04-05-2015	Terra	MODIS	7.7283	-80.9551	7	0.761
3	04-05-2015	Terra	MODIS	7.7297	-80.9641	8	0.917
4	04-05-2015	Terra	MODIS	7.7373	-80.9538	10	0.309
5	04-05-2015	Terra	MODIS	7.7386	-80.9628	11	1.43
6	04-05-2015	Terra	MODIS	7.7463	-80.9625	14	0.765
7	04-05-2015	Aqua	MODIS	7.736	-80.9632	15	1.34
8	04-04-2016	Aqua	MODIS	7.7336	-80.9138	30	1.064
9	03-27-2019	Terra	MODIS	7.735	-80.9123	53	1.173
						Total de Has Quemadas	8.895
El Tijera							
Nº	Fecha	Satélite	Instrumento	Latitud	Longitud	Nº de evento	Has Quemadas
1	04-21-2015	Aqua	MODIS	7.7892	-80.9174	21	5.692
2	04-21-2015	Aqua	MODIS	7.8288	-80.9038	22	3.125
3	04-23-2015	Aqua	MODIS	7.7758	-80.9359	24	5.471
4	04-16-2016	Aqua	MODIS	7.8199	-80.907	36	3.268
5	04-16-2016	Aqua	MODIS	7.8186	-80.916	37	2.061
6	03-20-2017	Aqua	MODIS	7.8138	-80.9499	41	6.85
7	04-07-2017	Aqua	MODIS	7.7831	-80.942	43	2.603
8	04-10-2017	Terra	MODIS	7.8077	-80.9392	44	9.658
9	03-29-2019	Aqua	MODIS	7.811	-80.9176	55	4.22
10	03-29-2019	Aqua	MODIS	7.8091	-80.9319	56	5.738

11	03-29-2019	Aqua	MODIS	7.8114	-80.9245	57	4.856
12	04-06-2020	Aqua	MODIS	7.8357	-80.906	71	3.386
						Total de Has Quemadas	56.928
Cerro Largo							
N°	Fecha	Satélite	Instrumento	Latitud	Longitud	N° de evento	Has Quemadas
1	03-24-2015	Aqua	MODIS	7.8291	-80.8675	2	5.559
2	04-07-2015	Aqua	MODIS	7.7985	-80.8673	16	12.996
3	04-07-2015	Aqua	MODIS	7.7971	-80.8769	17	5.039
4	04-07-2016	Aqua	MODIS	7.8143	-80.8636	32	4.215
5	04-10-2017	Aqua	MODIS	7.812	-80.8941	45	7.007
6	03-21-2018	Aqua	MODIS	7.8066	-80.8994	48	4.524
7	04-09-2019	Aqua	MODIS	7.7975	-80.8332	60	4.69
8	04-27-2019	Terra	MODIS	7.8354	-80.8848	61	1.561
9	03-26-2020	Aqua	MODIS	7.8039	-80.8307	63	5.84
10	04-06-2020	Aqua	MODIS	7.8041	-80.8808	70	3.663
11	04-06-2020	Aqua	MODIS	7.8044	-80.8878	72	1.687
12	04-18-2020	Terra	MODIS	7.8077	-80.8494	76	2.508
13	04/18/2020	Aqua	MODIS	7.7991	-80.8912	77	1.824
						Total de Has Quemadas	61.113
El Toro							
N°	Fecha	Satélite	Instrumento	Latitud	Longitud	N° de evento	Has Quemadas
1	03-23-2015	Aqua	MODIS	7.776	-80.8601	1	2.455
2	03-24-2015	Aqua	MODIS	7.7733	-80.8593	3	3.051
3	03-25-2015	Terra	MODIS	7.7518	-80.8643	12	1.785
4	04-05-2015	Aqua	MODIS	7.7807	-80.9116	13	2.054
5	04-05-2015	Aqua	MODIS	7.7702	-80.9199	23	1.062
6	04-23-2015	Terra	MODIS	7.7803	-80.8893	5	15.73
7	03-22-2016	Aqua	MODIS	7.7687	-80.8601	26	2.327
8	03-22-2016	Aqua	MODIS	7.7674	-80.8697	27	2.986
9	03-31-2016	Terra	MODIS	7.7719	-80.8992	28	2.381
10	03-31-2016	Terra	MODIS	7.7732	-80.9085	29	15.899
11	04-05-2016	Terra	MODIS	7.7886	-80.8818	31	2.323
12	04-07-2016	Aqua	MODIS	7.7852	-80.869	33	2.883
13	04-18-2016	Aqua	MODIS	7.7832	-80.8946	38	4.921
14	03-16-2017	Terra	MODIS	7.7657	-80.8848	39	5.715
15	04-21-2017	Aqua	MODIS	7.7797	-80.9156	47	24.994
16	04-02-2019	Aqua	MODIS	7.7734	-80.9426	58	1.35
17	03-26-2020	Aqua	MODIS	7.7681	-80.8895	64	8.529

18	03-26-2020	Aqua	MODIS	7.7668	-80.8985	65	6.198
19	03-27-2020	Terra	MODIS	7.7863	-80.8746	66	3.935
20	04-04-2020	Aqua	MODIS	7.7503	-80.9346	69	4.795
21	04-11-2020	Aqua	MODIS	7.7508	-80.8312	74	3.558
22	04-11-2020	Aqua	MODIS	7.7597	-80.8325	75	2.973
23	04/18/2020	Aqua	MODIS	7.7978	-80.9008	78	7.283
						Total de Has Quemadas	129.187
Leones							
N°	Fecha	Satélite	Instrumento	Latitud	Longitud	N° de evento	Has Quemadas
1	03-24-2015	Aqua	MODIS	7.7756	-80.8447	4	5.692
2	04-18-2015	Aqua	MODIS	7.7537	-80.8113	19	13.441
3	04-13-2016	Aqua	MODIS	7.7391	-80.8183	34	22.875
4	04-03-2017	Aqua	MODIS	7.7455	-80.8077	42	7.294
5	04-10-2017	Aqua	MODIS	7.7856	-80.8117	46	14.968
6	04-19-2018	Aqua	MODIS	7.7861	-80.8461	49	0.081
7	04-19-2018	Aqua	MODIS	7.7891	-80.8521	50	13.107
8	03-22-2019	Terra	MODIS	7.7719	-80.8509	52	0.532
9	03-27-2019	Terra	MODIS	7.784	-80.8138	54	1.3
10	04-06-2019	Aqua	MODIS	7.7744	-80.8192	59	1.83
11	03-23-2020	Aqua	MODIS	7.7654	-80.8423	62	0.979
12	04-02-2020	Aqua	MODIS	7.7699	-80.8358	67	2.88
13	04-04-2020	Aqua	MODIS	7.7764	-80.8212	68	6.915
14	04-11-2020	Aqua	MODIS	7.752	-80.8222	73	3.019
						Total de Has Quemadas	94.913
Chepo							
N°	Fecha	Satélite	Instrumento	Latitud	Longitud	N° de evento	Has Quemadas
1	04-13-2016	Aqua	MODIS	7.7304	-80.8228	35	0.467
						Total de Has Quemadas	0.467

Fuente: Base de datos Copernicus,2021

En el siguiente cuadro se muestra la fecha de cuando ocurrió el incendio forestal, así como el satélite e instrumento utilizado para detectar dicho incendio con sus respectivas coordenadas geográficas.

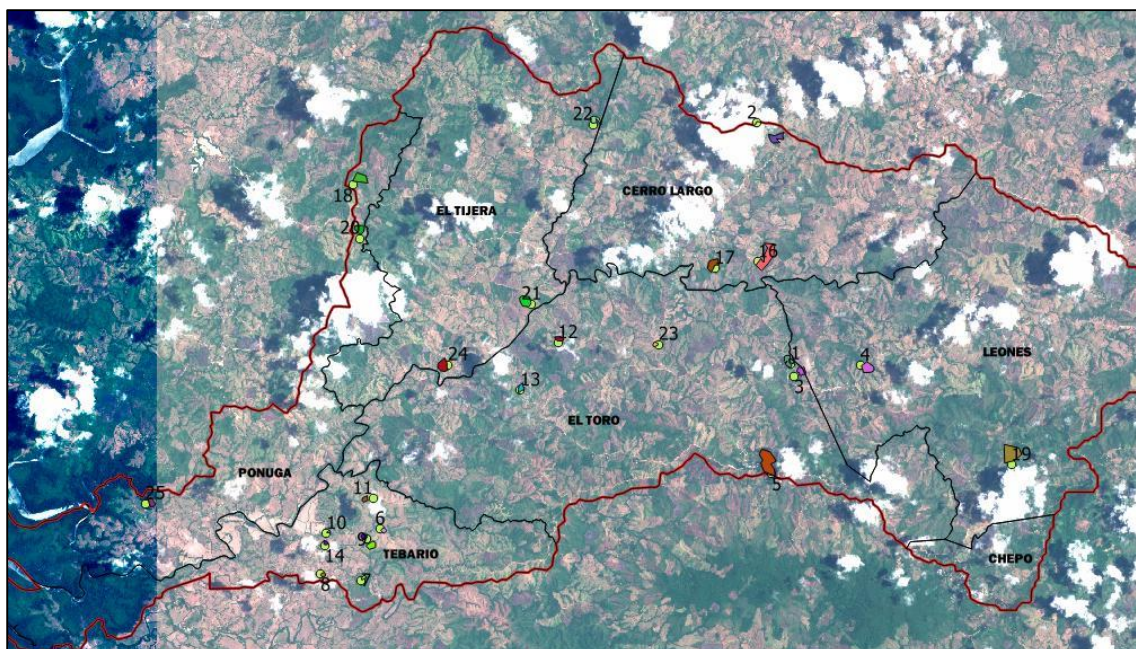


Figura 20. Puntos de calor por corregimiento año 2015.

Fuente: Programa QGis, Elaboración propia.

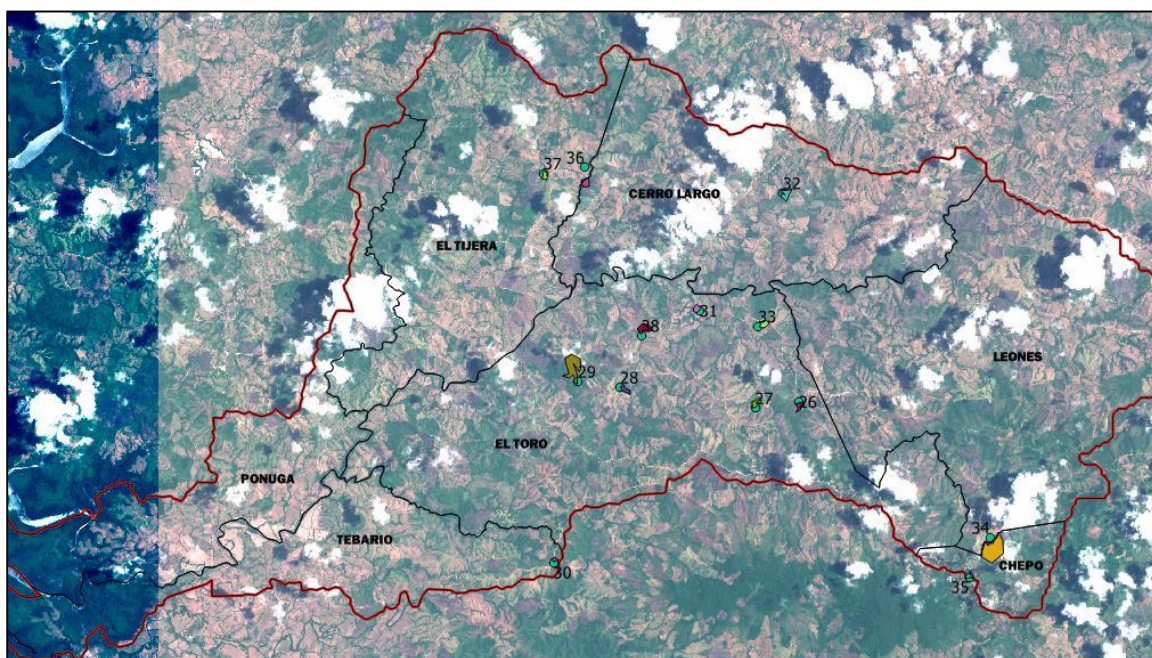


Figura 21. Puntos de calor por corregimiento año 2016.

Fuente: Programa QGis, Elaboración propia.

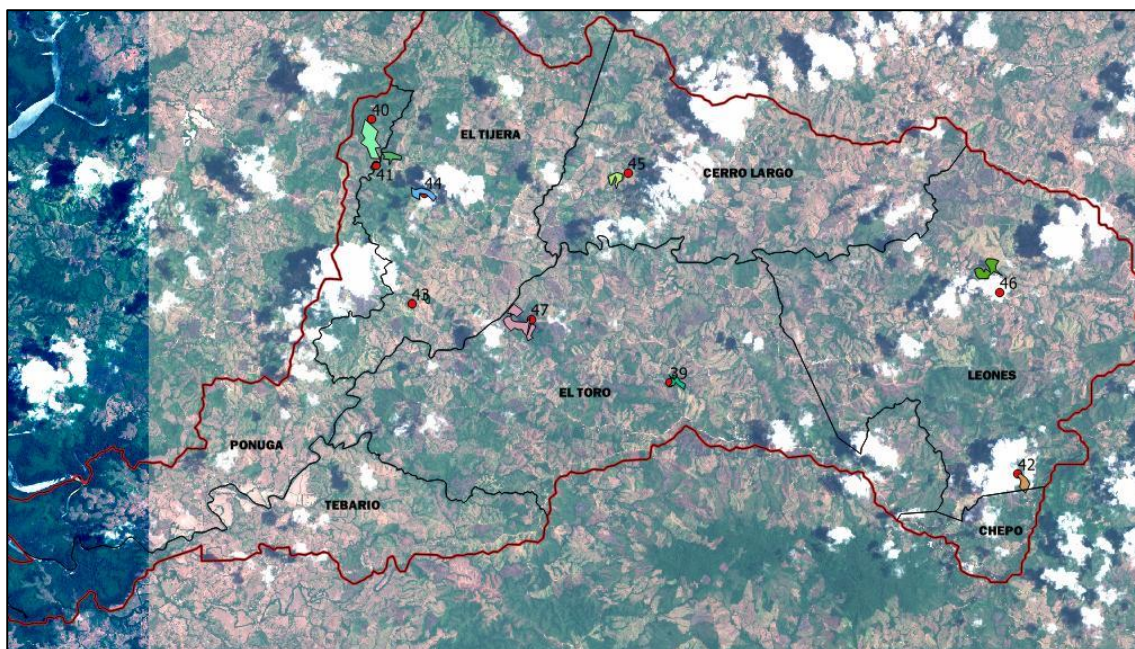


Figura 22. Puntos de calor por corregimiento año 2017.

Fuente: Programa QGis, Elaboración propia.

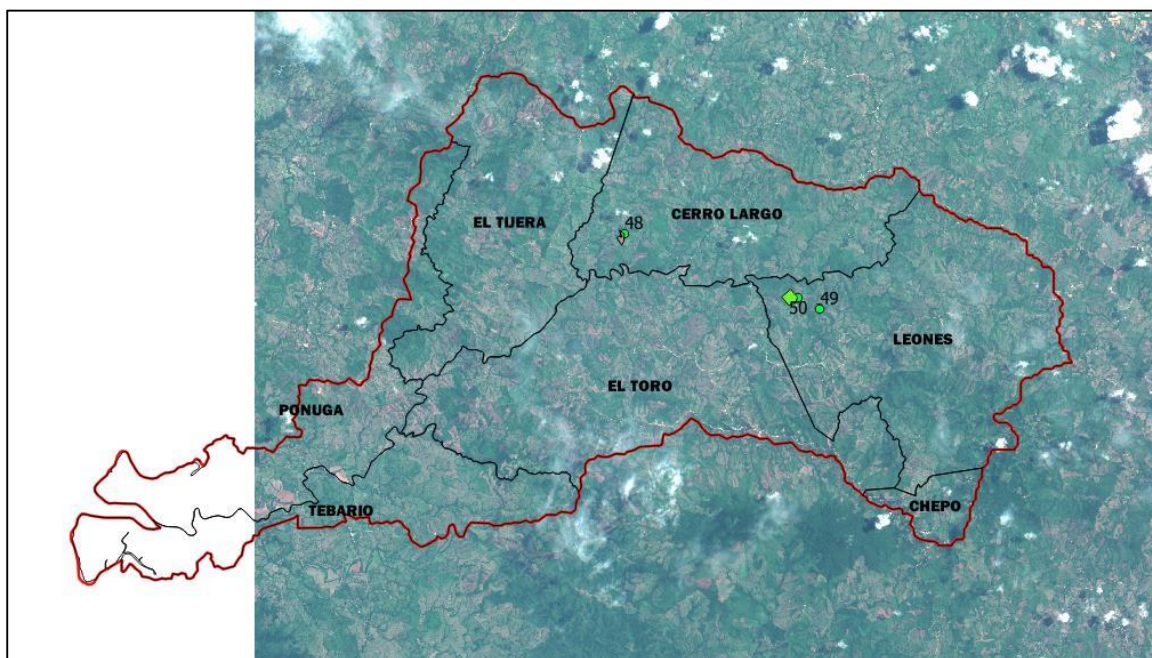


Figura 23. Puntos de calor por corregimiento año 2018.

Fuente: Programa QGis, Elaboración propia.



Figura 24. Puntos de calor por corregimiento año 2019.

Fuente: Programa QGis, Elaboración propia.

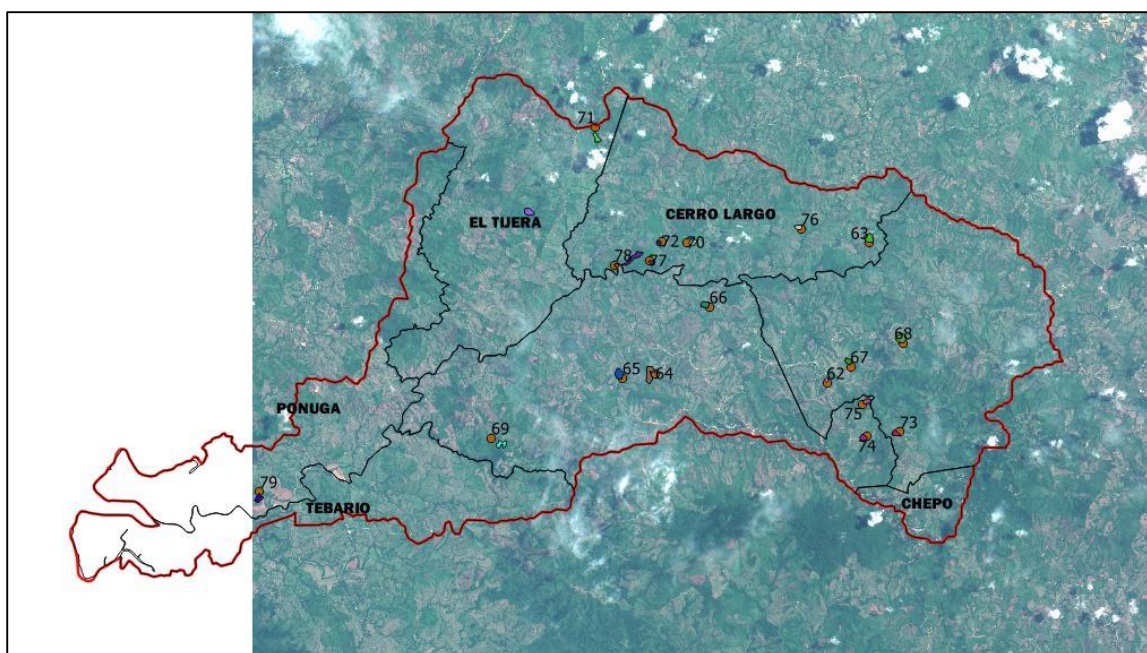


Figura 25. Puntos de calor por corregimiento año 2020.

Fuente: Programa QGis, Elaboración propia.

CUADRO XVII. TOTAL DE INCENDIOS FORESTALES POR CORREGIMIENTO

N°	Corregimientos	N° de Incendios
1	Ponuga	6
2	Tebario	9
3	El Tijera	12
4	Cerro Largo	13
5	El Toro	23
6	Leones	14
7	Chepo	1
	Total de eventos	78

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En el cuadro se muestra el total de incendios ocurridos por corregimiento.

Ecuaciones utilizadas para realizar el análisis del indicador de incendios de masa vegetal.

ECUACIÓN IX. Frecuencias de Incendios de masa vegetal.

$$x = \frac{\text{N° de eventos}}{\text{N° Total de eventos en la subcuenca}} * 100 = \%$$

CUADRO XVIII. RESULTADO DEL INDICADOR DE FRECUENCIA DE INCENDIOS DE MASA VEGETAL

N°	Corregimientos	Resultado del indicador %
1	Ponuga	7.70
2	Tebario	11.54
3	El Tijera	15.38
4	Cerro Largo	16.67
5	El Toro	29.49
6	Leones	17.94
7	Chepo	1.28
	Total	100%

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

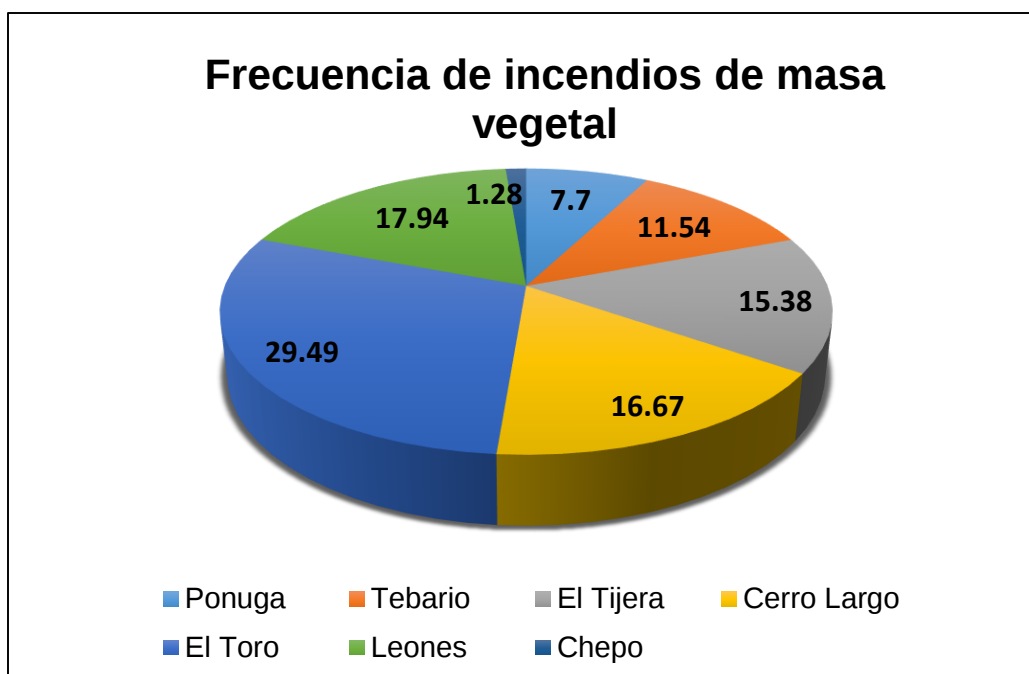


Figura 26. Frecuencia de incendios de masa vegetal

En la figura se muestran los corregimientos con sus porcentajes, donde muestra a los corregimientos de El Toro (29.49 %), Leones (17.94%) y Cerro Largo (16.67%), los cuales presentan mayor porcentaje de incendios forestales con respecto a los otros corregimientos.

CUADRO XIX. HECTÁREAS AFECTADAS DENTRO DE LA SUBCUENCA

N°	Corregimientos	Has Afectadas	Total Hectáreas de del corregimiento en la Subcuenca
1	Ponuga	42.64	2605.53
2	Tebario	8.90	2450.41
3	El Tijera	56.93	3562.56
4	Cerro Largo	61.11	3479.88
5	El Toro	129.19	5428.27
6	Leones	94.91	4892.96
7	Chepo	0.47	440.70
	Total	394.15	22,860.31

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En el cuadro se muestra las hectáreas afectadas por incendios de masa vegetal por cada corregimiento.

ECUACIÓN X. Superficie Afectada por Incendios de masa vegetal

$$x = \frac{\text{Has afectadas por corregimiento}}{\text{Nº Total de Has afectadas en la subcuenca}} * 100 = \%$$

CUADRO XX. RESULTADO DEL INDICADOR DE SUPERFICIE AFECTADA

Nº	Corregimientos	Resultado del indicador %
1	Ponuga	10.82
2	Tebario	2.26
3	El Tijera	14.44
4	Cerro Largo	15.50
5	El Toro	32.78
6	Leones	24.08
7	Chepo	0.12
	Total	100%

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

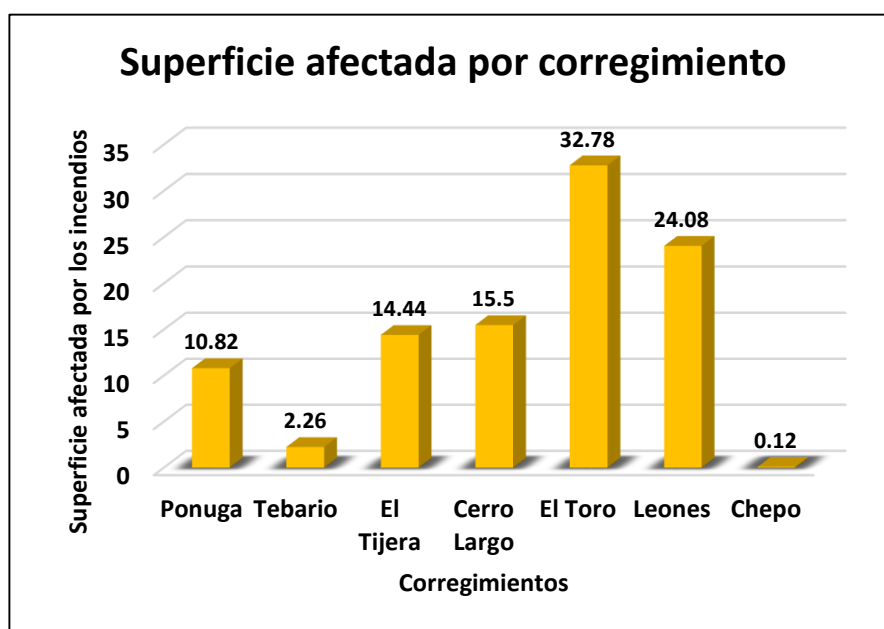


Figura 27. Superficie afectada por corregimiento

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En la figura se muestran los corregimientos con sus porcentajes, donde muestra a los corregimientos de El Toro (32.78%), Leones (24.08%) y Cerro Largo (15.50%), los cuales presentan mayor porcentaje de superficie afectada con respecto a los otros corregimientos.

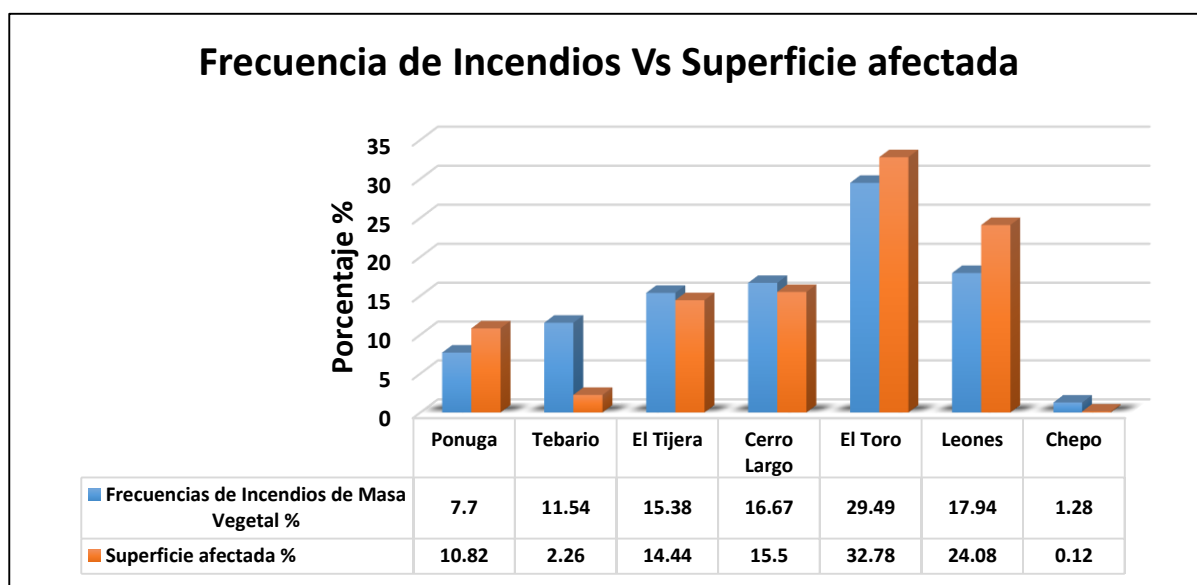


Figura 28. Frecuencia de incendios vs superficie afectada

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En la figura se presenta una comparación de la frecuencia de incendio vs la superficie que se registró afectada.

4.1.2 Indicadores del componente de Sensibilidad

Según los informes realizados por el panel intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC), la sensibilidad se refiere al grado en que un sistema responde a variaciones del entorno; donde se considera la fragilidad de un sistema antes dichos cambios por efecto del cambio climático (IPCC, 2007).

Para realizar el análisis de vulnerabilidad, según el componente de sensibilidad se tomaron en cuenta los siguientes indicadores (9): Población analfabeta, áreas protegidas, deforestación, viviendas sin agua potable, juntas administradoras de acueductos rurales (JAARs), fuentes de agua subterránea, permisos para agroquímicos, superficie utilizada para ganadería y superficie utilizada para agricultura.

Los datos utilizados para la búsqueda de estos indicadores fueron basados en documentos publicados en el CENSO 2010, investigaciones, documentaciones y datos de SIG, facilitados por el Ministerio de Ambiente.

Población Analfabeta

Para el análisis se tomó en cuenta la base de datos de población y vivienda que se encuentra en los documentos de la Contraloría General De La República de Panamá, apoyada por el Instituto Nacional de Estadística y Censo realizado en el año 2010.

CUADRO XXI. DATOS DEL TOTAL DE LA POBLACIÓN EN LOS CORREGIMIENTOS Y LA POBLACIÓN ANALFABETA POR CORREGIMIENTO.

N°	Corregimiento	Población	Analfabeta
1	Ponuga	274	40
2	Tebario	446	61
3	El Tijera	367	181
4	Cerro Largo	260	51
5	El Toro	693	107
6	Leones	796	175
7	Chepo	369	51
	Total	3,205	666

Fuente: INEC,2010

En el cuadro se muestra la cantidad de corregimientos en la subcuenca, con la cantidad de población de cada una, y la población analfabeta presente en cada comunidad.

ECUACIÓN XI. Población Analfabeta

$$x = \frac{\text{N° de habitantes analfabetas por corregimientos}}{\text{N° Total de analfabetas en la subcuenca}} * 100 = \%$$

CUADRO XXII. RESULTADOS DEL INDICADOR DE POBLACIÓN ANALFABETA.

N°	Corregimiento	Resultado %
1	Ponuga	6.0
2	Tebario	9.16
3	El Tijera	27.18
4	Cerro Largo	7.66
5	El Toro	16.07
6	Leones	26.27
7	Chepo	7.66
	Total	100%

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas, INEC 2010.

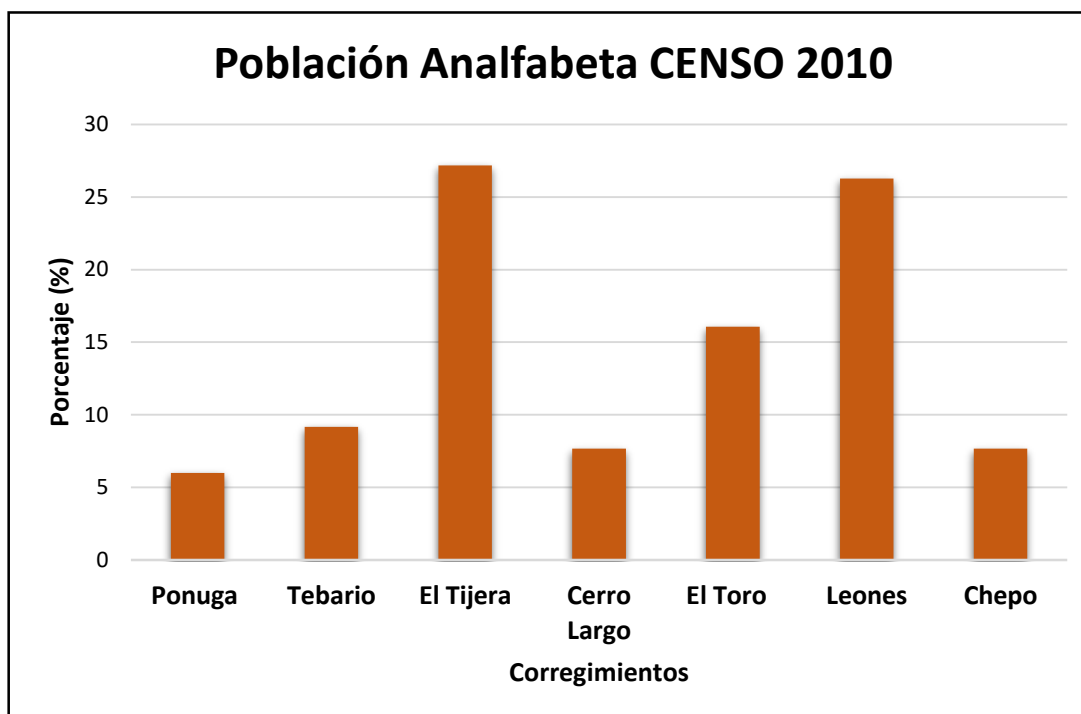


Figura 29. Población analfabeta por corregimiento según el Censo 2010.

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas, INEC 2010.

En la figura se observa los corregimientos con sus porcentajes de población analfabeta, donde muestra a los corregimientos de El Tijera (27.18%), Leones (26.27%) y El Toro (16.07%), los cuales presentan mayor porcentaje de población analfabeta con respecto al 100% del total de la población de cada corregimiento.

Áreas protegidas

En el indicador de áreas protegidas se utilizaron shape file de áreas protegidas dentro de la subcuenca, facilitados por la base de datos del Ministerio de Ambiente. La subcuenca del Río Suay cuenta con la existencia de dos áreas protegidas ya declaradas, el golfo de Montijo en el sur de la provincia de Veraguas, ubicada en la parte baja de la subcuenca y la reserva forestal el Montuoso en la provincia de Herrera, ubicada en la parte alta de la subcuenca.



Figura 30. Áreas Protegidas en la subcuenca del Río Suay.

Fuente. Base de Datos Mi Ambiente, 2021. Elaboración propia.

CUADRO XXIII. ÁREAS PROTEGIDAS LOCALIZADAS DENTRO DE LA SUBCUENCA DEL RÍO SUAY

Año de declaratoria	Área protegidas	Categoría de manejo	Superficie total de las áreas protegidas (km ²)	Localización (Corregimientos)	Superficie (km ²)	Superficie total del área protegida en la subcuenca (km ²)
1990	Golfo de Montijo	Sitio RAMSAR	864.74	Ponuga	0.36	7.20
				Tebario	6.84	
1977	El Montuoso	Reserva Forestal	124.19	Leones	1.90	4.17
				Chepo	2.27	
				El Tijera	0	0
				Cerro Largo	0	0
				El Toro	0	0
Total			988.93		11.37	11.37

Fuente: Programa de Monitoreo de Efectividad de Manejo de Áreas Protegidas, Dirección de Áreas Protegidas y Vida Silvestre, Ministerio de Ambiente.

En el cuadro se muestra la superficie por corregimientos en km², que se encuentran dentro de la subcuenca.

Golfo de Montijo

El Humedal Golfo de Montijo fue denominado como sitio Ramsar desde el 26 de noviembre de 1990, en reconocimiento de la extensión y productividad de sus manglares, marismas, superficies cubiertas de aguas dulce-acuícolas, estuarinas y marinas. Así mismo, fue incluido en el sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) mediante la resolución de la Junta Directiva de INRENARE No. 15-1994, bajo la categoría de Humedal de Importancia Internacional, abarcando una extensión aproximada de 87 mil hectáreas. En esta área protegida el espejo de agua representa el 64% con cerca de 53.600 ha, sin contar la intrincada red de

drenajes constituida por más de 1.000 quebradas y 45 ríos. A lo largo unas 19.000 ha crecen bosques de manglares muy bien desarrollados, considerados como uno de los más importantes en la República de Panamá no solo por su desarrollo, sino también por su extensión y gran productividad. Con su establecimiento, el humedal funciona como parte de un corredor bio-ecológico, que conecta ecosistemas y especies entre el Parque Nacional Coiba y Parque Nacional Santa Fe y por lo tanto juega un rol de vital importancia a nivel nacional, regional e internacional. (Caballero V,1998)

Según el censo del 2010, en sus alrededores vive una población cercana a los 10.000 habitantes (INEC,2010), de los cuales se ha estimado que al menos el 60% mantienen una economía y estilo de vida interdependientes de los recursos del humedal. Los usuarios desarrollan principalmente actividades de pesca artesanal, producción agropecuaria, cacería, y contribuyen con la protección de los manglares. En este contexto, el manejo integral y administración son indispensables para la estabilidad de los ecosistemas y sus servicios ecosistémicos.

Localización

El humedal del Golfo de Montijo, localizado al sur de la provincia de Veraguas, es un estuario con drenaje tipo dendrítico, de alta escorrentía superficial causada por la topografía, pendiente y pedregosidad de las cuencas circundantes, las cuales comprenden la cuenca No. 116 desde el río Tabasará hasta el río San Pablo; la cuenca No. 118 del Río San Pablo; la cuenca No. 120 del Río San Pedro; y la cuenca No. 122 entre los ríos El San Pedro y El Tonosí. Toda la zona tiene un

clima tropical húmedo, caracterizado por una época seca (en los tres primeros meses del año) y una época lluviosa (los siguientes meses del año) (Jiménez, 1994).



Figura 31. Localización del Humedal Golfo de Montijo

Fuente. Base de Datos Mi Ambiente, 2021.Elaboración propia.

Medio Natural

El Golfo de Montijo es un humedal cuya máxima profundidad es de 15m, pero con predominancia de ambientes más someros (5 y 7 m) hacia el centro y profundidades aún más bajas en las cercanías de las orillas. Similar a otras áreas del Pacífico panameño, se ve afectado por una amplitud promedio de marea entre 2 y 3 m.

El golfo por estar en una zona ecuatorial, la temperatura es relativamente alta, pero sujeta a una variabilidad climática. El promedio de temperatura del agua es de 25,4 a 26,2°C durante los primeros meses del año y uniforme a través de la columna del agua. Se empieza a calentar hacia el mes de mayo (29,0-29,8°C) a partir de los 2 metros de profundidad, cuando se empieza a estratificar. El valor máximo por lo general se experimenta en el mes de septiembre con valores cercanos a los 30°C (Caballero 1998, Vega et al. 2004, (Amore 2008 y Pinzón 2011). Las aguas del Golfo se ven afectadas con la entrada de masas de aguas frías que llegan desde el Océano Pacífico, generando eventos que pueden durar de dos a cuatro días.

Biodiversidad

se caracteriza por ser un área de alta biodiversidad, toda vez que incluyen varios ecosistemas terrestres, costeros y marinos. Los ecosistemas terrestres están dominados por bosques inundables (actualmente remanentes). El bosque inundable crece en las cuencas de los ríos San Pablo y San Pedro, y se caracteriza por tener un dosel de altura variable dependiendo de intensidad de las inundaciones, aportes fluviales de sedimentos y nutrientes, las mareas y salinidad de aguas y suelos circundantes. Están dominados por cativo (*Prioria copaifera*), mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*), alcornoque (*Mora oleifera*) y sangrillo (*Pterocarpus officinalis*). Otras especies indicadoras de este tipo de bosque son: zapote longo (*Pachira aquatica*), castaño (*Montrichardia arborescens*), pará (*Urochloa mutica*), corocita (*Elaeis oleifera*) y bateo (*Carapa guianensis*) (Jiménez, 1994). En promedio tienen alturas de 30 m y Diámetro a la Altura del Pecho o DAP

de 45 cm. Los estratos inferiores están dominados por plántulas y juveniles de las especies de los estratos superiores, la caña brava (*Bactris major*), el helecho del manglar (*Acrostichum aureum*), y el lirio (*Crinum erubescens*).

Los ecosistemas costeros resaltan por la presencia de manglares, los cuales están entre los más extensos y mejor desarrollados del país (Jiménez, 1994; Anguizola et al., 1990). Son rodales de mangle rojo y mangle caballero (*Rhizophora mangle* y *R. racemosa*), mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle negro (*Avicennia germinans*) en menor proporción. En promedio alcanzan 25m de altura, sobrepasando otra vegetación cercana hasta en 10m. El alcornoque (*Mora oleifera*) tiene una amplia distribución y es bastante abundante solo hasta cerca de la boca de los ríos, pero no está en contacto directo con aguas salinas (Vega, A., et al,2004)

Reserva Forestal el Montuoso

La Reserva Forestal El Montuoso (RFM) fue creada mediante la Ley N° 12 del 15 de marzo de 1977, con una extensión de 12,043 ha, es considerada como el último refugio de la diversidad en la provincia de Herrera, lo mismo que patrimonio natural de los panameños. Esta reserva fue creada con el objetivo de conservar y mantener, tanto la calidad del agua, como los caudales de los ríos circundantes. Además del cuidado de estas fuentes de agua, se pretende la protección de los bosques pluviales y el rescate de algunos humedales de la cuenca alta del río la Villa. En 1977, más del 80% de su superficie estaba cubierta por bosques (CODESA,2004).

Localización

La Reserva Forestal El Montuoso (RFM), está ubicada en la Provincia de Herrera, Distrito de Las Minas, en los Corregimientos de Chepo y Leones y colinda al Oeste con el distrito de Montijo, provincia de Veraguas. Geográficamente, se ubica entre los 7°, 45'17" a 7°,40' 11" latitud Norte y los 80°, 45', 05" a 80°, 54',00", longitud Oeste. Su objetivo principal es el de conservar los recursos naturales que posee; principalmente, el agua, los bosques primarios, la fauna, el suelo y la flora en general. Presenta una estructura de parches de bosques interconectados por diferentes sistemas de vegetación riverina o bien bosques de galería y se estima que la vegetación nativa cubre unas 400 ha. Entre los ríos que nacen en esta reserva destacan La Villa, Mariato, Tebario y Suay.



Figura 32. Localización de la Reserva Forestal el Montuoso

Fuente. Base de Datos Mi Ambiente, 2021.Elaboración propia.

Medio Natural

El área de estudio pertenece al bosque (BHT) húmedo tropical y al Bosque muy húmedo tropical premontano (BmHP) en los puntos de mayor altura, según la clasificación de Holdridge. La temperatura media anual varía entre los 21-25°C, siendo de 24.5°C para esta área; la evapotranspiración potencial anual es de unos 1565-1710mm³. La temperatura máxima registrada para la región corresponde al mes de abril con 30.6°C y la mínima mensual se registró en el mes de enero con 23.7°C, del mismo año. Siendo la misma relativamente uniforme durante todo el año, alcanzando apenas una diferencia de 4°C como promedio, entre las máximas y las mínimas. (UP,2005)

Biodiversidad

Esta Reserva, conocida por algunos como el “Pulmón de Herrera”, tiene un alto potencial de endemismo debido a su historia geológica. En esta región se han identificado especies de flora endémica y amenazadas que se encuentran consideradas en convenios internacionales como CITES e UICN. Entre la fauna silvestre de valor cinegético en el área se encuentran especies como: venado corzo (*Mazama americana*), ñeque (*Dasyprocta punctata*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), conejo pintado (*Agouti paca*), paisana (*Ortalis cinereiceps*) y pavón (*Crax rubra*). Todas ellas se encuentran protegidas por las leyes panameñas de vida silvestre (CODESA, 2004)

Para el análisis del indicador de áreas protegidas se utilizaron Shape file, de la base de datos suministrada por el Ministerio de ambiente, con su respectiva ecuación.

ECUACIÓN XII. Áreas Protegidas

$$x = \frac{\text{Km2 Áreas protegidas por corregimientos}}{\text{Km2 Área Total de las áreas protegidas en la subcuenca}} * 100 = \%$$

CUADRO XXIV.RESULTADOS DEL INDICADOR DE LA SUPERFICIE TOTAL DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS EN LA SUBCUENCA.

Áreas protegidas	Localización (Corregimientos)	Superficie (km ²)	Superficie total del área protegida en la subcuenca (km ²)	Indicador Áreas Protegidas %	Indicador Áreas Protegidas %
Golfo de Montijo	Ponuga	0.36	7.2	3.17	63.33
	Tebario	6.84		60.16	
El Montuoso	Leones	1.90	4.17	16.71	36.67
	Chepo	2.27		19.96	
	El Tijera	0	0	0	0
	Cerro Largo	0	0	0	0
	El Toro	0	0	0	0
	Total	11.37	11.37	100 %	100%

Fuente: Elaboración Propia, Programa de Monitoreo de Efectividad de Manejo de Áreas Protegidas, Dirección de Áreas Protegidas y Vida Silvestre, Ministerio de Ambiente.

En el cuadro se muestran los resultados del indicador en %, de acuerdo a cada corregimiento, con el total del área protegida de la subcuenca.

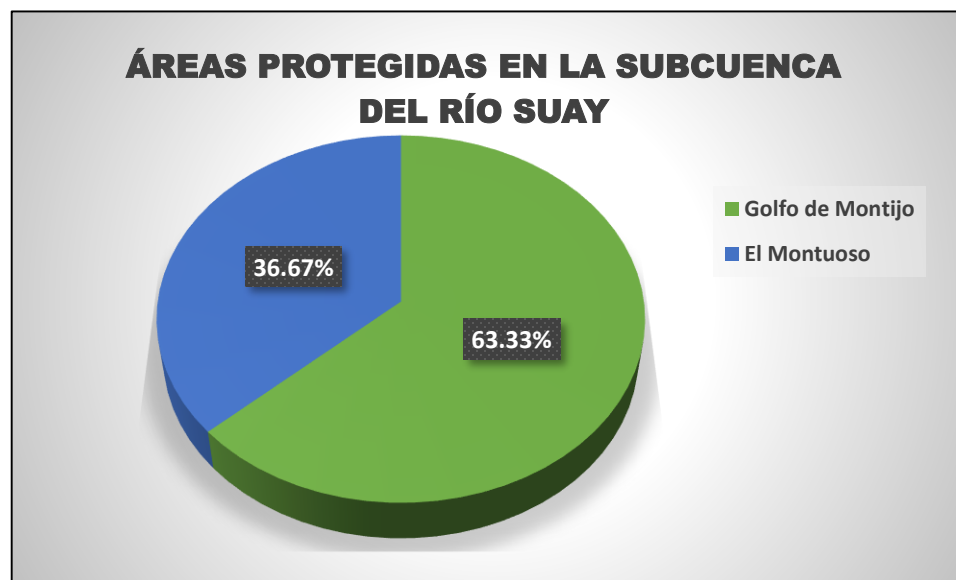


Figura 33. Porcentaje de Áreas Protegidas en la Subcuenca

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura se presenta el resultado del indicador de Áreas Protegidas, donde señala que existe mayor porcentaje para la Reserva Forestal El Montuoso con 63.32% y el Golfo de Montijo con 36.68 %.

Deforestación

Para realizar el análisis de este indicador fue necesario utilizar los datos en formato Shape file de bosque, no bosque y agua de los años 2012 y 2019, para conocer mediante un análisis los cambios de cobertura boscosa en la Subcuenca del Río Suay.

Los datos fueron suministrados de la base de datos del Ministerio de Ambiente y trabajados en el Programa de SIG ArcMap, donde se realizó una serie de procesos para conocer el área en el 2012 y observar lo que se perdió en el 2019, realizando el análisis en cada corregimiento de la Subcuenca.

En el área representada como Bosque, se encuentra: bosque plantado de coníferas, bosque plantado de latifoliada, bosque primario, bosque secundario, bosque de mangle, vegetación inundable, rastrojos y vegetación arbustiva.

En el área representada como No Bosque se encuentra: infraestructura, cultivos anuales, pastos, afloramiento rocoso y áreas pobladas. Seguidamente del área representada por cuerpos de agua.

CUADRO XXV.TOTAL, DE KM2 DE BOSQUE, NO BOSQUE Y AGUA EN EL 2012.

N°	Corregimientos	Total de KM2 de corregimientos en la subcuenca 2012		
		BOSQUE	NO BOSQUE	AGUA
1	Ponuga	19.61	5.5	0.95
2	Tebario	19.58	4.2	0.72
3	El Tijera	31.50	3.89	0.24
4	Cerro Largo	32.10	2.35	0.35
5	El Toro	50.03	3.80	0.45
6	Leones	45.16	3.5	0.27
7	Chepo	3.08	1.32	0
	Total	201.06	24.56	2.98

Fuente: Base de Datos Mi Ambiente, 2021.

En el cuadro se presenta el total de bosque, no bosque y agua que se encuentra en la subcuenca del río Suay.

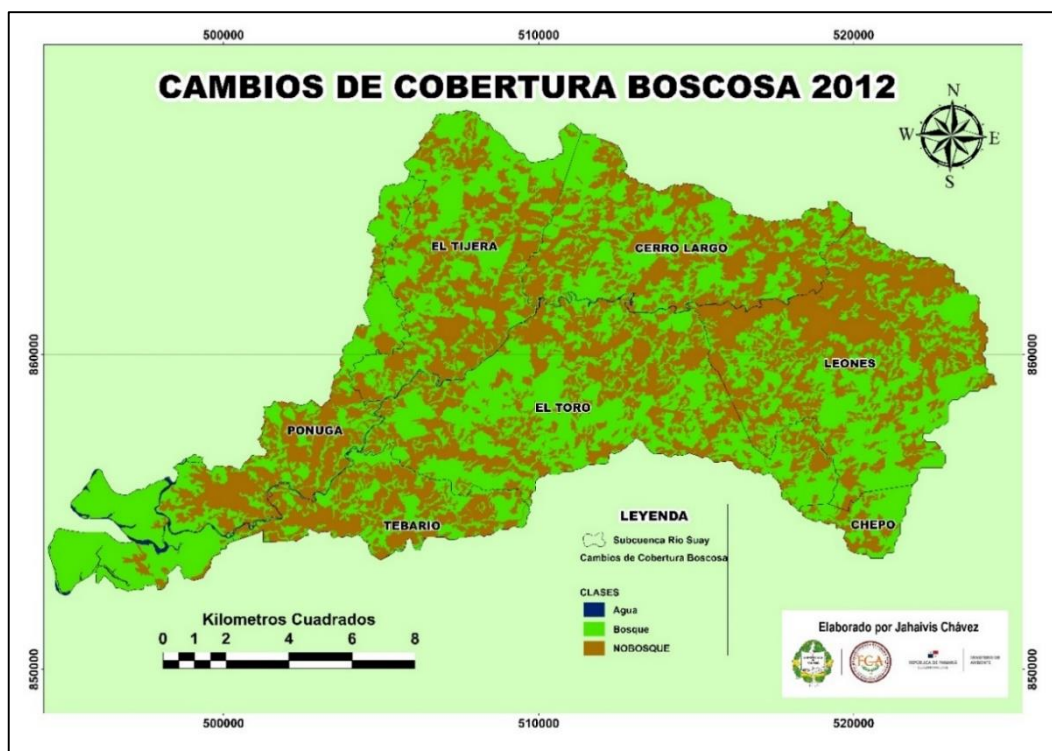


Figura 34. Cambios de Cobertura Boscosa 2012 en la Subcuenca del Río Suay

Fuente. Base de Datos Mi Ambiente, 2021. Elaboración propia.

CUADRO XXVI. TOTAL DE KM2 DE BOSQUE, NO BOSQUE Y AGUA EN EL 2019

N°	Corregimientos	Total de KM2 de corregimientos en la subcuenca 2019		
		BOSQUE	NO BOSQUE	AGUA
1	Ponuga	16.90	8.26	0.90
2	Tebario	15.80	8.00	0.70
3	El Tijera	29.41	6.01	0.21
4	Cerro Largo	30.58	3.90	0.32
5	El Toro	45.24	8.64	0.40
6	Leones	40.31	8.38	0.24
7	Chepo	2.93	1.47	0
	Total	181.17	44.66	2.77

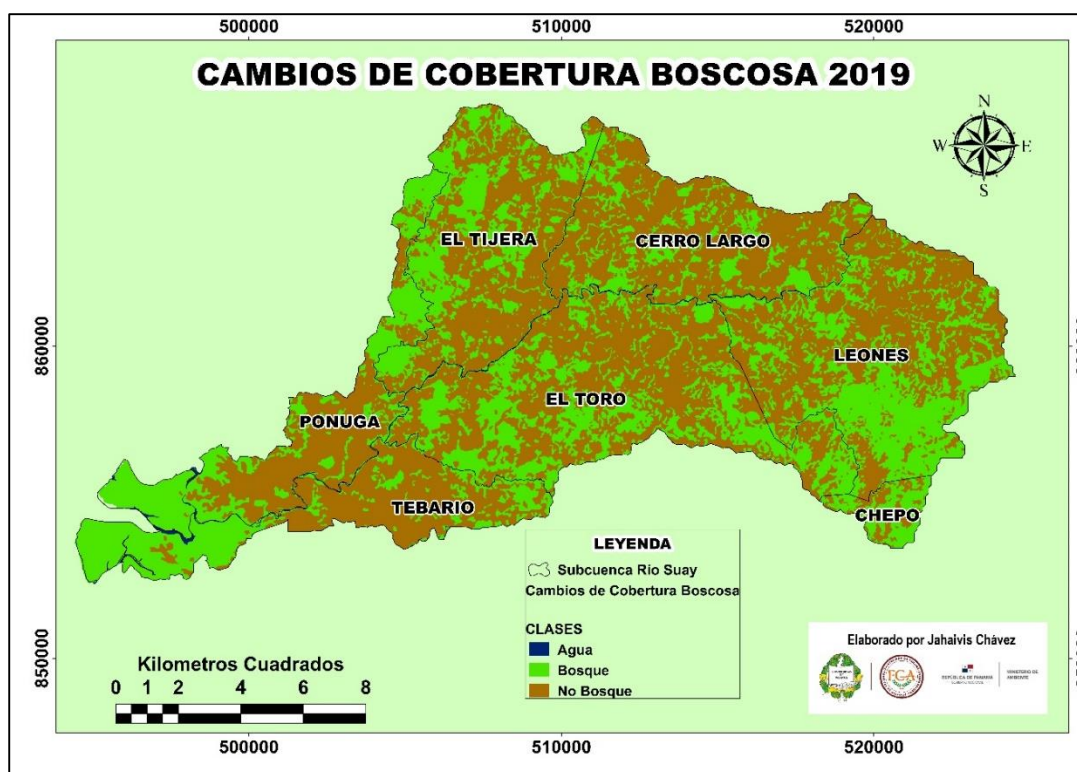


Figura 35. Cambios de Cobertura Boscosa 2019 en la Subcuenca del Río Suay.

Fuente. Base de Datos Mi Ambiente, 2021. Elaboración propia.

CUADRO XXVII. ANÁLISIS DE LA DISMINUCIÓN DEL TOTAL DE KM2 DE BOSQUE, NO BOSQUE Y AGUA ENTRE LOS AÑOS DEL 2012 Y 2019.

Nº	Corregimientos	Total de KM2 de corregimientos en la subcuenca		
		BOSQUE	NO BOSQUE	AGUA
1	Ponuga	2.71	2.76	0.05
2	Tebario	3.78	3.8	0.02
3	El Tijera	2.09	2.12	0.03
4	Cerro Largo	1.52	1.55	0.03
5	El Toro	4.79	4.84	0.05
6	Leones	4.85	4.88	0.03
7	Chepo	0.15	0.15	0
	Total	24.68	20.12	0.21

En este cuadro se presenta el análisis y disminución de cobertura boscosa en los años 2012 y 2019.

CUADRO XXVIII. ÁREA DEFORESTADA EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SUAY

Nº	Corregimiento	área Km2 (Deforestación)	área Km2 (Corregimiento)
1	Ponuga	8.26	26.06
2	Tebario	8.00	24.50
3	El tijera	6.01	35.63
4	Cerro largo	3.90	34.80
5	El toro	8.64	54.28
6	Leones	8.38	48.93
7	Chepo	1.47	4.41
	Total	44.66	228.61

Fuente: Elaboración Propia

En este cuadro se presenta el área deforestada en la subcuenca por corregimientos.

ECUACIÓN XIII. Análisis de Deforestación

$$x = \frac{\text{Deforestación en el corregimiento Km2}}{\text{Área total de la subcuenca Km2}} * 100 = \%$$

CUADRO XXIX. RESULTADO DEL INDICADOR DE DEFORESTACIÓN

Nº	Corregimiento	Resultado del indicador %
1	Ponuga	18.49
2	Tebario	17.92
3	El Tijera	13.46
4	Cerro largo	8.73
5	El Toro	19.34
6	Leones	18.76
7	Chepo	3.29
	Total	100%

En el cuadro se muestran los resultados del indicador de Deforestación en %, de acuerdo a cada corregimiento.

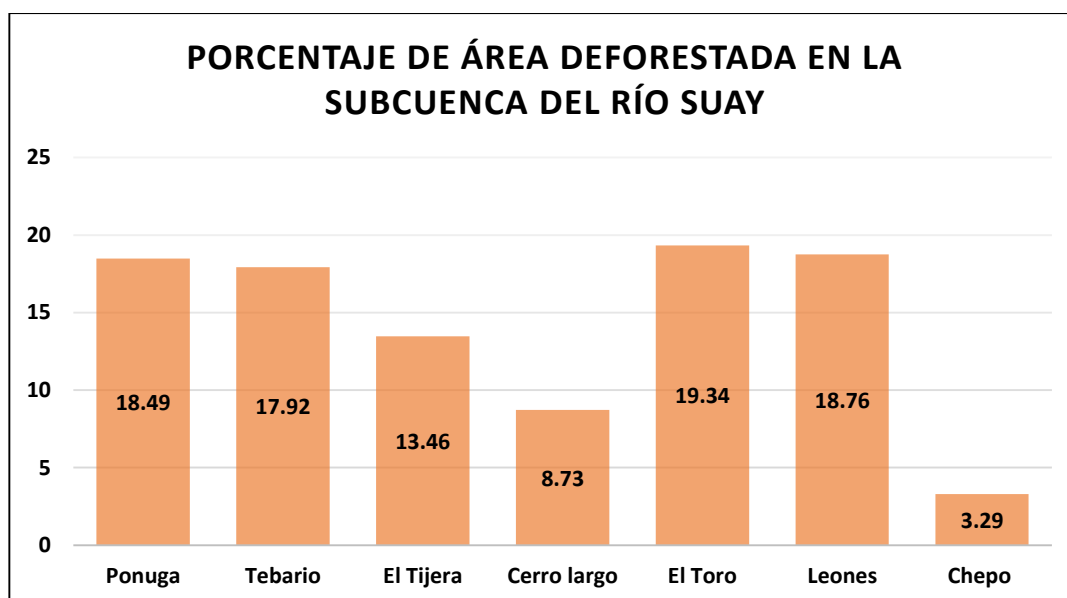


Figura 36. Porcentaje de área deforestada por corregimiento en la subcuenca

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura se observa que los corregimientos con mayor área deforestada son, El Toro con un 19.34%, seguido de Leones con 18.76 % y por último Ponuga con un 18.49 %.

Vivienda sin agua potable

Para el análisis de este indicador se tomó en cuenta la base de datos de población y vivienda que se encuentra en los documentos de la Contraloría General De La República de Panamá, apoyada por el Instituto Nacional de Estadística y Censo realizado en el año 2010.

CUADRO XXX. DATOS DEL TOTAL DE VIVIENDAS EN LOS CORREGIMIENTOS Y LAS VIVIENDAS SIN AGUA POTABLE POR CORREGIMIENTO.

N°	Corregimientos	Total de viviendas	Viviendas sin agua potable
1	Ponuga	74	15
2	Tebario	137	16
3	El Tijera	110	39
4	Cerro largo	76	21
5	El Toro	198	44
6	Leones	222	96
7	Chepo	103	4
	Total	920	235

Fuente: INEC,2010

En el cuadro se muestra la cantidad de corregimientos en la subcuenca, el total de viviendas, y las viviendas sin agua potable presente en cada comunidad.

ECUACIÓN XIV. Vivienda sin Agua Potable

$$x = \frac{\text{N° de viviendas en el corregimiento sin agua potable}}{\text{N° Total de viviendas sin agua potable en la subcuenca}} * 100 = \%$$

CUADRO XXXI.RESULTADOS DEL INDICADOR DE AGUA POTABLE.

Nº	Corregimientos	Resultado %
1	Ponuga	6.38
2	Tebario	6.81
3	El Tijera	16.60
4	Cerro largo	8.94
5	El Toro	18.72
6	Leones	40.85
7	Chepo	1.70
	Total	100%

Fuente: Elaboración Propia

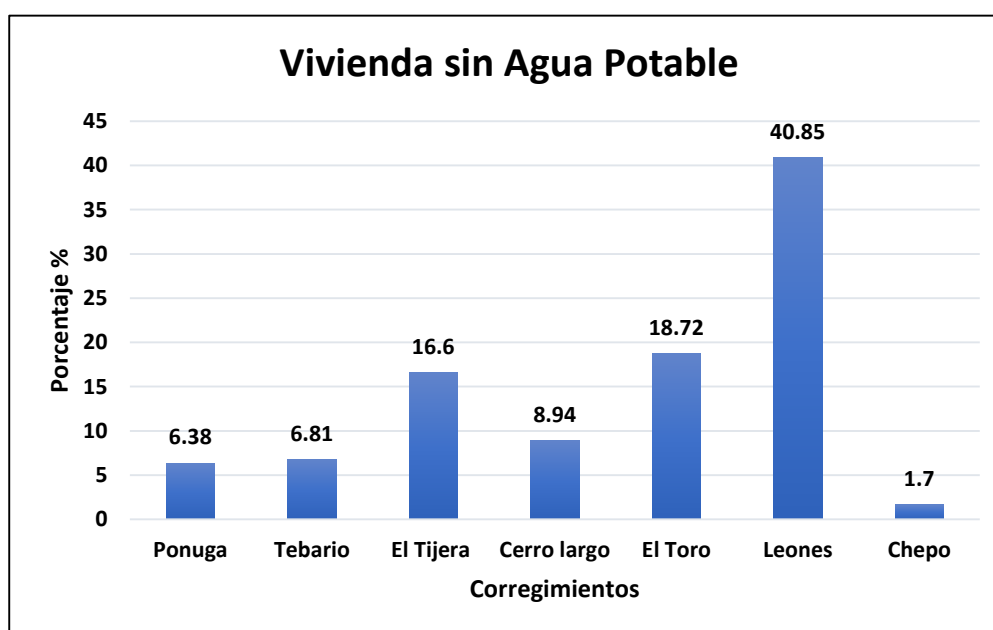


Figura 37. Viviendas por corregimientos sin agua potable según el Censo 2010.

Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro y la figura se observan los corregimientos con sus porcentajes de viviendas sin agua potable, donde muestra a los corregimientos de Leones (40.85%), El Toro (18.72%) y El Tijera (16.6 %), los cuales presentan mayor porcentaje de viviendas sin agua potable con respecto al 100% del total de la población de cada corregimiento.

Juntas administradoras de acueductos rurales

Los datos registrados en este indicador, fueron facilitados por la dirección del subsector de agua potable y alcantarillado sanitario del ministerio de salud (DISAPAS), de la regional de la provincia de Veraguas y Herrera.

El plan nacional de seguridad hídrica 2015-2050 “agua para todos”, también cuenta con un listado de JAARs que cuentan con personería jurídica, las cuales están registradas dentro del cuadro.

CUADRO XXXII. LISTADO DE JUNTAS ADMINISTRADORAS DE ACUEDUCTOS RURALES

N°	Distrito	Corregimiento	Localización	Resuelto	Fecha de creación
1	Santiago	Ponuga	Suay	439	11/12/2003
2	Mariato	Tebario	Tebario Centro	134	14/02/2011
3	Ocú	El Tijera	El cebadero	532	04/10/2007
4			Los arenales	533	23/12/2007
5			Los Salitres	6583	10/04/1997
6			El limón de tijera	599	08/06/2012
7			Los Planes	4127	30/07/1996

8	Ocú	Cerro Largo	El rascador	4122	30/07/1996
9			La sabaneta	1867	26/03/1999
10			El Zapotal	835	27/08/2012
11			Cerro agudo	152	01/04/2004
12			Cerro largo	981	11/11/2009
13	Las Minas	El Toro	El maure	959	31/12/2008
14			El Toro	4121	30/7/1996
15			El castillo, las Marías, La Peña y Alto del Marín	256	30/04/2002
16			El Marín	257	30/04/2002
17	Las Minas	Leones	El Suay	406	14/01/1999
18			La Miel-La Laja	956	31/12/2008
19			La Cordillera	318	23/01/2001
20			Leones	4124	30/07/1996
21			Los Helechales	4128	30/07/1996
22			Los Helechales	407	14/01/1999
23			Los Ceibos	387	08/07/2002
24			Llano Amador y Las Lomas	549	09/09/2002

25			La Peña	529	04/10/2007
26			La Torre	197	24/02/2011
27			Cerro Vaca	834	27/08/2012
28	Las Minas	Chepo	Chepo	4123	30/07/1996
29			Tres Puntas	4294	23/08/1999

Fuente: MINSA, 2021

ECUACIÓN XV. Cantidad de JAARs

$$x = \frac{\text{JAAR por corregimientos}}{\text{Total de JAAR en la Subcuenca}} * 100 = \%$$

CUADRO XXXIII. RESULTADOS DEL INDICADOR DE CANTIDAD DE JAARS EN LA SUBCUENCA

Nº	Corregimientos	JAAR	Resultado de la ecuación %
1	Ponuga	1	3.44
2	Tebario	1	3.44
3	El Tijera	5	17.24
4	Cerro largo	5	17.24
5	El Toro	4	13.80
6	Leones	11	37.93
7	Chepo	2	6.90
	Total	29	100%

Fuente: Elaboración Propia

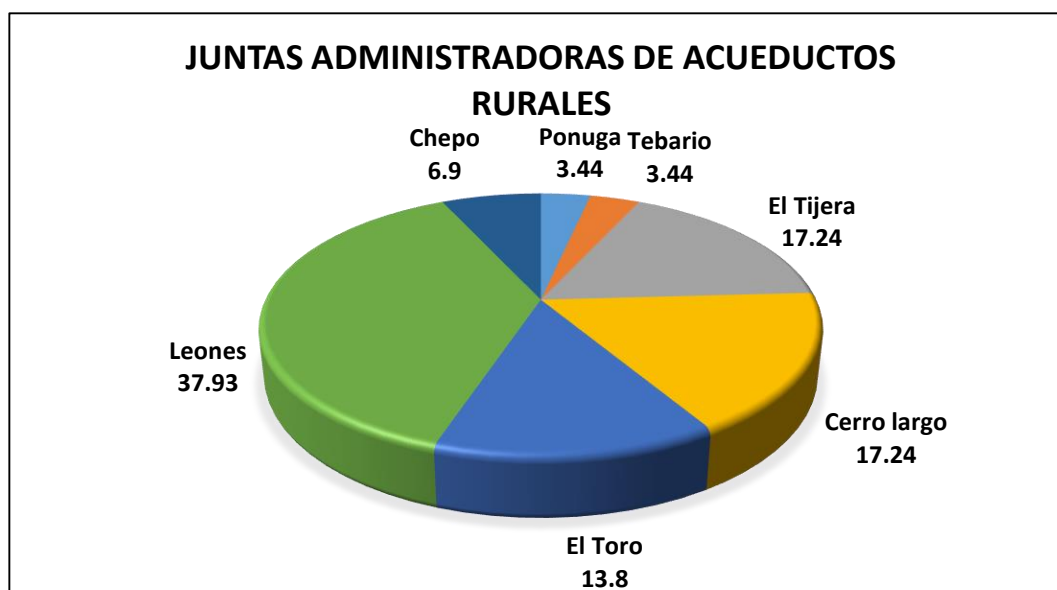


Figura 38. Juntas administradoras de acueductos rurales

En esta figura se puede observar que las mayorías de las JAARs se encuentran en el corregimiento de Leones, con un porcentaje de 37.93% del total de las JAARs que existen en la Subcuenca.

Fuentes de aguas subterráneas

Los datos registrados en este indicador fueron facilitados por la dirección de agua potable del ministerio de salud (DAPOS), de la regional de la provincia de Veraguas y Herrera. Las fuentes registradas en el siguiente cuadro están legalizadas, cabe destacar que dentro de la subcuenca existen fuentes de agua subterránea de la cual se abastecen algunas comunidades, para poder obtener agua.

**CUADRO XXXIV. LISTADO DE FUENTES DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
LEGALIZADAS (POZOS)**

Nº	Distrito	Corregimiento	Localización	Nº de Pozo	Fecha de creación	Profund. (Pies)	Caudal (Gal/min)
1	Santiago	Ponuga	Suay	3	Julio 2009	120	10
2			Alto Horcón	1	Mayo 2013	80	15
3	Mariato	Tebario	La Primavera	3	Octubre 2009	180	10
4			Tebario Centro	2	Octubre 2009	150	50
5			Tebario (Pueblo Nuevo)	1	Enero 2009	127	60
6			Tebario	4	Marzo 2017	254	0
7	Ocú	Cerro Largo	La Sabaneta	1	Marzo 1999	150	101
8			Cerro Largo	2	Febrero 2009	120	20
9			Cerro Largo	3	Junio 2010	130	20
10	Las Minas	Leones	Leones	1	Marzo 1996	120	15
11			Leones	2	Junio 2006	140	10
12			La Cordillera	1	Marzo 2001	1251	15

Fuente: MINSA, 2021

CUADRO XXXV. RESULTADOS DEL INDICADOR DE CANTIDAD DE FUENTES DE AGUA SUBTERRÁNEA LEGALIZADAS Y REGISTRADAS EN LA SUBCUENCA.

Nº	Corregimientos	Fuente Registradas por datos del MINSA	Fuentes registradas por encuestas	Total de Fuentes de Aguas Subterráneas
1	Ponuga	2	0	2
2	Tebario	4	0	4
3	El Tijera	0	4	4
4	Cerro largo	3	0	3
5	El Toro	0	4	4
6	Leones	3	2	5
7	Chepo	0	2	2
	Total	12	12	24

Fuente: Elaboración Propia.

ECUACIÓN XVI. Nº de fuentes de aguas subterráneas.

$$x = \frac{\text{Fuentes de agua subterranea por corregimientos}}{\text{Total de fuentes en la subcuenca}} * 100 = \%$$

CUADRO XXXVI. FUENTES DE AGUAS SUBTERRÁNEAS REGISTRADAS SEGÚN LA ENCUESTA APLICADA.

Nº	Corregimientos	Fuentes de aguas subterráneas en la Subcuenca	Resultado del indicador %
1	Ponuga	2	8.33
2	Tebario	4	16.67
3	El Tijera	4	16.67
4	Cerro largo	3	12.50
5	El Toro	4	16.67
6	Leones	5	20.83
7	Chepo	2	8.33
	Total	24	100%

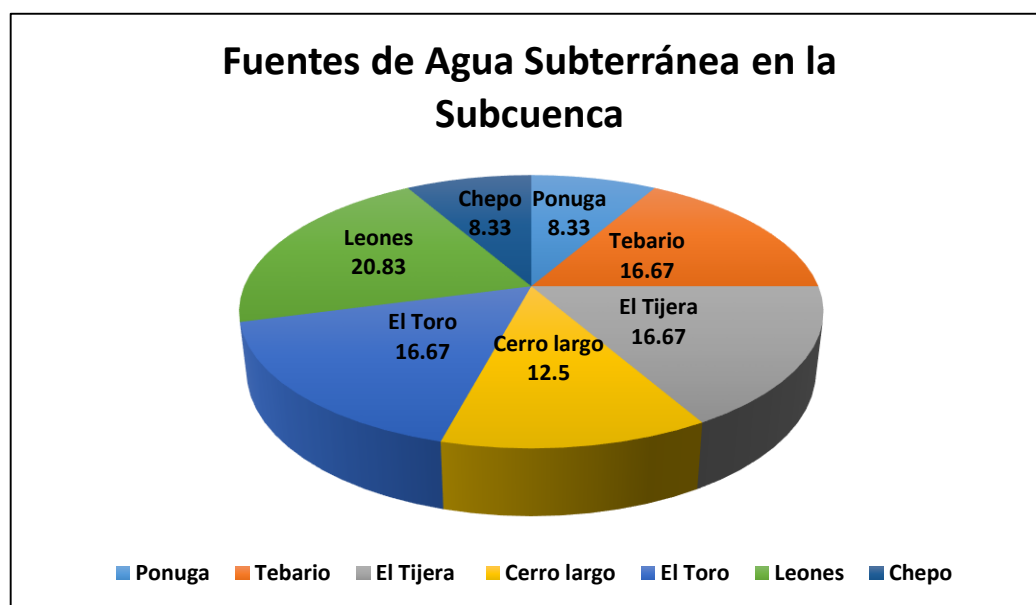


Figura 39. Fuentes de agua subterránea

En la figura se presenta los resultados del indicador de fuentes de aguas subterráneas en la subcuenca, dando como resultado al corregimiento de Leones con mayores fuentes de aguas subterráneas con 20.83%.

Frecuencia del uso de agroquímicos

Los datos registrados en este indicador fueron obtenidos de la aplicación de las encuestas que se realizaron en los corregimientos de la Subcuenca del Río Suay, para conocer con qué frecuencia se da la utilización de agroquímicos en esta área, dando como resultado un total de 240 viviendas que utilizan agroquímicos en la subcuenca.

CUADRO XXXVII. DATOS SEGÚN LA ENCUESTA APLICADA EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SUAY

Corregimientos	Cantidad de Viviendas encuestadas	Cantidad de viviendas que utilizan agroquímicos	Cantidad de viviendas que no utilizan agroquímicos	Frecuencia de utilización de agroquímicos	
				Frecuente	Poco
Ponuga	29	11	18	9	2
Tebario	48	14	34	12	2
El Tijera	39	34	5	34	
Cerro Largo	28	28	0	13	15
El Toro	74	57	17	43	14
Leones	85	69	16	48	21
Chepo	40	27	13	14	13
Total	343	240	103	173	67

Fuente: Encuestas, Elaboración propia

CUADRO XXXVIII. TIPOS DE AGROQUÍMICOS MÁS UTILIZADOS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SUAY

Corregimientos	Tipos de agroquímicos más utilizados
Ponuga	GLIFOSATO 48% SL, GRAMOXONE ®20 SL, ARRIVO 25 EC, 2,4 D AMINA 60 SL TORDONXT™ 26 SL, ESPADA ® 60 WP.
Tebario	GLIFOSATO 48% SL, GRAMOXONE ®20 SL, ARRIVO 25 EC, 2,4 D AMINA 60 SL EQUINOX 48 EC, TORDONXT™ 26 SL.
El Tijera	GLIFOSATO 48% SL, GRAMOXONE ®20 SL, ARRIVO 25 EC, 2,4 D AMINA 60 SL HORMITOX 80 SP, MIREX-S 0.3 GB.
Cerro Largo	GLIFOSATO 48% SL, GRAMOXONE ®20 SL, ARRIVO 25 EC, MIREX-S 0.3 GB HORMITOX 80 SP, EQUINOX 48 EC.
El Toro	GLIFOSATO 48% SL, GRAMOXONE ®20 SL, ARRIVO 25 EC, MIREX-S 0.3 GB HORMITOX 80 SP, EQUINOX 48 EC, BULLGRASS 30.4 SL, FANTASMA 12.5 EC TRIGGER 48 EC.
Leones	GLIFOSATO 48% SL, GRAMOXONE ®20 SL, 2,4 D AMINA 60 SL, ARRIVO 25 EC MIREX-S 0.3 GB, HORMITOX 80 SP, EQUINOX 48 EC, BULLGRASS 30.4 SL FANTASMA 12.5 EC, TRIGGER 48 EC.
Chepo	GLIFOSATO 48% SL, GRAMOXONE ®20 SL, ARRIVO 25 EC, 2,4 D AMINA 60 SL TORDONXT™ 26 SL, ESPADA ® 60 WP.

Fuente: Encuestas, Elaboración propia

En el cuadro se presentan los agroquímicos más utilizados en cada corregimiento, donde sobresalen: GLIFOSATO 48% SL, GRAMOXONE ®20 SL, ARRIVO 25 EC, 2,4 D AMINA 60 SL, TORDONXT™ 26 SL, ESPADA ® 60 WP.

En la siguiente figura se muestra los agroquímicos más utilizados en la subcuenca, de acuerdo a la encuesta aplicada en los siete corregimientos.

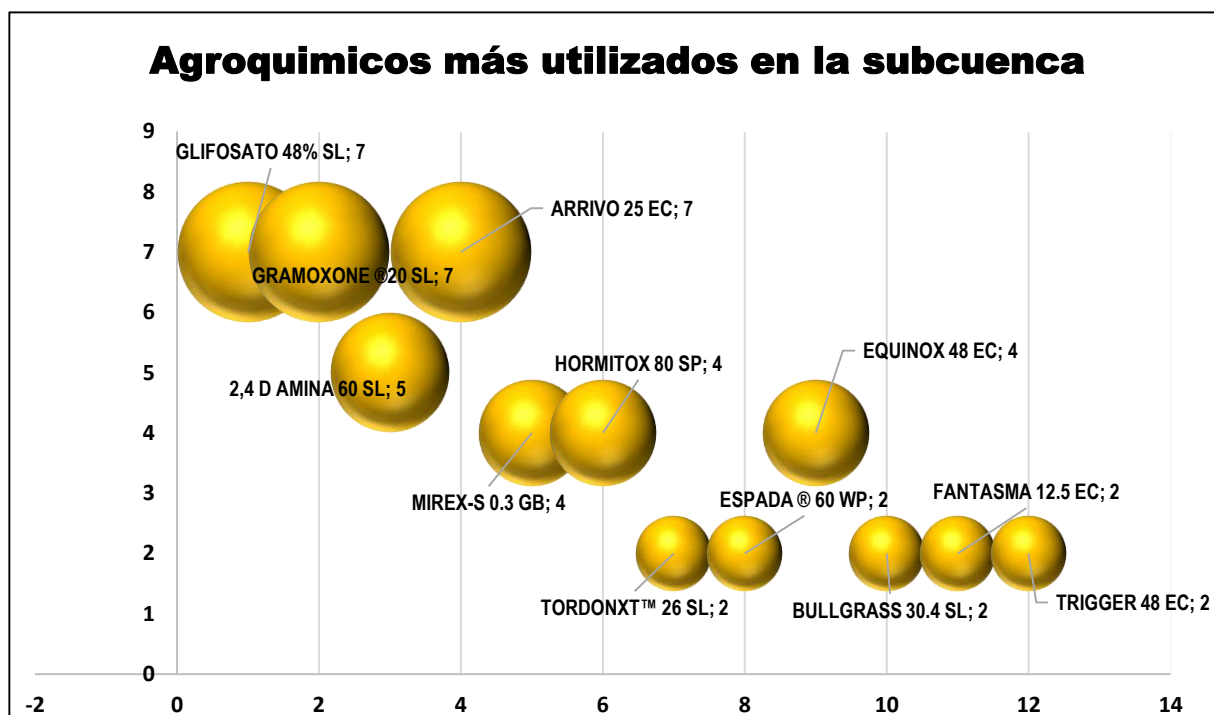


Figura 40. Agroquímicos más utilizados en la Subcuenca

Fuente: Encuestas, Elaboración propia

Ecuación. Uso de Agroquímicos en la Subcuenca del Río Suay

$$x = \frac{\text{Nº de viviendas en el corregimiento que utilizan agroquímicos}}{\text{Nº Total de Encuestas Aplicadas}} * 100 = \%$$

CUADRO XXXIX. RESULTADO DEL INDICADOR

Uso de Agroquímicos en la Subcuenca del Río Suay	
70 % de la población utiliza agroquímicos en la Subcuenca	30% de la población no utiliza agroquímicos en la Subcuenca

Fuente: Encuestas, Elaboración propia

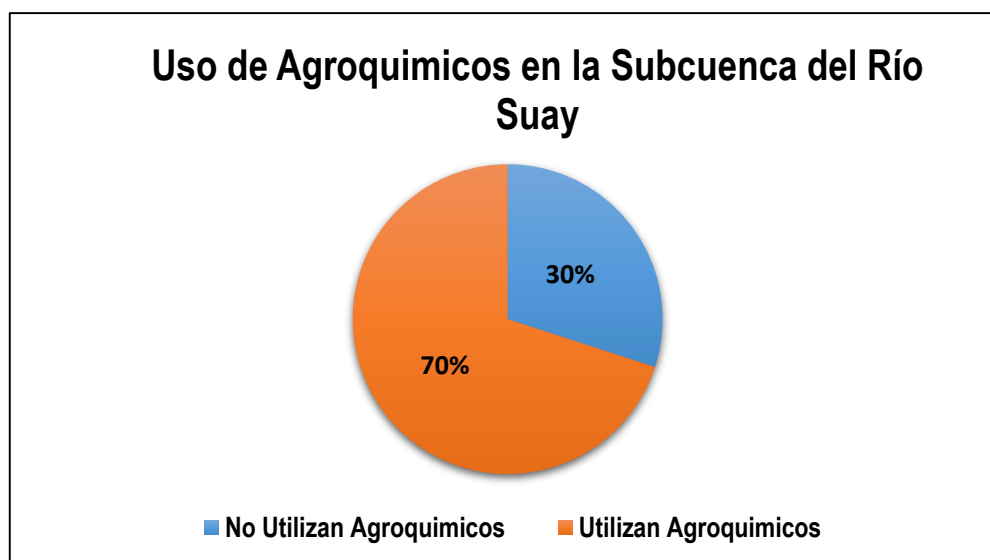


Figura 41. Uso de Agroquímicos en la Subcuenca del Río Suay

Fuente: Encuestas, Elaboración propia

En la figura se presenta un 70% de viviendas que utilizan agroquímicos y un 30% que no los utiliza.

ECUACIÓN XVII. Frecuencia del Uso de Agroquímicos en la Subcuenca del Río Suay

$$x = \frac{\text{Nº de viviendas en el corregimiento que utilizan agroquímicos frecuente/Poco}}{\text{Nº Total de viviendas en la subcuenca que utilizan agroquímicos}} * 100 = \%$$

CUADRO XL. FRECUENCIA DEL USO DE AGROQUÍMICOS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SUAY.

Corregimientos	Cantidad de viviendas que utilizan agroquímicos	Resultado del indicador
Ponuga	11	4.5 %
Tebario	14	5.8%
El Tijera	34	14.2%
Cerro Largo	28	11.7%
El Toro	57	23.8%
Leones	69	28.8%
Chepo	27	11.2%
Total	240	100%

Fuente: Encuestas, Elaboración propia

En el cuadro se presentan los resultados del indicador de frecuencia del uso de agroquímicos en la subcuenca.

CUADRO XLI. RESULTADO DEL INDICADOR

Frecuencia del Uso de Agroquímicos en la Subcuenca del Río Suay	
72.08 % de la población utiliza agroquímicos frecuente en la Subcuenca	27.92% de la población utiliza Poco agroquímicos en la Subcuenca

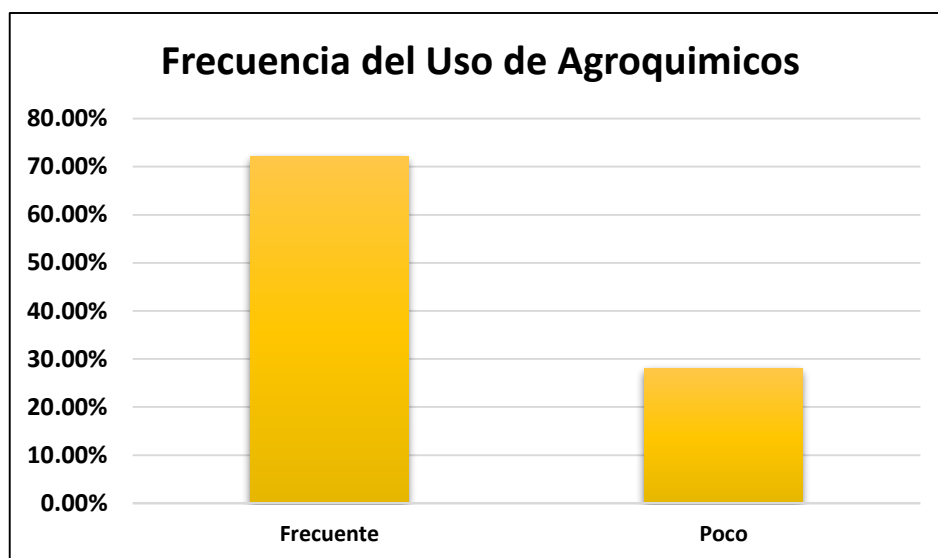


Figura 42. Frecuencia del Uso de Agroquimicos

Fuente: Elaboración Propia

En la presente figura se muestra en porcentaje la frecuencia de agroquimicos en la subcuenca, donde indica que un 72.08 % utiliza frecuentemente los agroquimicos y un 27.92% lo utiliza poco.

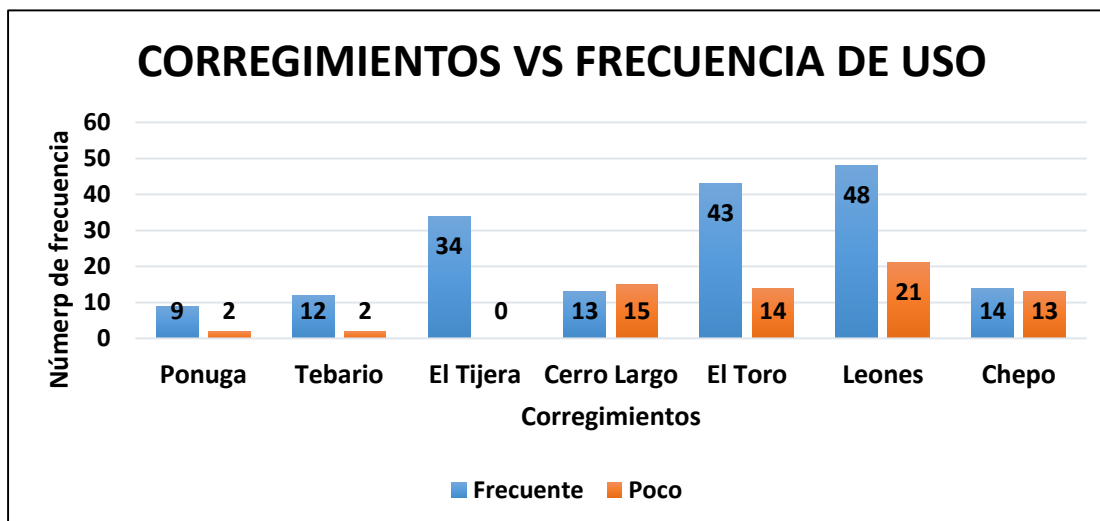


Figura 43. Frecuencia de uso de agroquimicos en los corregimientos

En la figura se muestra la frecuencia del uso de agroquimicos en los corregimientos, los que presentan mayor frecuencia son el Tijera, el Toro y Leones.

CUADRO XLII. DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE AGROQUÍMICOS MAS UTILIZADOS

Descripción de los tipos de agroquímicos más utilizados en la Subcuenca			
Tipos de agroquímicos	Descripción	Composición Química	Muestra
GLIFOSATO 48% SL Concentrado Soluble (SL)	Es un herbicida no selectivo sistémico post-emergente, para el control de malezas anuales y perennes en frutales, vides, cultivos anuales trabajados en cero y/o mínima labranza, barbechos químicos y preparación de áreas para plantación forestal, de acuerdo a la información presente en el Cuadro de Instrucciones de Uso.	Glifosato-isopropilamoni o 48 % p/v (480 g/L) Coformulantes c.s.p 100 % p/v (1 L)	
GRAMOXONE® 20 SL	Herbicida de contacto No selectivo. Eficaz para el control de todo tipo de malezas. Amplio espectro de control: controla todo tipo de malezas. Acción rápida: actúa rápidamente, permitiendo que la siembra se pueda hacer más pronto, lo que facilita una óptima utilización de la tierra.	200 g/l de Paraquat	

	Resistente a la lluvia, No es volátil: no expide vapores que afecten a los cultivos vecinos.		
2,4 D AMINA 60 SL	Es un herbicida hormonal sistémico y selectivo que en su aplicación postemergente controla en forma selectiva las malezas de hoja ancha.	2,4-D- dimetilamonio 56,1% p/v (561 g/l) Coformulantes c.s.p 100% p/v (1 l)	
ARRIVO 25 EC	Es un insecticida de contacto, pertenece al grupo de los piretroides. El ingrediente activo es cipermetrina, el cual actúa por ingestión por contacto. Se descompone en el suelo al cabo de treinta (30) días. Protege las plantas del ataque de insectos chupadores o masticadores que se desarrollan en el suelo. Dependiendo de las condiciones del suelo, el efecto se puede prolongar varias semanas.	Dimetil benceno 0.976 gr/ml a 20°C	

HORMITOX 80 SP	Es un carbamato con actividad insecticida de amplio espectro, que actúa por contacto e ingestión, ligeramente sistémico. Es eficaz contra huevos de algunas especies de insectos.	Carbaryl 80% p/v (polvo soluble)	
EQUINOX 48 EC	Es un herbicida de contacto, eficaz para el control de todo tipo de malezas, especial para el control de maleza de hoja ancha.	Triclopyr-2-butoxy Ethyl Ester 66,8% Ingredientes Inertes 33.2 %	
TORDONX T™ 26 SL	Es un herbicida sistémico selectivo a los pastos, efectivo para el control de malezas de hoja ancha tipo herbáceas y semileñosas en potreros. La eficacia de TordonXT™ 26 SL en el control de malezas de hoja ancha incrementa la carga de pasto por potreros (ton/ha), lo	Aminopyralid, 2,4-D 26%	

	cual repercute en mayor ganancia de peso y/o producción de leche y mayor rentabilidad para el ganadero.		
ESPADA® 60 WP	Es un herbicida selectivo sistémico que controla una amplia gama de malezas de hoja ancha, es inhibidor de la división celular y el crecimiento de tallos y raíces por translocación hacia la base y el ápice.	60 g/L EC (Concentrado metsulfuron metil)	
MIREX-S 0.3 GB	Es un insecticida/hormiguicida organofluorina que actúa por ingestión en forma lenta asegurando así su efectividad, se utiliza para el control de hormigas cortadoras (zompopos) que afectan todo tipo de cultivo, huertos y ornamentales residenciales.	SULFLURAMI D 0.3%	

BULLGRASS 30.4 SL	Es un herbicida sistémico, utilizado para el control de malezas, que es absorbido por las raíces y hojas, lo cual es moderadamente peligroso y uso debe ser medido.	Picloram:6.40 %	
FANTASMA 12.5 EC	Es un herbicida sistémico post-emergente que controla gramíneas perennes y anuales; el producto es rápidamente adsorbido por las hojas y las otras partes verdes de las malezas.	Fluazifop-p-butyl 12.5 %	
TRIGGER 48 EC	Herbicida sistémico dirigido al control de malezas de hoja ancha, que actúa interrumpiendo el proceso normal de crecimiento, afectando directamente la funcionalidad de las raíces.	Tryclopypir	

Fuente: Agrobases, 2021.

En el cuadro se presentan los diferentes agroquímicos utilizados en la subcuenca, con sus respectivas descripciones y composición química.

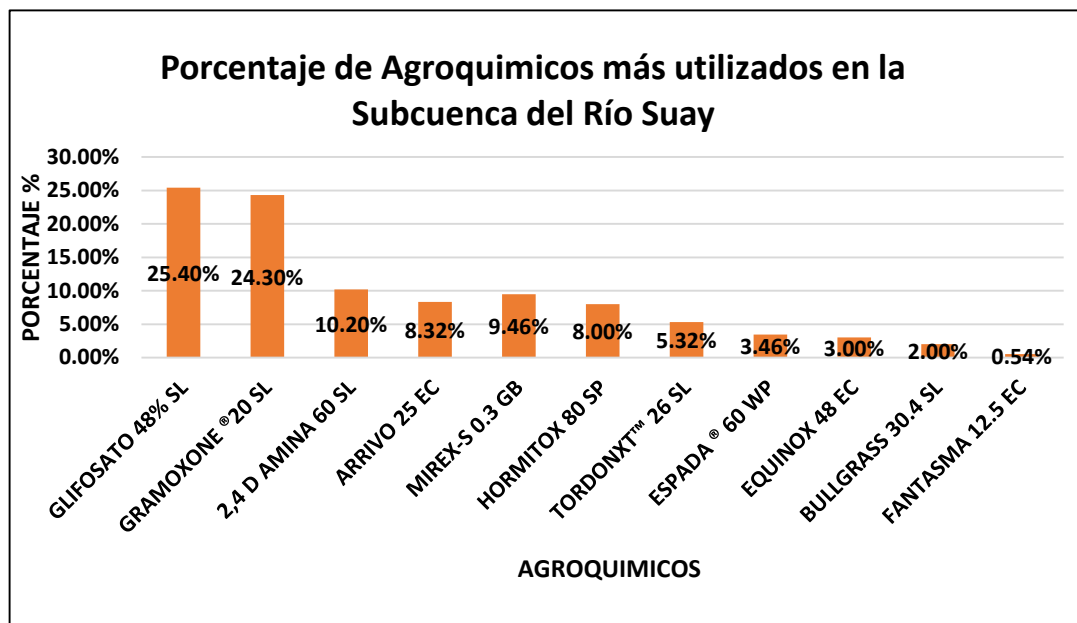


Figura 44. Agroquímicos más utilizados en la Subcuenca

Fuente: Elaboración Propia

En la figura se presentan en porcentaje los agroquímicos más utilizados en la Subcuenca, donde el Glifosato es el principal con 25.40%, seguido del Gramoxone con 24.30 %.

Superficie para ganadería

Para el análisis de este indicador se tomó en cuenta la base de datos del censo agropecuario, apoyada por el Instituto Nacional de Estadística y Censo realizado en el año 2010.

Se tomaron datos de vacuno, porcino, caballo y gallinas.

CUADRO XLIII. SUPERFICIE DE GANADERÍA

Superficie de Ganadería (cabezas de animal)					
Corregimiento	Vacuno	Porcino	Caballo	Gallinas	Superficie por corregimiento
Ponuga	272	99	250	712	1333
Tebario	61	15	73	150	299
El Tijera	86	60	96	150	392
Cerro Largo	199	182	248	404	1033
El Toro	104	104	148	203	559
Leones	103	95	99	195	492
Chepo	99	151	185	298	733
Total	924	706	1099	2112	
Superficie Total en la Subcuenca					4841

Fuente: INEC, 2010.

En el presente cuadro se muestran las cantidades en cabeza de animal de cada tipo de animal, con la superficie por corregimiento.

ECUACIÓN XVIII. Superficie de ganadería

$$x = \frac{\text{Superficie por corregimiento de ganadería}}{\text{Superficie Total en la subcuenca}} * 100 = \%$$

CUADRO XLIV. RESULTADO DEL INDICADOR DE GANADERÍA

Superficie de Ganadería		
Corregimiento	Superficie por corregimiento	Resultado de la Ecuación %
Ponuga	1333	27.54
Tebario	299	6.18
El Tijera	392	8.10
Cerro Largo	1033	21.34
El Toro	559	11.54
Leones	492	10.16
Chepo	733	15.14
Superficie Total en la Subcuenca	4841	100%

Fuente: Elaboración Propia

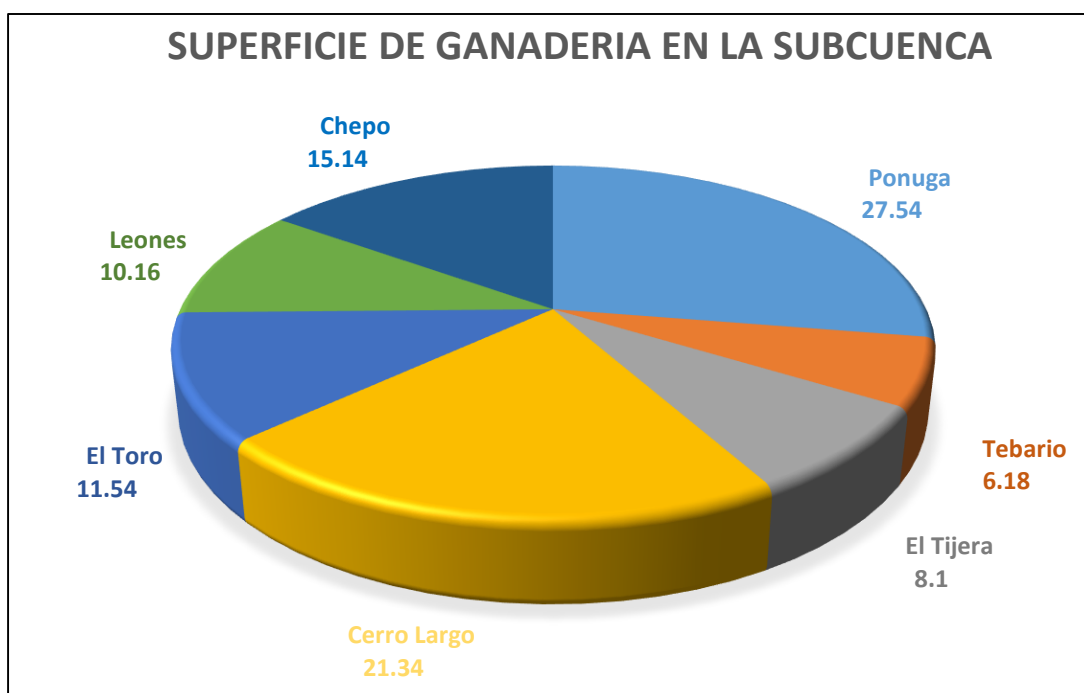


Figura 45. Superficie de ganadería en la subcuenca

Fuente: Elaboración Propia

En la figura se observan los corregimientos con sus porcentajes de superficie de ganadería, donde muestra a los corregimientos de Ponuga (27.54 %), Cerro Largo (21.34%) y Chepo (15.14 %), los cuales presentan mayor porcentaje de superficie

de ganadería con respecto al 100% del total de la población de cada corregimiento.

Superficie para agricultura

Para este indicador se tomó en cuenta la base de datos del censo agropecuario, apoyada por el Instituto Nacional de Estadística y Censo realizado en el año 2010.

Los rubros que fueron seleccionados son los más producidos en la mayoría de los corregimientos, entre ellos: Arroz, maíz, guandú, poroto, ñame y yuca.

CUADRO XLV. SUPERFICIE DE AGRICULTURA.

Superficie de Agricultura (hectáreas)							
Corregimiento	Rubros						Superficie por corregimiento
	Arroz	Maíz	Guandú	Poroto	Yuca	Ñame	
Ponuga	291.11	247.87	24.00	0.90	15.31	23.07	602.26
Tebario	112.03	29.54	18.64	1.44	4.56	0.38	166.59
El Tijera	213.79	81.56	1.78	30.60	4.42	1.95	334.10
Cerro Largo	214.09	158.76	13.52	44.10	7.18	23.67	461.32
El Toro	254.10	75.54	1.24	28.13	7.85	0.42	367.28
Leones	203.65	73.09	3.66	35.38	11.09	1.26	328.13
Chepo	315.17	134.01	1.92	305.89	513.08	0.91	1,270.98
Total	1,603.94	800.37	64.76	446.44	563.49	51.66	
Superficie Total de agricultura en la Subcuenca							3,530.66

Fuente: INEC, 2010.

En el presente cuadro se muestran los diferentes rubros con la superficie por corregimiento en la subcuenca.

ECUACIÓN XIX. Superficie de agricultura

$$x = \frac{\text{Has por corregimiento de Agricultura}}{\text{Superficie Total de Has en la subcuenca}} * 100 = \%$$

CUADRO XLVI. RESULTADO DEL INDICADOR

Superficie de Agricultura(hectáreas)		
Corregimiento	Superficie por corregimiento	Resultado de la Ecuación %
Ponuga	602.26	17.05
Tebario	166.59	4.72
El Tijera	334.1	9.46
Cerro Largo	461.32	13.06
El Toro	367.28	10.40
Leones	328.13	9.30
Chepo	1,270.98	36.00
Superficie Total en la Subcuenca	3,530.66	100%

Fuente: Elaboración Propia.

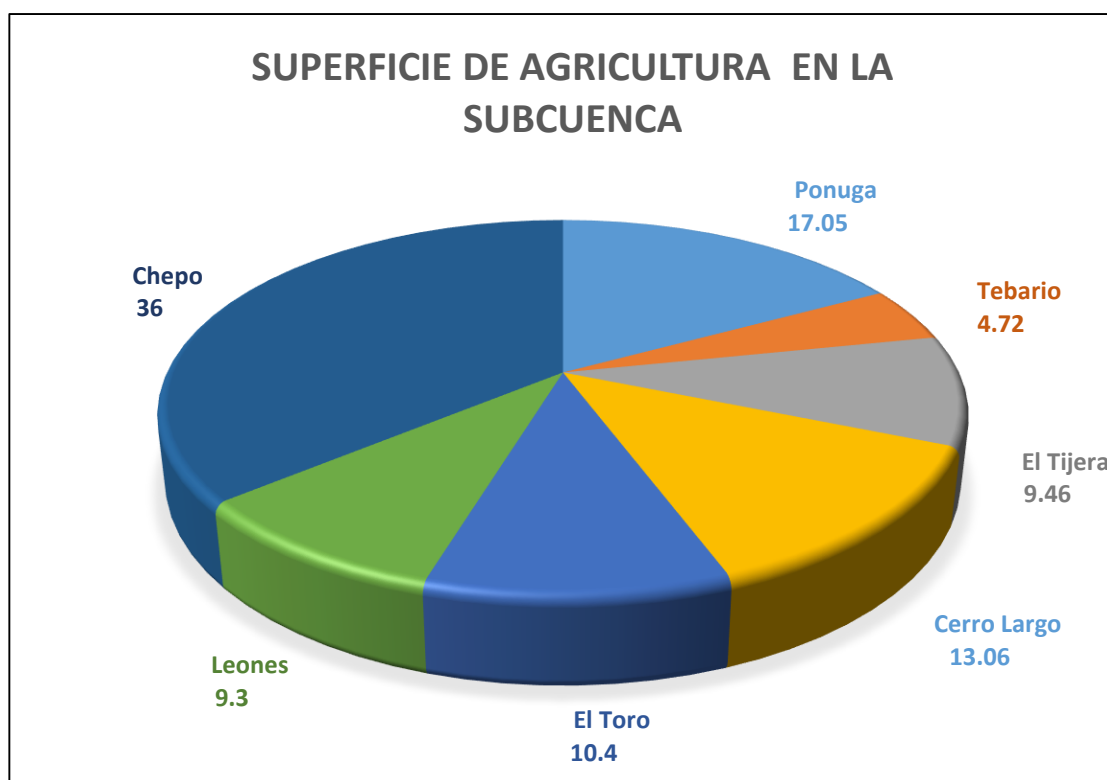


Figura 46. Superficie de Agricultura en la Subcuenca.

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura se observa los corregimientos con sus porcentajes de superficie de ganadería, donde muestra a los corregimientos de Chepo (36.00 %), Ponuga

(17.05%) y Cerro Largo (13.06 %), los cuales presentan mayor porcentaje de superficie de ganadería con respecto al 100% del total de la población de cada corregimiento.

4.1.3 Indicadores del componente de Capacidad de adaptación

La capacidad de adaptación (resiliencia) es la medida en que estos impactos pueden ser evitados; y se entiende como el ajuste de los sistemas humanos o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes (IPCC,2007).

Se evalúa la capacidad de los corregimientos en hacerle frente a la disponibilidad de recursos hídricos ante la variabilidad climática y cambio climático.

Para realizar el análisis de vulnerabilidad, según el componente de capacidad de adaptación se tomaron en cuenta los siguientes indicadores (9): gestión de desechos sólidos y líquidos, sistema de distribución de agua potable, disposición de los vertederos, inversión pública en infraestructura de agua, servicio sanitario, proyectos comunitarios para manejo de las aguas residuales, agrupaciones ambientales, cobertura médica y el impacto del COVID-2019 por residuos.

Para la evaluación de los indicadores, se realizó encuestas de tipo social con el fin de conocer de qué forma se encuentran las comunidades y como van hacerles frente a estos impactos.

Gestión de desechos sólidos y líquidos

La gestión de los desechos sólidos y líquidos en los corregimientos de la subcuenca del Río Suay, fueron evaluadas mediante la aplicación de encuestas y entrevistas a los moradores de los corregimientos, con el fin de conocer cuáles son las diferentes formas de disposición que se presentan en los hogares de cada comunidad.

Corregimiento de Ponuga

La disposición de los desechos sólidos dentro de este corregimiento según las encuestas aplicadas, de una muestra de 29 viviendas, en total de 85 personas, el 100% realiza la quema de los desechos y 44.83 % la entierran cerca de sus viviendas.

Entre los desechos sólidos más generados en este corregimiento están el Papel con un 89.66%, Plástico con 82.76%, vidrio con 51.72 % y el cartón con 20.69%.

La disposición de los desechos líquidos se da con el vertido directamente al suelo con 100% de la población encuestada.

Es importante señalar la problemática de la disposición de los desechos sólidos y líquidos. En las comunidades del corregimiento no se da la recolección de la basura por parte de las juntas comunales ni la alcaldía y tampoco se cuenta con un carro recolector que brinde el servicio y la lleve al vertedero más cercano, es por eso que los moradores deben buscar soluciones para deshacerse de los desechos sólidos y líquidos, provocando de esta manera problemáticas como: contaminación del medio ambiente, fuentes de agua y cobertura de suelo; es

importante resaltar que una gran parte de la población utiliza el método de incineración provocando carbono a la atmosfera y degradando la calidad del aire y por consecuencia la calidad de vida de los habitantes.

Corregimiento de Tebario

La disposición de los desechos sólidos dentro de este corregimiento según las encuestas aplicadas, de una muestra de 48 viviendas, en total de 170 personas, el 100% realiza la quema de los desechos y un 50% la entierran cerca de sus viviendas.

Entre los desechos sólidos más generados en este corregimiento están el Papel con un 83.33%, Plástico con 70.83%, cartón con 29.17 % y el vidrio con 27.08% y la disposición de los desechos líquidos se da con el vertido directamente al suelo con 100% de la población encuestada.

El corregimiento no posee un vertedero, pero la recolección de la basura se da por parte de la alcaldía de Mariato cada 15 días. Es importante señalar que no todas las comunidades se benefician, por lo que los moradores queman los residuos y algunos son enterrados, entre los residuos que más se generan están: Papel, Vidrio, plástico y cartón. Mientras que los residuos líquidos son vertidos al suelo, contaminando el mismo.

En el distrito de Mariato no se cuenta con un vertedero, por lo que la disposición de desechos sólidos se realiza principalmente a través de la quema (80.4%), seguido del entierro de la misma con un 11.7%. El municipio solo se encarga de recoger el 1.2% de los desechos sólidos de la Cabecera los cuales son

trasladados al Vertedero de Atalaya, por no disponer el mismo en este Distrito.
(Plan estratégico Mariato 2018-2019)

Corregimiento de El Tijera

La disposición de los desechos sólidos dentro de este corregimiento según las encuestas aplicadas, de una muestra de 39 viviendas, en total de 112 personas, el 100% realiza la quema de los desechos.

Entre los desechos sólidos más generados en este corregimiento están el plástico con 100 %, papel con 97.44 % y el vidrio con 2.56%.

La disposición de los desechos líquidos se da con el vertido directamente al suelo con 97.44% y un 23.08 % lo recicla, entre los residuos líquidos reciclados está el aceite de cocina usado, en la cual algunos moradores lo utilizan para revolver con la comida de cerdos.

Corregimiento de Cerro Largo

La disposición de los desechos sólidos dentro de este corregimiento según las encuestas aplicadas, de una muestra de 28 viviendas, en total de 83 personas, el 100% realiza la quema de los desechos.

Entre los desechos sólidos más generados en este corregimiento están el plástico con 100 %, papel con 89.29 %, cartón con 46.43% y el vidrio con 10.71%.

La disposición de los desechos líquidos se da con el vertido directamente al suelo con un 100%, el total de las encuestas aplicadas.

En el distrito de Ocú, se mantiene el servicio de recolección de basura en la cabecera del distrito; con respecto al tratamiento y disposición del mismo no es el más adecuado. El Municipio ha realizado varias gestiones con empresas extranjeras dedicadas al reciclaje con el fin de tratar los desechos sólidos; sin embargo, no se ha logrado concretizar nada, pero se maneja la idea de una planta de reciclaje a futuro. (Plan estratégico distrital Ocú, 2018-2022)

Corregimiento de El Toro

La disposición de los desechos sólidos dentro de este corregimiento según las encuestas aplicadas, de una muestra de 74 viviendas, en total de 200 personas, el 100% realiza la quema de los desechos y un 6.76 % lo entierra, en este caso los residuos que son enterrados está el vidrio y el plástico que contiene agroquímicos.

Entre los desechos sólidos más generados en este corregimiento están el papel con 98.65 %, plástico con 90.54 %, vidrio con 32.34 % y el cartón con 13.51% y La disposición de los desechos líquidos se da con el vertido directamente al suelo con un 100%, el total de las encuestas aplicadas.

Corregimiento de Leones

La disposición de los desechos sólidos dentro de este corregimiento según las encuestas aplicadas, de una muestra de 85 viviendas, en total de 250 personas, el 100% realiza la quema de los desechos.

Entre los desechos sólidos más generados en este corregimiento están el papel con 100 %, plástico con 100 %, vidrio con 23.53 % y el cartón con 9.41%.

La disposición de los desechos líquidos se da con el vertido directamente al suelo con un 100%, el total de las encuestas aplicadas y un 14.12 % lo recicla, entre los residuos líquidos reciclados está el aceite de cocina usado, en la cual algunos moradores lo utilizan para revolver con la comida de cerdos.

Corregimiento de Chepo

La disposición de los desechos sólidos dentro de este corregimiento según las encuestas aplicadas, de una muestra de 40 viviendas, en total de 52 personas, el 100% realiza la quema de los desechos.

Entre los desechos sólidos más generados en este corregimiento están el papel con 100 %, plástico con 100 %, vidrio con 32.5 % y el cartón con 15%.

La disposición de los desechos líquidos se da con el vertido directamente al suelo con un 100%, el total de las encuestas aplicadas.

La disposición de los desechos sólidos dentro del distrito de las Minas según cifras de la CEPAL-2014, de una muestra 2,130 habitantes el 48.17% de la población realiza la quema de los desechos, 28.26 % lo deposita en terreno baldío y solo un 10.61% utiliza el servicio de recolección pública, atentando así con la contaminación del medio ambiente, fuentes de agua y cobertura de suelo; es importante resaltar que una gran parte de la población utiliza el método de incineración provocando carbono a la atmosfera y degradando la calidad del aire y por consecuencia la calidad de vida de los habitantes.

El 76.43% de la población según información de la CEPAL quema y entierra los desechos sólidos, contaminando la atmósfera y la corteza de suelo.

CUADRO XLVII. GESTIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SUAY

Gestión de desechos sólidos y líquidos								
Corregimientos	Encuestas aplicadas a las viviendas	Cantidad de personas	Gestión de desechos sólidos			Gestión de desechos líquidos		
			Incinerado	Enterrado	Reciclado	Vertido al suelo	Vertido a fuentes de agua	Reciclaje
Ponuga	29	85	29	13	0	29	0	0
Tebario	48	170	48	24	0	48	0	0
El Tijera	39	112	39	0	0	39	0	9
Cerro Largo	28	78	28	0	0	28	0	0
El Toro	74	204	74	5	0	85	0	0
Leones	85	257	85	0	0	85	0	12
Chepo	40	143	40	0	0	40	0	0
Total	343	1,049	343	42	0	343	0	21

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En el cuadro se muestra la gestión de los desechos sólidos y líquidos que se dan en los corregimientos de la subcuenca, con los tres tipos de gestión a los desechos sólidos (Incinerado, Enterrado y Reciclado) y la gestión de los desechos líquidos (Vertido al suelo, vertido a las fuentes de agua y reciclaje).

CUADRO XLVIII. DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS MÁS GENERADOS EN LA SUBCUENCA

Gestión de desechos sólidos y líquidos								
Corregimientos	Encuestas aplicadas a las viviendas	Cantidad de personas	Desechos sólidos más generados				Desechos líquidos más generados	
			Papel	Plástico	Vidrio	Cartón	Aceite de cocina	Aguas domesticas
Ponuga	29	85	26	24	15	6	29	29
Tebario	48	170	40	34	13	14	48	48
El Tijera	39	112	38	39	1	0	39	39
Cerro Largo	28	78	25	28	3	13	28	28
El Toro	74	204	73	67	24	10	74	74
Leones	85	257	85	85	20	8	85	85
Chepo	40	143	40	40	13	6	40	40
Total	343	1,049	327	317	89	57	343	343

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En el cuadro se presentan los desechos sólidos y líquidos que más se generan en los corregimientos de la subcuenca del Río Suay, de acuerdo a las encuestas aplicadas.

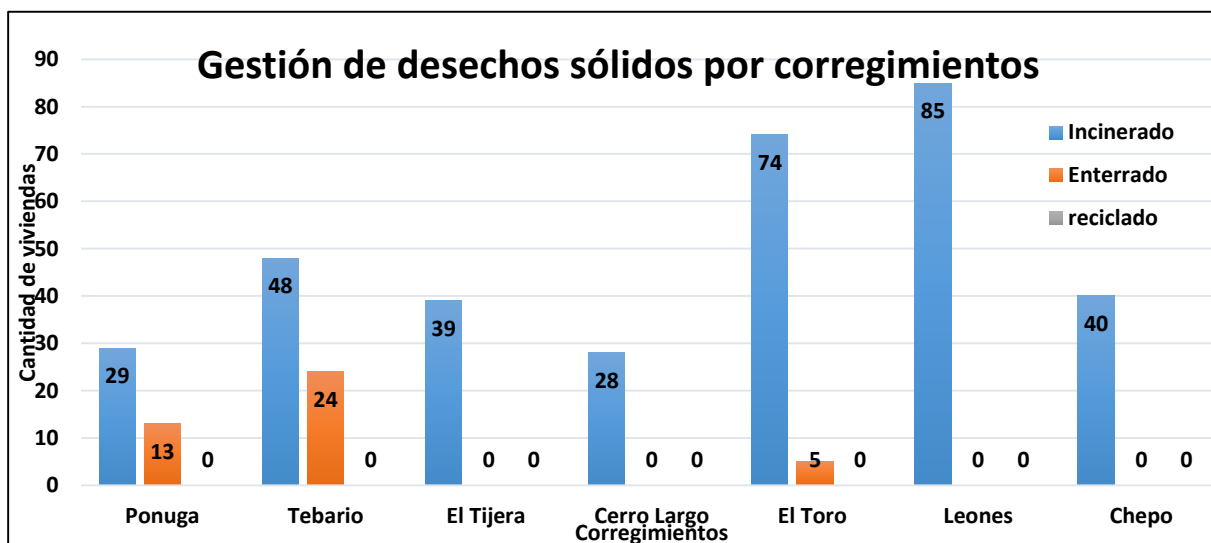


Figura 47. Gestión de desechos sólidos en los corregimientos

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En la figura se presentan las diferentes disposiciones que se le da a los desechos sólidos en los siete corregimientos, un mayor porcentaje de las viviendas realiza el incinerado de los desechos, también se da el enterrado de los desechos, y por último se indica que no se realiza el reciclado en ningún corregimiento.

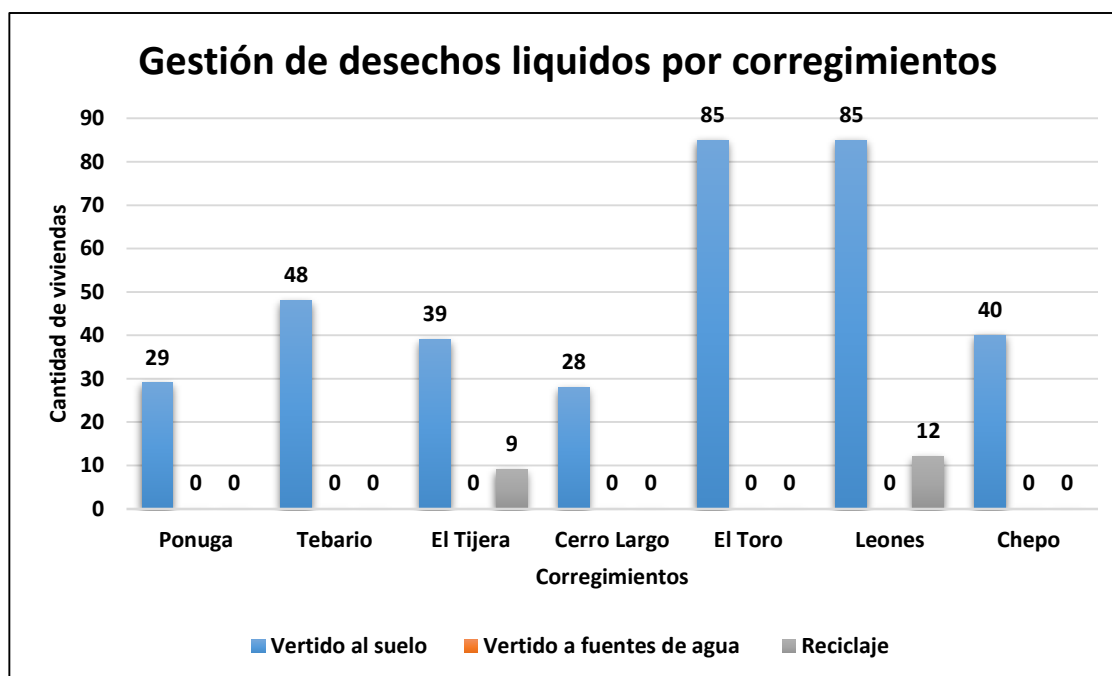


Figura 48. Gestión de desechos líquidos en los corregimientos

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En la figura se presentan las diferentes disposiciones que se le da a los desechos líquidos en los siete corregimientos, un mayor porcentaje de las viviendas realiza el vertido al suelo, seguido del reciclaje y por último se indica que no se realiza el vertido a las fuentes de agua en ningún corregimiento.

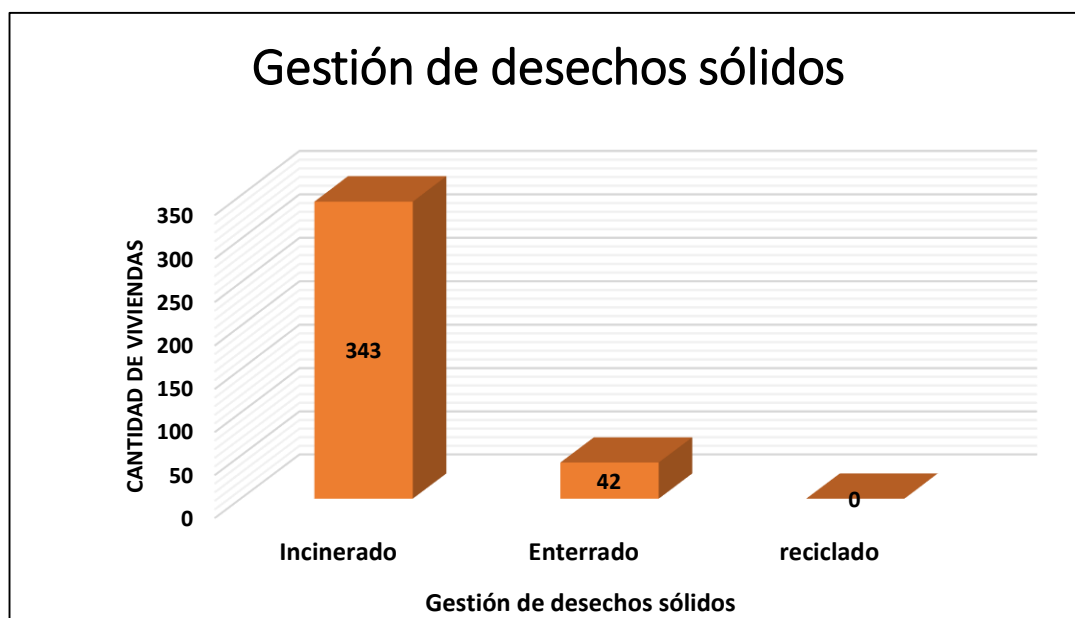


Figura 49. *Gestión de los desechos sólidos en la Subcuenca.*

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En la figura se presentan los datos de la gestión de los desechos sólidos registrados en la subcuenca, de acuerdo a las viviendas encuestadas, donde las 343 viviendas realizan incinerado de los desechos sólidos, seguido de 42 viviendas que entierran algunos desechos sólidos y 0 viviendas realizan reciclado de desechos sólidos.

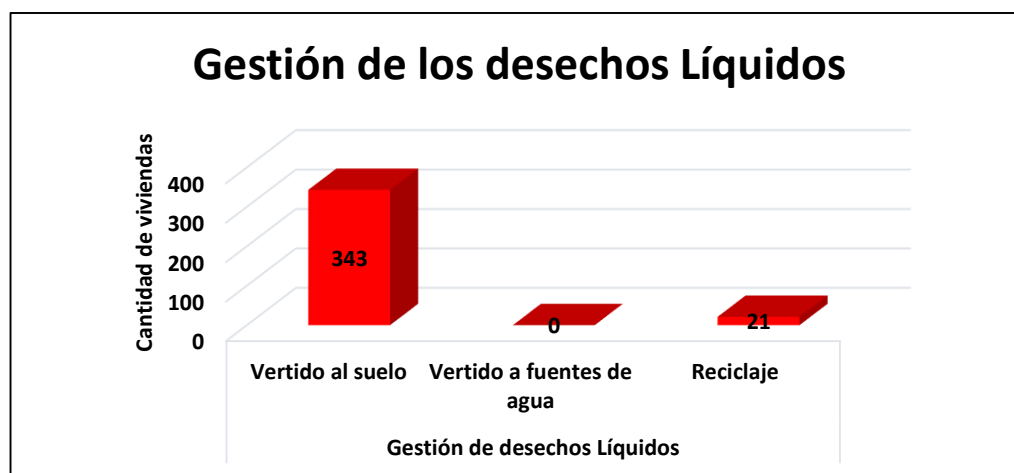


Figura 50. Gestión de los desechos líquidos en la Subcuenca

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En la figura se presentan los datos de la gestión de los desechos líquidos registrados en la subcuenca, de acuerdo a las viviendas encuestadas, donde las 343 viviendas realizan vertido al suelo de los desechos líquidos, seguido de 21 viviendas que reciclan los desechos líquidos y 0 viviendas realizan vertido a las fuentes de agua.

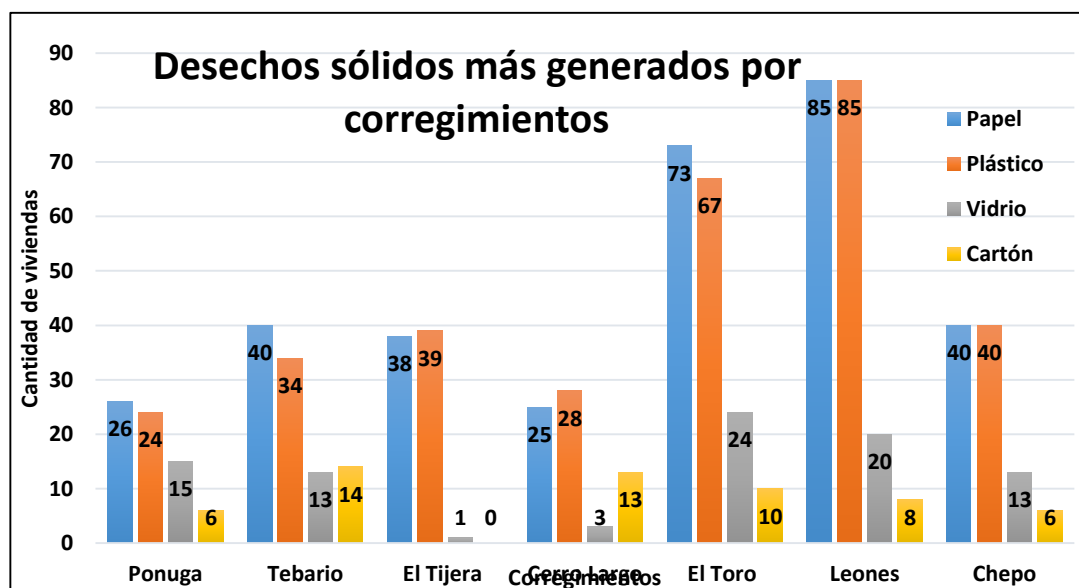


Figura 51. Desechos sólidos más generados por corregimientos.

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En la figura se presentan los desechos sólidos más generados en los siete corregimientos, un mayor porcentaje de las viviendas utiliza el papel y plástico, seguido del vidrio y el cartón.

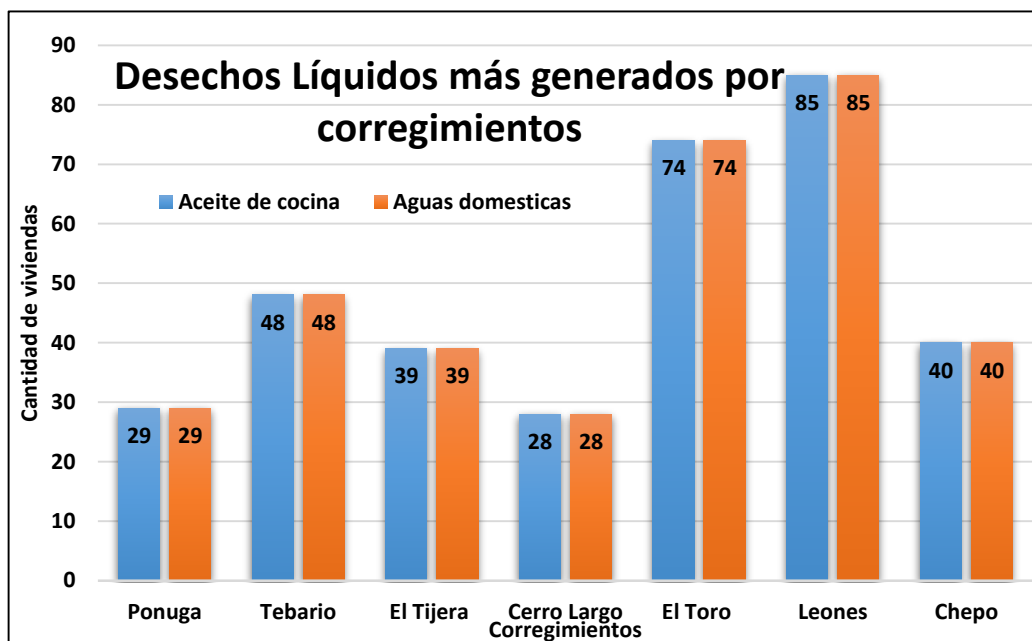


Figura 52. Desechos Líquidos más generados por corregimientos.

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En la figura se presentan los desechos líquidos más generados en los siete corregimientos, en el mayor porcentaje de las viviendas se genera aceite de cocina y aguas domésticas.

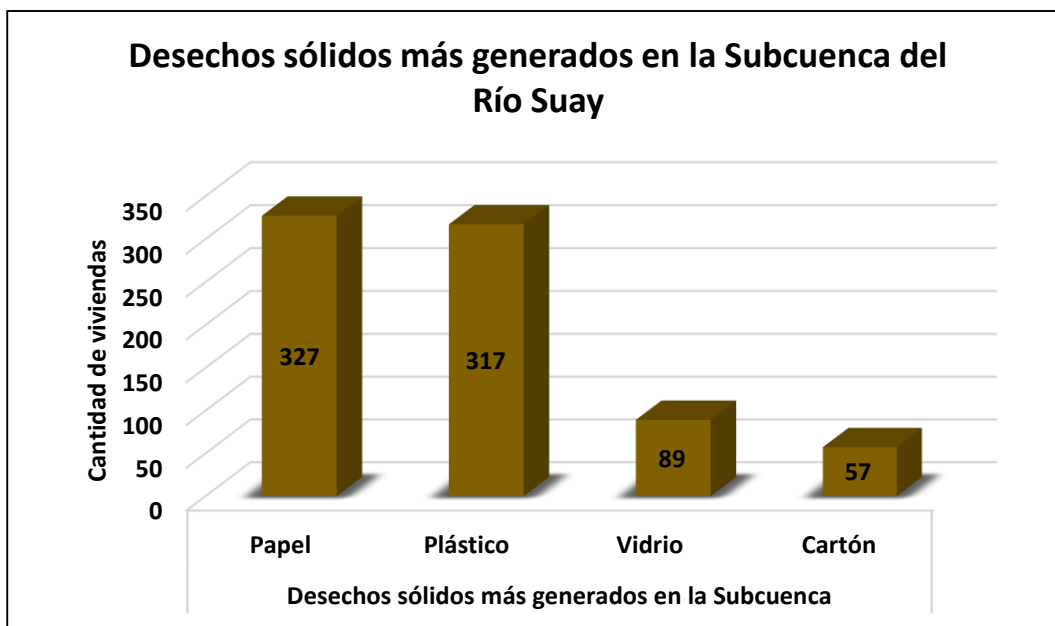


Figura 53. Desechos sólidos más generados en la Subcuenca del Río Suay

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En la figura se presenta los desechos sólidos más generados en la subcuenca, de acuerdo a la cantidad de viviendas encuestadas.

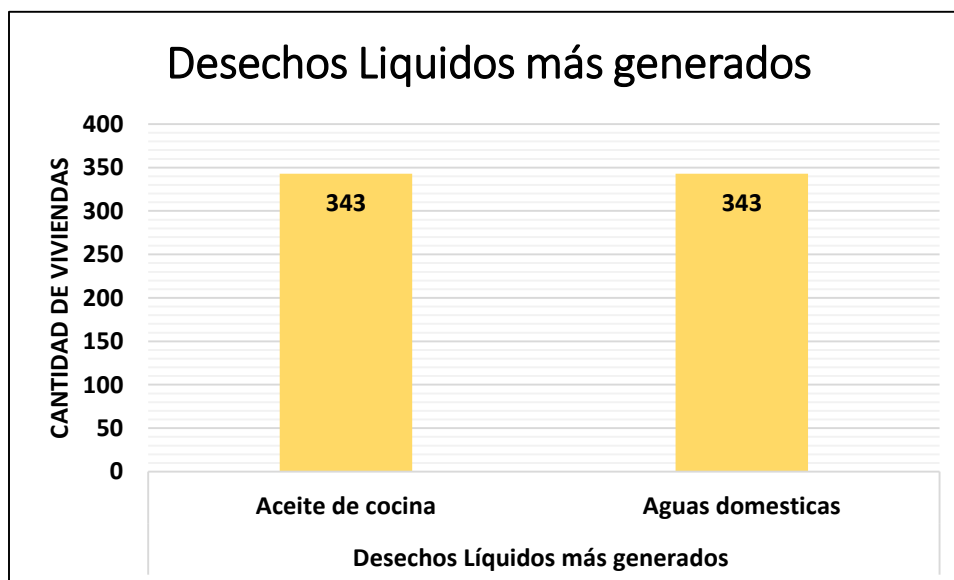


Figura 54. Desechos líquidos más generados en la subcuenca

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En la figura se presenta los desechos líquidos más generados en la subcuenca, de acuerdo a la cantidad de viviendas encuestadas, donde las 343 viviendas registraron que los desechos líquidos más generados son, el aceite de cocina y las aguas domésticas.

Generación per cápita de RSD y RSU en América Latina y el Caribe (Kg/hab/día)												
País	Micro		Pequeño		Mediano		Grande		Mega		País	
	RSD	RSU	RSD	RSU	RSD	RSU	RSD	RSU	RSD	RSU	RSD	RSU
Argentina	0,66	0,92	0,68	1,06	0,8	1,02	0,78	1,41	..	..	0,77	1,15
Belice	-	-	-	-	-	-	-	-	..	..	-	-
Bolivia (Estado Plurinacional de)	0,27	0,29	0,4	0,43	0,45	0,48	0,51	0,55	..	..	0,46	0,49
Brasil	0,49	0,87	0,54	0,86	0,66	0,85	0,78	1,31	0,91	1	0,67	1
Chile	0,75	1,28	0,76	1,43	0,8	1,21	0,86	1,12	..	..	0,79	1,25
Colombia	0,41	0,48	0,4	0,55	0,56	0,57	0,59	0,66	0,73	0,82	0,54	0,62
Costa Rica	-	1,21	-	0,75	-	0,89	-	1,2	..	..	-	0,88
Ecuador	0,41	0,54	0,45	0,66	0,59	0,68	0,73	0,85	..	..	0,62	0,71
El Salvador	0,3	0,48	0,42	0,64	0,58	0,94	0,58	1,74	..	..	0,5	0,89
Guatemala	0,36	-	0,42	0,5	0,52	0,62	0,5	0,62	..	..	0,48	0,61
Guyana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Honduras	0,27	-	0,37	-	0,67	-	0,94	-	-	..	0,61	-
Jamaica	0,6	-	0,64	-	0,83	-	0,95	-	..	..	0,71	-
México	0,32	0,53	0,47	0,78	0,49	0,83	0,75	1,1	0,65	1,34	0,58	0,94
Nicaragua	-	-	0,7	-	0,57	-	1	-	..	..	0,73	-
Panamá	0,46	0,54	0,57	1,11	0,59	0,96	0,5	1,6	..	..	0,55	1,22
Paraguay	0,63	0,72	0,63	0,86	0,72	1,02	0,83	1,28	..	..	0,69	0,94
Perú	0,33	0,53	0,41	0,63	0,51	0,67	0,48	0,85	0,43	0,81	0,47	0,75
República Dominicana	-	-	0,9	1	0,75	1,01	0,9	1,2	..	..	0,85	1,1
Uruguay	0,72	0,85	0,67	1,07	0,46	0,81	0,88	1,22	..	..	0,75	1,03
Venezuela (República Bolivariana de)	-	0,5	0,77	0,78	0,51	0,75	0,82	1,08	..	..	0,65	0,86
ALC	0,45	0,75	0,53	0,8	0,61	0,84	0,74	1,14	0,73	1,01	0,63	0,93

Figura 55. Generación per cápita de RSD y RSU en América latina y el caribe

Fuente: CEPAL(comisión economica de america latina y el caribe. (2013).

Según el “Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe 2010” (Martínez Arce et al , 2010), la generación de residuos sólidos es el indicador más importante para dimensionar la escala que deberán tener los distintos servicios del manejo de residuos y prever

las dificultades que se encontrarán en los procesos (especialmente es un parámetro muy importante para la toma de decisiones en lo que se refiere a proyección y diseño de los sistemas de recolección y disposición final). Su cuantía varía entre las distintas localidades de acuerdo a una serie de factores que influyen en su determinación, tales como desarrollo económico, nivel de ingreso, sectores de actividad predominantes, patrones de consumo, cantidad de población de la localidad, grado de urbanización y densidad poblacional, entre otros.

La evaluación regional (Martínez Arce et al, 2010) estimó que la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios (RSD) en ALC llega a 0,63 kg/hab/día, mientras que la de residuos sólidos urbanos (RSU) asciende a 0,93 kg/hab/día. Los indicadores per cápita obtenidos para la región implican una generación urbana diaria aproximada de 295.000 ton de RSD y 436.000 de RSU.

Para definir la cantidad de residuos generados en la Subcuenca del Río Suay, se utilizó el cuadro generado por CEPAL-2013, donde describe la cantidad de residuos que se genera por día en los diferentes países, donde se tomaron los datos de Residuos sólidos domiciliarios(RSD) generados en Panamá.

Se indica que Micro: < 15,000 habitantes; Pequeño: 15,001-50,000 habitantes; Mediano: 50,001-300,000 habitantes; Grande:300.001- 5,000,000 habitantes; Mega: >5,000,000 habitantes.

El valor utilizado para el indicador de cantidad de desechos sólidos y líquidos es Micro: <15,000 habitantes, donde se indica que Panamá registra 0,46 Kg/hab/día de residuos sólidos domiciliarios (RSD).

El análisis se realizó de acuerdo a la cantidad de viviendas que se encuentran en la Subcuenca del Río Suay.

CUADRO XLIX. DATOS REGISTRADOS EN LA ENCUESTA

Gestión de desechos sólidos y líquidos				
Corregimientos	Encuestas aplicadas a las viviendas	Cantidad de personas	Valor registrado para Panamá Kg/hab/día	Desechos generados Kg/hab/día
Ponuga	29	85	0,46	13.34
Tebario	48	170	0,46	22.08
El Tijera	39	112	0,46	17.94
Cerro Largo	28	78	0,46	12.88
El Toro	74	204	0,46	34.04
Leones	85	257	0,46	39.1
Chepo	40	143	0,46	18.4
Total	343	1,049		157.78

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En el cuadro se presentan la cantidad de viviendas encuestadas, el total de personas en cada corregimiento y el valor generado de residuos domiciliarios en Panamá.

Para realizar el análisis se multiplico la cantidad de viviendas por el valor registrado de Panamá sobre la cantidad de desechos generados por día, En total se registró 157.78 Kg/hab/día de residuos domiciliarios cada día.

ECUACIÓN XX. Cantidad de desechos generados en la subcuenca

$$x = \frac{\text{desechos generados Kg/hab/día por corregimiento}}{\text{Desechos generados total en la subcuenca}} * 100 = \%$$

CUADRO L. PORCENTAJE DE LOS DESECHOS GENERADOS EN LA SUBCUENCA

Gestión de desechos Generados		
Corregimientos	Desechos generados Kg/hab/día	Porcentaje del indicador
Ponuga	13.34	8.45
Tebario	22.08	13.99
El Tijera	17.94	11.37
Cerro Largo	12.88	8.16
El Toro	34.04	21.57
Leones	39.1	24.78
Chepo	18.4	11.66
Total	157.78	100 %

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En el cuadro se presentan la cantidad de desechos generados en Kg/hab/día. Los corregimientos con mayor porcentaje son, el Toro, Leones y Tebario.

Sistema de distribución de agua potable

Corregimiento de Ponuga

La población posee agua potable en todas las residencias, la cual es tratada mediante la cloración para desinfectar el agua y hacerla potable, la misma es distribuida directamente del acueducto rural que se encuentra en la comunidad, la cual tiene permiso de agua, personería jurídica y está conformada por una JAARs.

También se encontraron dos pozos que son utilizados para abastecer cuatro casas directamente por gravedad, que también poseen agua directamente del acueducto de la comunidad.

Es importante señalar que dentro de la comunidad existen moradores que poseen el agua potable por gravedad, directamente de una fuente de agua superficial que solo es distribuida para tres casas.

Corregimiento de Tebario

Un 24.49% (11 viviendas) poseen agua potable, distribuida directamente de agua superficial por gravedad, que es tratado por cloración para que sea apta al consumo humano y un 75.51% (37 viviendas) no posee agua potable, ya que la misma es captada directamente de una fuente (quebrada), donde señalan los moradores no es apta para consumo humano, ya que cuando llega a las residencias contiene muchos sedimentos, por lo que su color, sabor y olor no es agradable, porque no recibe el tratamiento de cloración.

En el corregimiento se registraron 4 pozos, que suministran agua potable a 7 residencias, donde recibe cada cierto tiempo tratamiento de cloración.

Es importante señalar que dentro del corregimiento hay 2 acueductos, el primero ubicado en Tebario y el segundo en La Primavera. los cuales no están funcionando de manera adecuada por diversas razones: los moradores no quieren pagar por el vital líquido, conflictos dentro de la comunidad y mala distribución del recurso, por lo que no se da el tratamiento de cloración y sus fuentes no están en óptimas condiciones.

La gran problemática en este corregimiento es el acceso al agua potable, dentro del corregimiento existen Juntas Administradoras de Acueducto rural (JAARs), que cuentan con permisos de agua y personería jurídica, pero no están funcionando por los diferentes conflictos en la comunidad.

Corregimiento de El Tijera

El 100 % (39 viviendas) no poseen agua potable en el corregimiento de El Tijera, ya que el agua no presenta el tratamiento de cloración. La misma es distribuida directamente en un 46.15 % de agua superficial, un 20.51% agua acueducto rural, que no es tratado y 33.33% de pozo directamente.

Es importante señalar que dentro del corregimiento hay varios acueductos, de los cuales ya no funcionan por daños de tuberías e infraestructuras.

En el corregimiento se registraron cuatro pozos, que suministran agua potable a trece residencias, pero no reciben el tratamiento de cloración.

La gran problemática en este corregimiento es el acceso al agua potable, dentro del corregimiento existen 5 Juntas Administradoras de Acueducto rural (JAARs), que cuenta con permiso de agua y personería jurídica, pero en su mayoría ya no realizan la función adecuada para llevar el vital líquido a las viviendas de manera tratada por el proceso de cloración.

Corregimiento de Cerro Largo

El 85.71% (24 viviendas) poseen agua potable en el corregimiento, y el 14.29% (4 viviendas) no poseen agua potable, ya que el agua no presenta el tratamiento de cloración. La misma es distribuida directamente en un 50% de acueducto rural, un 35.71% de agua superficial y 14.29% de pozo directamente.

Dentro de las comunidades encuestadas se encontraron tres pozos, que distribuyen agua a cuatro casas dentro de la Subcuenca.

Es importante señalar que dentro del corregimiento hay varios acueductos, de los cuales ya no funcionan por daños de tuberías e infraestructuras.

El distrito de Ocú no cuenta con alcantarillado sanitario, se requiere del mismo. Por otra parte, el Gobierno Nacional realizó hace un par de años realizó la expropiación de los terrenos donde se construirán las tinajas de oxidación que utilizará el servicio de alcantarillado que está en proyecto. Por otra parte, en lo que respecta a abastecimiento de agua solo se tiene el 24.20% conectado al acueducto del IDAAN en la cabecera del distrito, el 65.89% a acueducto público

de la comunidad, el 2.56% acueducto particular, 0.70% pozo brocal y 0.66% pozo sanitario. Información suministrada por la Dirección de Estadística y Censo. (Plan estratégico distrital Ocú, 2018-2022)

Corregimiento de El Toro

El 89.19 % (66 viviendas) poseen agua potable en el corregimiento, y el 10.81% (8 viviendas) no poseen agua potable, ya que el agua no presenta el tratamiento de cloración. La misma es distribuida directamente en un 60.81 % de acueducto rural, un 18.92 % de agua superficial y 20.27% de pozos por gravedad y pozos directos.

Dentro de las comunidades encuestadas se encontraron cuatro pozos, que distribuyen agua a cuatro casas dentro de la Subcuenca.

Es importante señalar que dentro del corregimiento hay varios acueductos, de los cuales ya no funcionan por daños de tuberías e infraestructuras.

Corregimiento de Leones

El 94.12 % (80 viviendas) poseen agua potable en el corregimiento, y el 5.88% (5 viviendas) no poseen agua potable, ya que el agua no presenta el tratamiento de cloración. La misma es distribuida directamente en un 55.29 % de acueducto rural, un 38.82 % de agua superficial y 5.88% de pozo directamente.

Dentro de las comunidades encuestadas se encontraron cinco pozos, que distribuyen agua a cinco casas dentro de la Subcuenca.

Es importante señalar que dentro del corregimiento hay varios acueductos, de los cuales ya no funcionan por daños de tuberías e infraestructuras.

Corregimiento de Chepo

El 100 % (40 viviendas) poseen agua potable en el corregimiento, el agua es tratada mediante cloración en toda la comunidad. La misma es distribuida directamente en un 72.5 % de acueducto rural, un 22.5 % de agua superficial por gravedad y un 5% de pozo por gravedad.

Dentro de las comunidades encuestadas se encontraron dos pozos, que distribuyen agua a dos casas dentro de la Subcuenca.

Es importante señalar que dentro del corregimiento hay varios acueductos y todos se encuentran en óptimas condiciones para abastecer a la población.

En las comunidades rurales tales como; Chepo, El Toro, Leones, en Las Minas, se abastecen de agua por el sistema de gravedad, que consiste en obtener el agua por el sistema de captaciones. En la mayoría de estas comunidades rurales el suministro de agua escasea en época de verano.

En cuanto al servicio de agua potable podemos decir que el 14.8% de la población se abastecen de acueducto público del IDAAN en la cabecera del distrito, el 55.2% del acueducto público de la comunidad, el 5.12% tiene Acueducto Particular, el 1.0% se abastecen de pozos sanitarios, el resto de los habitantes del distrito utilizan otras fuentes según Censo 2010. (Plan estratégico distrital Las Minas,2018-2020)

CUADRO LI. DATOS REGISTRADOS EN LA ENCUESTA SOBRE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.

Sistema de Distribución de Agua Potable								
Corregimientos	Encuestas aplicadas a las viviendas	Cantidad de personas	Poseen Agua Potable	No Poseen Agua Potable	Tipo de distribución de agua			
					Acueducto Rural	Agua Superficial (Gravedad)	Pozo Directo	Pozo Por gravedad
Ponuga	29	85	29	0	26	3	0	4
Tebario	48	170	11	37	37	11	0	7
El Tijera	39	112	0	39	8	18	4	8
Cerro Largo	28	78	24	4	14	10	4	0
El Toro	74	204	66	8	45	14	8	7
Leones	85	257	81	4	48	33	5	0
Chepo	40	143	40	0	29	9	0	2
Total	343	1,049	251	92	207	97	21	28

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En el cuadro se presentan los datos generados de las encuestas aplicadas a los moradores de la subcuenca del Río Suay, donde se muestran los diferentes sistemas de distribución de agua potable que se encuentran en las comunidades.

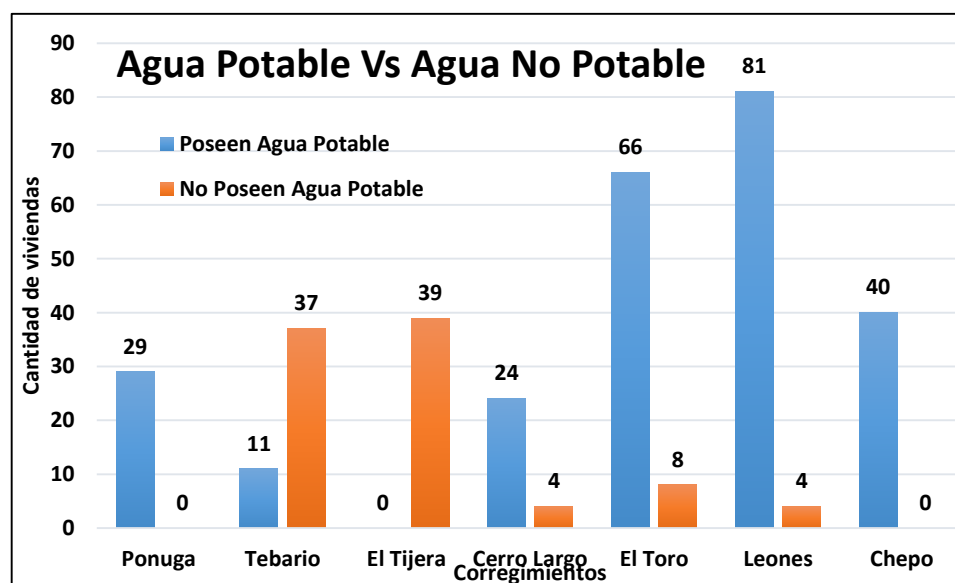


Figura 56. Agua Potable Vs Agua No Potable.

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En la figura se muestra una representación indicando las comunidades que poseen agua potable y no potable de acuerdo a las encuestas aplicadas.

CUADRO LII. PORCENTAJE DE LOS CORREGIMIENTOS QUE POSEEN AGUA POTABLE.

Corregimientos	Poseen Agua Potable	Porcentaje del indicador
Ponuga	29	11.55
Tebario	11	4.38
El Tijera	0	0.00
Cerro Largo	24	9.56
El Toro	66	26.29
Leones	81	32.27
Chepo	40	15.94
Total	251	100%

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En el cuadro se presentan la cantidad de viviendas que poseen agua potable en sus diferentes corregimientos, los corregimientos que más poseen agua potable son: Leones, El Toro, Chepo y Ponuga.

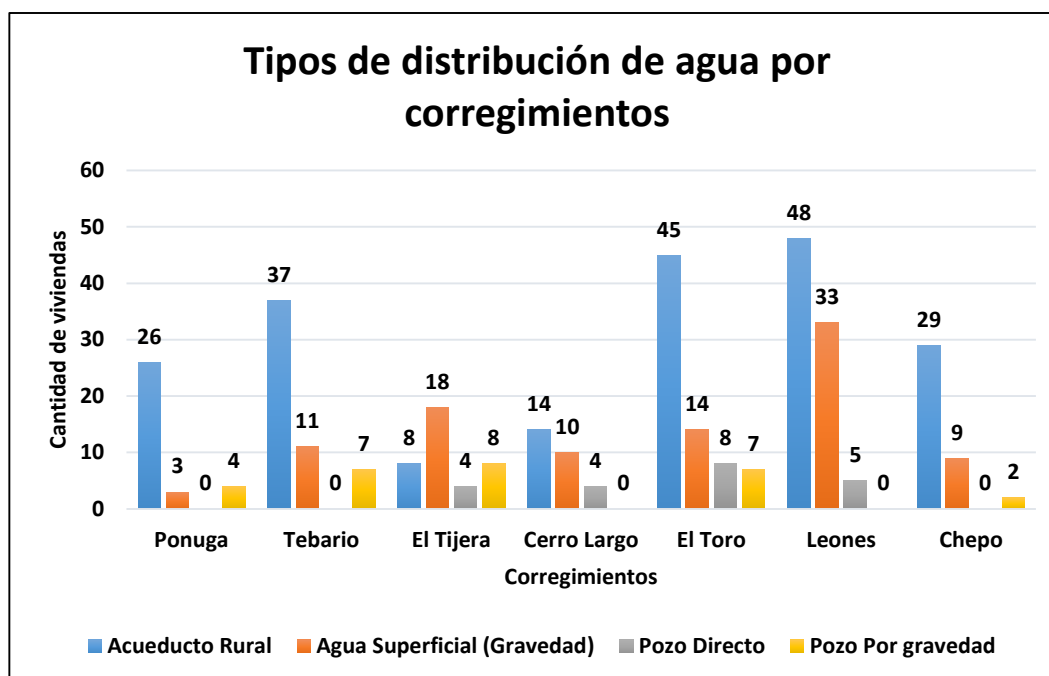


Figura 57. Tipos de distribución de agua por corregimientos

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En la figura se muestran los diferentes tipos de distribución de agua en los corregimientos, donde la mayor parte es distribuida por acueductos rurales y agua superficial por gravedad, y en su minoría es por pozo de gravedad y pozo directo.

ECUACIÓN XXI. Sistemas de distribución de agua potable

$$x = \frac{\text{viviendas con sistemas de distribución de agua potable (acueducto, superficial, pozo)}}{\text{Total de viviendas en la subcuenca con sistema de distribución de agua potable}} \times 100 = \%$$

CUADRO LIII. ANÁLISIS DEL INDICADOR

Tipo de distribución de agua potable		
	Cantidad	% del indicador
Acueducto Rural	207	59%
Agua Superficial (Gravedad)	97	27%
Pozo Directo	21	6%
Pozo por gravedad	28	8%
Total	353	100%

En el cuadro se presentan un total de distribución de agua potable, según la cantidad de viviendas a nivel de Subcuenca.



Figura 58. Porcentaje de tipos de distribución de agua potable en la subcuenca

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En la figura se presentan los resultados del indicador, donde muestra que en la subcuenca el sistema de distribución de agua por acueducto es de 59%, agua superficial por gravedad de 27%, pozo por gravedad de 8% y pozo directo de 6%.

CANTIDAD DE VERTEDEROS

Para la búsqueda de la información de la disposición de los vertederos, fue necesario consultar la página web: <http://www.aaud.gob.pa> de la Autoridad de Aseo, en el cual se encontró un documento elaborado por la Autoridad de Aseo Urbano y Domiciliario, en el año 2015, Nombre del Documento: acta de misión provincia de Veraguas, 2015, REF: AAUD-DST-I-002-2015, fecha: 21/01/2015, lugar: municipios de la Provincia de Veraguas y en el 2014 se creó un documento

cuyo nombre es acta de misión de península de Azuero, con REF: AAUD-DST-I-005-2014, fecha: 8/12/2014, en el municipio de las provincias de Los Santos y Herrera.

En los documentos sobre la AAUD se explican el manejo que le dan a los desechos en los diferentes Municipios de la Provincia de Veraguas y Herrera, se explica de manera detallada las actividades que realizan, características de los diferentes vertederos, problemáticas que enfrentan, áreas del vertedero, comunidades en las cuales realizan la recolección, etc.

Los vertederos en donde se da la disposición de los desechos generados en las comunidades de la subcuenca, son los siguientes:

Corregimiento de Ponuga

En las comunidades pertenecientes al corregimiento de Ponuga, que se encuentran dentro de la Subcuenca no se posee un vertedero, y tampoco se da la recolección de la basura, por lo que los moradores queman los residuos y algunos son enterrados, entre los residuos que más se generan están: Papel, vidrio, plástico y cartón. Mientras que los residuos líquidos son vertidos al suelo, contaminando el mismo

Corregimiento de Tebario

En las comunidades pertenecientes al corregimiento de Tebario, que se encuentran dentro de la Subcuenca no se posee un vertedero, pero cada 15 días la comunidad de Tebario centro es beneficiada por la recolección directamente de un carro recolector de la alcaldía de Mariato, los desechos son llevados al

vertedero del municipio de Atalaya, que es el más cercano de la zona y se estima que aproximadamente se pueden estar generando unas 12 Ton/semana.

Las demás comunidades que se encuentran dentro del corregimiento de Tebario deben quemar los residuos, enterrarlos y reciclar gran parte.

Vertedero del distrito de Atalaya

Ubicación del terreno: Se encuentra ubicado en la comunidad de Nuestro Amo, aproximadamente a 5 km del centro de Atalaya.

Descripción: cuenta con un terreno municipal, el área del terreno del vertedero es de 5 hectáreas, donde el área aproximada del vertedero para la disposición de los desechos es de 0.54 hectáreas. El vertedero cuenta con cerca perimetral, portón de ciclón y 1 celador en turno diurno.

Problemáticas: se recibe desechos hospitalarios, Presencia de vectores como moscas, aves carroñeras como los gallinazos (*Coragyps atratus brasiliensis*). el vertedero no cuenta con impermeabilización del suelo (geomembranas ni geotextiles) lo que implica la permeabilidad de lixiviados al suelo y cuerpos de aguas (subterráneas y posibles acuíferos), Se práctica la quema de los desechos a cielo abierto y se presencia mucho humo, en dicho vertedero se observan grandes volúmenes de desecho.

Características: La tasa de recolección es de B/.3.00 al mes para residencias, y la de los comercios dependerá del volumen y la actividad con rangos entre B/.8.00 a B/.10.00, La disposición final de desechos para autos privados está en B/.5.00 para carros pickup y de B/.6.00 a B/.8.00 para vehículos grandes, el personal de

recolección del municipio son 5 recolectores. El servicio de recolección lo prestan 2 empresas privadas para Atalaya y San Antonio, Se realizan operativos de recolección programada para los otros 3 corregimientos dentro del distrito de atalaya 1 vez al mes para cada uno. Los vehículos de recolección: 2 camiones, uno para cada empresa, dicha recolección se realiza los martes y viernes, donde las rutas establecidas cubren el 100% de recolección en Atalaya cabecera y San Antonio.

Corregimientos de El Tijera y Cerro largo

Los dos corregimientos pertenecientes al distrito de Ocú, no poseen un vertedero en ninguna de sus comunidades, tampoco se da la recolección por parte de las juntas comunales y alcaldía, por lo que los moradores deben deshacerse de sus residuos, ya sea quemando, enterrándolos o reciclándolos.

El vertedero más cercano a las comunidades es el ubicado en el distrito de Ocú.

Vertedero de Ocú

Ubicación: El vertedero está ubicado a 20 min del pueblo (5 Km).

Descripción: área aproximada de uso del vertedero de 1.64 hectáreas, globo de terreno del vertedero de 4 hectáreas. Solo se recolectan los desechos de la cabecera, donde el terreno es Municipal, Más de 20 años de uso de estos terrenos para vertido de desechos.

Problemáticas: se práctica la quema de los desechos a cielo abierto, especialmente la quema de llantas. Los vertederos no cuentan con

impermeabilización del suelo (geomembranas ni geotextiles) lo que implica la permeabilidad de lixiviados al suelo y cuerpos de aguas (subterráneas y posibles acuíferos), Se evidencio poca presencia de vectores; mosquitos, moscas, perros, aves carroñeras como los gallinazos (*Coragyps atratus brasiliensis*).

Características: la frecuencia de recolección es de 3 veces por semana (lunes, miércoles y viernes), los martes recolección y limpieza de parques. El camino es de tierra hacia el vertedero, donde hay 3 carros recolectores y no se cuenta con celadores.

El terreno que utilizan dentro del corregimiento de Ocú-Cabecera para la disposición de desechos sólidos no es el adecuado. El procedimiento que se utiliza es la quema y posteriormente proceden a soterrar los desechos inorgánicos. En los corregimientos de El Tijera y Cerro Largo, por las condiciones topográficas, no cuentan con los servicios de recolección de la basura y tienen que lanzarlas en lugares inapropiados o quemarla en los predios de sus hogares. (Plan estratégico distrital Ocú, 2018-2022)

Corregimientos de El Toro, Leones y Chepo

Los tres corregimientos pertenecientes al distrito de Las Minas, no poseen un vertedero en ninguna de sus comunidades, tampoco se da la recolección por parte de las juntas comunales y alcaldía, por lo que los moradores deben deshacerse de sus residuos, ya sea quemando, enterrándolos o reciclándolos.

El vertedero más cercano a las comunidades es el ubicado en el distrito de Las Minas.

Vertedero de Las Minas

Ubicación del sitio: Ubicado a 1 Km del centro del pueblo de las Minas.

Descripción: cuentan con un pequeño sitio, atrás del matadero, para colocar los desechos dentro de 3 pequeñas trincheras. Anteriormente llevaban los desechos al vertedero de Los Pozos.

Problemáticas: Se práctica la quema de los desechos a cielo abierto, Estas trincheras no cuenta con impermeabilización del suelo (geomembranas ni geotextiles) lo que implica la permeabilidad de lixiviados al suelo y cuerpos de aguas (subterráneas y posibles acuíferos).

Características: Cuentan con 2 camiones de recolección y 1 retro.

El Municipio de Las Minas es el encargado de la recolección de basura en los corregimientos de La Minas –Cabecera, corregimiento de El Chumical y la comunidad de Las Margarita. En el distrito de Las Minas existe un vertedero de basura para la disposición de los desechos sólidos pero la misma no cuenta con el espacio físico suficiente. Es importante recalcar dicho espacio no cuenta los requerimientos de salubridad establecido por las entidades regente en la materia. El Municipio de Las Minas cuenta con dos (2) carros recolectores de basura y posee un pequeño vertedero. La misma se incinera a cielo abierto para tener espacio y poder depositar la basura semanalmente. El presupuesto anual es de B/14,400.00. Para el mantenimiento y funcionamiento de este servicio. La tasa de cobro de basura mensual es B/.2.00 residencial y B/.6.00 para los negocios. Contamos con 151 contribuyentes y genera un total de B/4,104.00 balboas

anuales. Índice de morosidad al momento 5 residencias. (Plan estratégico distrital Las Minas, 2018-2020)

CUADRO LIV. DISPOSICIÓN DE LOS DESECHOS EN LA SUBCUENCA

Tipo de Disposición de manejo de los desechos en la Subcuenca			
Corregimientos	Vertedero	Manejo casero	Vertederos en los corregimientos
Ponuga		-	0
Tebario	-	-	0
El Tijera		-	0
Cerro Largo		-	0
El Toro		-	0
Leones		-	0
Chepo		-	0
	1 Vertedero	7 Manejo casero	No hay vertederos

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En el cuadro se presenta la información detallada de la disposición de los desechos, el único corregimiento que los desechos van directo a un vertedero cercano a su distrito es el corregimiento de Tebario, donde se da la recolección de la basura y se utiliza el manejo casero, también se da el manejo casero en los 6 corregimientos que se encuentran dentro de la subcuenca.

En los corregimientos que se encuentran dentro de la subcuenca, no se ubica ningún vertedero, por lo cual los moradores deben buscar otros métodos de disposición de los desechos.

INVERSIÓN PÚBLICA EN INFRAESTRUCTURA DE AGUA

Para realizar la búsqueda de esta información fue necesario consultar mediante notas dirigidas a instituciones gubernamentales entre ellas: Autoridad Nacional de Descentralización (AND), Ministerio de Economía y finanzas(MEF) y de forma directa con las alcaldías y juntas comunales de los corregimientos.

La base de datos está registrada desde el año 2016 hasta el 2020.

CUADRO LV. INVERSIONES EN INFRAESTRUCTURAS DE AGUA POTABLE.

Proyectos de infraestructura de agua en la Subcuenca del Río Suay					
Corregimiento	Infraestructura al proyecto	Año del proyecto	Monto del proyecto	Dólares invertidos por corregimientos desde el 2016-2020	Promedio del PIB en millones de balboa de la Provincia de Veraguas y Herrera. 2016-2020
Ponuga	Mejoras a los acueductos de las comunidades del corregimiento	2017	29,425.00	29,425.00 + 43,206.28 = 72,631.28	697,125,000.00
Ponuga	Construcción y mejoras de Acueductos para el corregimiento	2010	43,206.28		
Tebario	Mejoras al acueducto de Tebario Centro	2010	23,192.25	23,192.25+70,938.00 + 65,216.50 = 159,346.75	697,125,000.00
Tebario	Construcción del acueducto de Tebario Centro	2014	70,938.00		
Tebario	Construcción de Acueducto La Primavera	2018	65,216.50		

El Tijera	Mejoramiento de acueductos (equipo de bombeo y accesorios)	2016	5,050.40		
El Tijera	Suministro de equipo y/o bombeo	2019	7,964.00	5,050.40 +	
El Tijera	Suministro de materiales para mejorar acueductos	2019	17,000.00	7,964.00 +	
				17,000.00 =	697,125,000.00
Cerro Largo	Suministro de tanque de reserva de agua	2018	639.20		
Cerro Largo	Suministro de tanque de reserva de agua	2018	3,866.89		
Cerro Largo	Suministro de equipo y/o bombeo	2019	5,344.70		
Cerro Largo	Mejoras a los acueductos de la comunidad	2019	25,450.50	639.20 +	
Cerro Largo	Mejoramiento de acueducto de la comunidad de Cerro Largo	2020	33,151.66	3,866.89 +	
				5,344.70 +	
				25,450.50 +	
				33,151.66 =	697,125,000.00
				68,452.95	
El Toro	Suministro de materiales para mejoras del acueducto en el corregimiento	2016	13,537.48		
El Toro	Suministro de materiales para acueductos dentro del corregimiento	2019	25,000.00	13,537.48 +	
				25,000.00 =	697,125,000.00
				38,537.48	
Leones	Mejoramiento de acueductos	2016	44,495.95		
Leones	Mejoramiento de acueductos de las comunidades	2018	31,618.50		

	de Leones y Los Helechales.			44,495.95 + 31,618.50 + 1,230.00 =77,344.45	697,125,000.00
Leones	Mejoramiento de acueductos de los Helechales	2020	1,230.00		
Chepo	Mejoramiento de acueducto dentro del corregimiento	2017	35,417.00	35,417.00 + 15,478.40 = 50,895.40	697,125,000.00
Chepo	Suministro de materiales para acueductos dentro del corregimiento	2019	15,478.40		
Total				497,222.71	697,125,000.00

Fuente: AND, 2021.

ECUACIÓN XXII. Infraestructuras de agua

$$x = \frac{\text{Dolares invertidos por corregimiento}}{\text{Total de dólares invertidos en la subcuenca}} * 100 = \%$$

CUADRO LVI. RESULTADO DEL INDICADOR DE INFRAESTRUCTURAS DE AGUA POTABLE

Corregimientos	Resultado del indicador %
Ponuga	14.61
Tebario	32.05
El Tijera	6.04
Cerro Largo	13.76
El Toro	7.75
Leones	15.55
Chepo	10.24
Total	100 %

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En el presente cuadro se muestran los resultados del indicador de infraestructuras de agua potable.

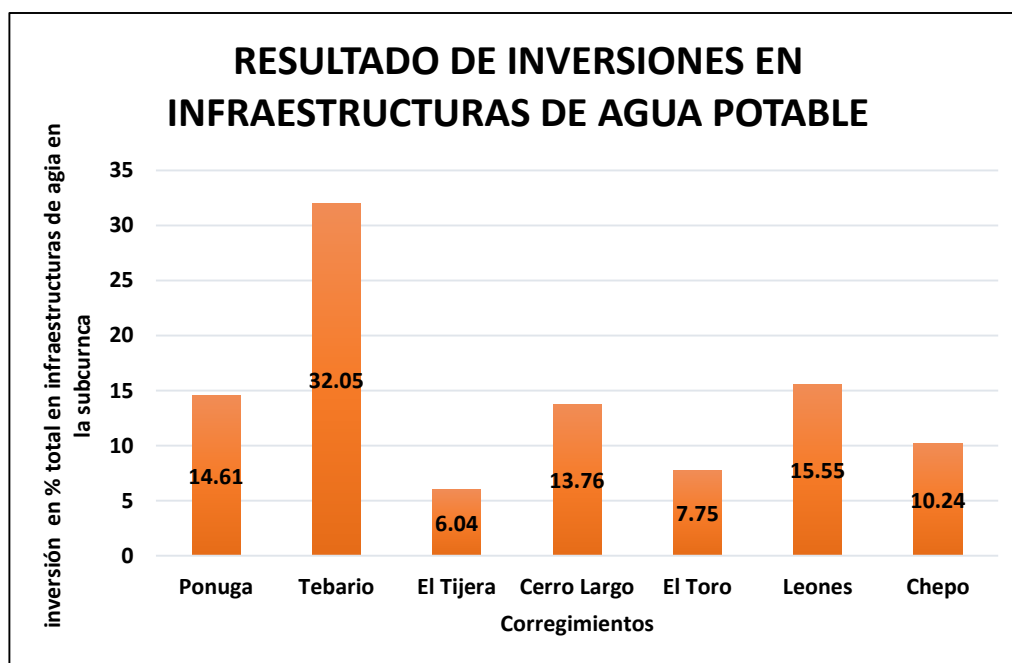


Figura 59. Inversiones públicas en Infraestructuras de agua periodo 2016-2020

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En la figura se presenta las comunidades de la Subcuenca donde se realizaron inversiones en infraestructuras de agua, el corregimiento con mayor porcentaje fue Tebario con 32.05% % del resto de los demas corregimiento de acuerdo al total de inversiones registrados en la subcuenca.

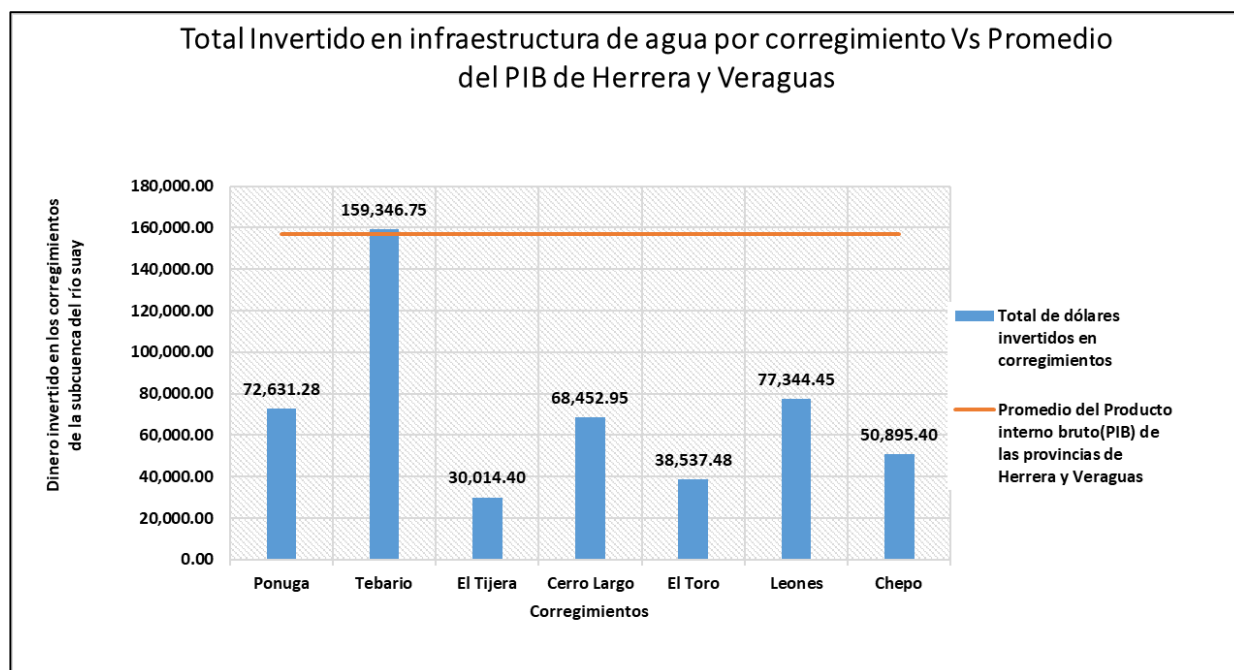


Figura 60. Total invertido en infraestructura de agua potable y corregimiento Vs

Promedio de PIB de Herrera y Veraguas.

En la figura se muestra la diferencia de los dólares invertidos en cada corregimiento sobre infraestructuras de agua potable, donde se muestra que el corregimiento de Tebario, Ponuga y Cerro Largo, son los corregimientos en los que más se ha invertido, de acuerdo al PIB de las dos provincias.

Servicio sanitario

Para el análisis de este indicador se tomó en cuenta la base de datos de población y vivienda que se encuentra en los documentos de la Contraloría General De La República de Panamá, apoyada por el Instituto Nacional de Estadística y Censo realizado en el año 2010.

CUADRO LVII. DATOS DEL TOTAL DE VIVIENDAS EN LOS CORREGIMIENTOS Y LAS VIVIENDAS CON SERVICIO SANITARIO POR CORREGIMIENTO.

N°	Corregimiento	Total viviendas	de Servicio Sanitario
1	Ponuga	74	68
2	Tebario	137	130
3	El Tijera	110	99
4	Cerro Largo	76	68
5	El Toro	198	172
6	Leones	222	196
7	Chepo	103	102
	Total	920	835

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En el cuadro se muestra la cantidad de corregimientos en la subcuenca, el total de viviendas, y las viviendas con servicio sanitario presente en cada corregimiento (CENSO,2010).

ECUACIÓN XXIII. Viviendas con Servicio Sanitario

$$x = \frac{\text{N° de viviendas en en corregimiento con servicio Sanitario}}{\text{N° Total de viviendas en la subcuenca con servicio sanitario}} * 100$$

= %

CUADRO LVIII. RESULTADO DEL INDICADOR DE SERVICIO SANITARIO

N°	Corregimientos	Resultado %
1	Ponuga	8.15%
2	Tebario	15.57%
3	El Tijera	11.85%
4	Cerro largo	8.14%
5	El Toro	20.60%
6	Leones	23.47%
7	Chepo	12.22%
	Total	100%

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

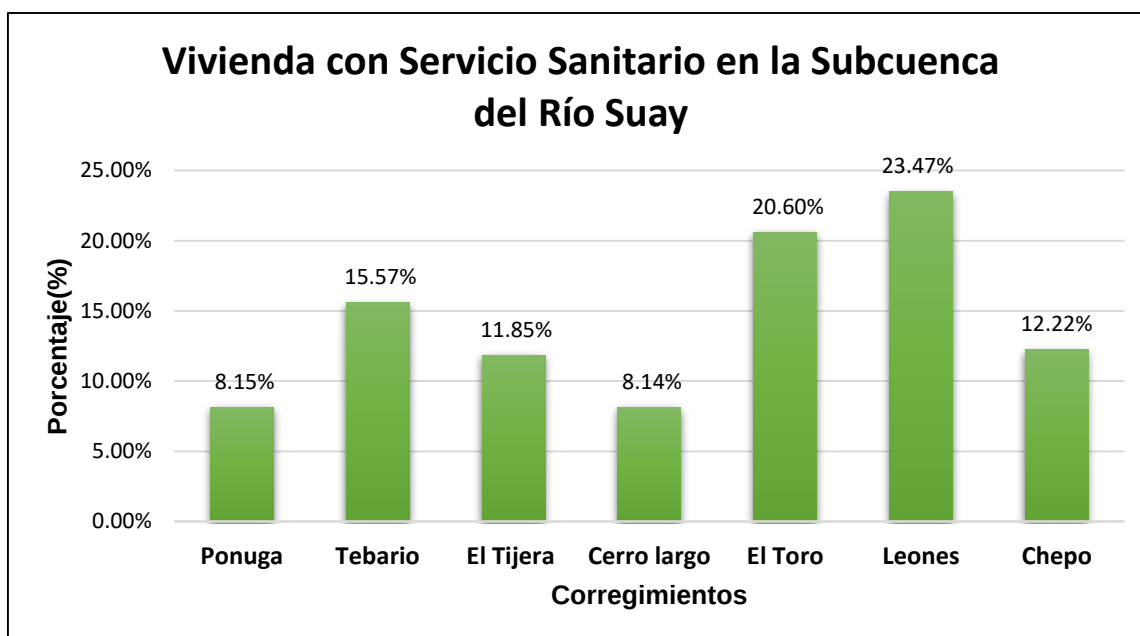


Figura 61. Viviendas por corregimientos con Servicio Sanitario según el Censo 2010.

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

En la figura se presentan los resultados en porcentaje de las viviendas con servicio sanitario según el Censo 2010.

Proyectos comunitarios para manejo de las aguas residuales

Este indicador no se resolvió debido a que no existe dentro de la Subcuenca ningún proyecto comunitario para el manejo de las aguas residuales, por esa razón no se describe ninguna información.

Agrupaciones ambientales o grupos organizados

Este indicador fue facilitado mediante la aplicación de las encuestas, con la finalidad de conocer cuántos grupos organizados se encontraban en los corregimientos pertenecientes a la Subcuenca del Río Suay.

Corregimiento de Ponuga

Dentro de este corregimiento no existe ningún grupo ambientalista, organización, grupo organizado entre otros.

Corregimiento de Tebario

Dentro del corregimiento existen 2 asociaciones, entre ellas: Asociación de productores de carne y leche en Tebario (APROCLET), dedicados a la venta de carne y leche de vaca; y la Asociación de Pescaderos Artesanales (APARTE), dedicados a la pesca en el corregimiento de Tebario.

Existe un grupo organizado de mujeres llamado Tebareñas Unidas, las cuales se dedican a realizar talleres y actividades de costuras.

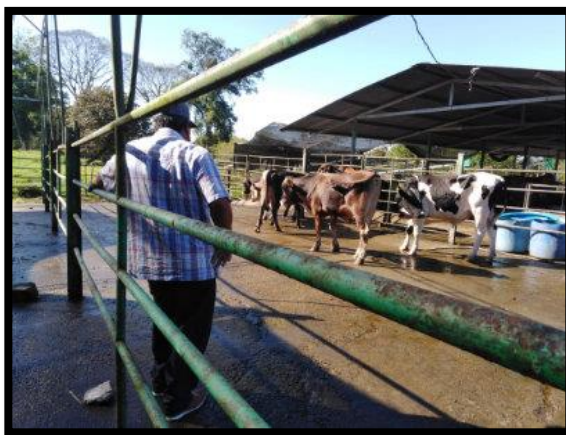


Figura 62. Productor de Leche y Carne



Figura 63. Pescadores de Tebario

Corregimiento de Tijera

Dentro del corregimiento existe una Cooperativa de servicios múltiples productores unidos El Tijera COOPRUT, RL., son unos pequeños productores en la cabecera del corregimiento de El Tijera, los cuales se dedican a la producción de raíces y tubérculos (ñame y yuca), con el fin de promocionar, vender sus productos y llevar sustentos a sus hogares.



Figura 64. Logo de COOPRUT, RL,
Corregimiento de Cerro Largo

Figura 65. Productores de la cooperativa

Dentro de este corregimiento no existe ningún grupo ambientalista, organización, grupo organizado entre otros.

Corregimiento de El Toro

Dentro de este corregimiento no existe ningún grupo ambientalista, organización, grupo organizado entre otros.

Corregimiento de Leones

Dentro de este corregimiento no existe ningún grupo ambientalista, organización, grupo organizado entre otros.

Corregimiento de Chepo

Cooperativa de Servicios Múltiples Campesinos Unidos por el Progreso de la Loma del Montoso, R.L. (COOSEMUCUP, R.L.) es una cooperativa dedicada a la producción agrícola sostenible, dedicada a la apicultura, que busca asociar sistemas agroforestales a futuro con las técnicas de apicultura, para garantizar una mejor producción y preservación de la biodiversidad en la zona.



Figura 66.COOSEMUCUP, R.L



Figura 67. Área de Apicultura

CUADRO LIX. GRUPOS ORGANIZADOS EN LA SUBCUENCA

Corregimiento	Grupos organizados	Descripción
Ponuga	No hay grupos	
Tebario	1- Asociación de productores de carne y leche en Tebario (APROCLET) 2- Asociación de Pescaderos Artesanales (APARTE) 3- Tebareñas Unidas	1- Dedicados a la producción de carne y leche 2- Dedicados a la pesca 3- Talleres y actividades de costura
El Tijera	1- Cooperativa de servicios múltiples productores unidos El Tijera COOPRUT, RL.	1- Se dedican a la producción de raíces y tubérculos (ñame y yuca)
Cerro Largo	No hay grupos	
El Toro	No hay grupos	
Leones	No hay grupos	
Chepo	1- Cooperativa de Servicios Múltiples Campesinos Unidos por el Progreso de la Loma del Montoso, R.L. (COOSEMUCUP, R.L.)	1- Producción sostenible de apicultura
Total	5 Grupos organizados	

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

Dentro de la subcuenca se cuenta con 5 grupos organizados, en los corregimientos de Tebario, El Tijera y Chepo.

Cobertura médica

La información registrada en este indicador sobre la cobertura médica, fue facilitada mediante la aplicación de las encuestas, con la finalidad de conocer cuántos centros de salud se encontraban en los corregimientos pertenecientes a la Subcuenca del Río Suay.

Algunos corregimientos no cuentan con centros de salud, por lo que deben asistir a los centros de salud y los hospitales dentro de sus distritos.

CUADRO LX. CENTROS MÉDICOS EN LA SUBCUENCA.

Centros Médicos en la Subcuenca				
Corregimientos	Denominación	Lugar poblado	Población Responsable	Estado
Ponuga	Centro de salud de Ponuga	Ponuga	3032	Activo
Tebario	Puesto de salud Tebario	Tebario	599	Activo
El Tijera	No hay centro de salud		588	
Cerro Largo	Subcentro de salud de Cerro Largo	Cerro Largo	1478	Activo
El Toro	No hay centro de Salud		931	
Leones	No hay Centro de Salud		852	
Chepo	Centro de Salud de Chepo	Chepo	1469	Activo
Total				4 centros de salud activos

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

Dentro de la subcuenca se cuenta con 4 centros de salud activos, en los corregimientos de Ponuga, Tebario, Cerro Largo y Chepo.

Corregimiento de Ponuga

En el corregimiento de Ponuga se cuenta con un centro de salud activo. El centro brinda servicios de medicina general, enfermería, odontología y se vincula con programas de saneamiento ambiental y promoción de campañas en la comunidad.

La atención se da por parte de un médico general, dos odontólogos, tres enfermeras y dos técnicas de enfermería.

La atención se da en un horario de lunes a viernes de 7:00 am a 3:00 pm.

Si se presentan urgencias dentro del corregimiento, después del horario de atención se procede ir al Centro hospitalario Luis “Chicho” Fábrega, ubicado en San Antonio, distrito de Atalaya.



Figura 68. Centro de salud de Ponuga.



Figura 69. Centro Hospitalario Luis “Chicho” Fábrega.

Corregimiento de Tebario

En el corregimiento de Tebario se cuenta con un puesto de salud activo. Es atendido por una enfermera, que presta los servicios de primeros auxilios, vacunación, educación para la salud, inyecciones, curaciones, control de crecimiento y desarrollo de niños, niñas y de mujeres embarazadas. También se vincula con el saneamiento ambiental y con la promoción de la comunidad, tiene un horario de atención de 7:00 am hasta las 3:00 pm.

Las urgencias que no pueden ser tratadas en el puesto de salud de Tebario, se pueden atender en el centro de salud del distrito de Mariato, el cual se encuentra a 20 minutos desde Tebario y atiende urgencias las 24 horas y donde se puede brindar mayor atención médica, ya que es el lugar más cercano al corregimiento.



Figura 70. Puesto de Salud de Tebario



Figura 71. Centro de Salud del Distrito de Mariato

Corregimiento de El Tijera

El corregimiento no posee un centro de salud, por esta razón deben asistir hasta el distrito de Ocú, al Minsa Capsi y el hospital Sergio Núñez.

Corregimiento de Cerro Largo

El corregimiento posee un subcentro de salud, que brinda los servicios de medicina general una vez por semana y atención por parte de una enfermera para control, vacunación y promoción de la salud de lunes a viernes en un horario de 7:00 am a 3:00 pm.

Los moradores del corregimiento de El Tijera y Cerro Largo deben asistir al Minsa Capsi de Ocú y al hospital Sergio Núñez, cuando no existe médico general en el subcentro y para urgencias.



Figura 72. Subcentro de salud de Cerro Largo



Figura 73. Minsa Capsi de Ocú

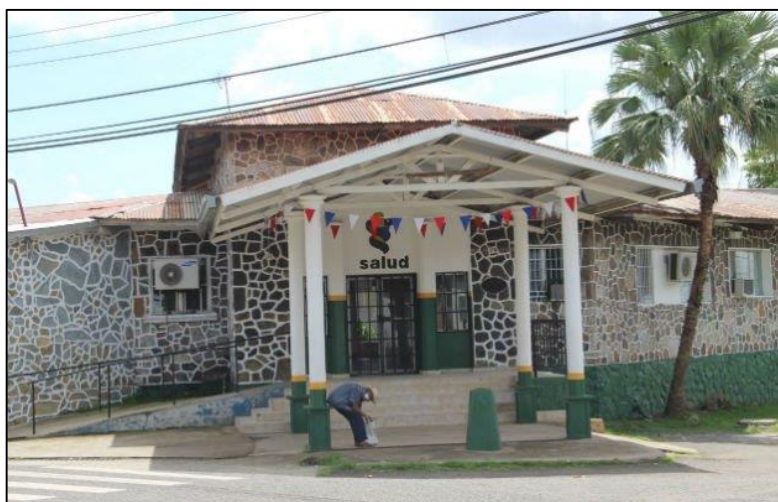


Figura 74. Hospital Sergio Núñez del Distrito de Ocú

Corregimientos de Leones, El Toro y Chepo.

A nivel del distrito de las Minas solamente se cuenta con dos Centros de Salud y un sub-Centro, lo que hace insuficiente el servicio de salud, donde un Centro está ubicado físicamente en el Corregimiento de Las Minas Cabecera, la cual brinda una atención médica de lunes a viernes de dos turnos: de 7:00 a.m. a 3:00 pm y de 3:00 p.m. a 7:00 p.m. e igualmente los domingos. El otro Centro de Salud está ubicado en el Corregimiento de Chepo el cual brinda el servicio de lunes a viernes de 7:00 a.m. a 3:00pm, El Toro y Leones no cuentan con instalaciones de salud; la población se traslada a los más cercanos para recibir este importante servicio. En el distrito de Las Minas también se brinda el apoyo con giras integrales cada dos meses con el objetivo de prestación del servicio a las comunidades apartadas de las instalaciones de salud que actualmente existen.



Figura 75. Centro de Salud de las Minas



Figura 76. Centro de Salud de Chepo

Impacto del covid-2019, por residuos.

El impacto del COVID-19 mediante los residuos generados ha tenido un incremento significativo en las comunidades pertenecientes a la Subcuenca del Río Suay.

CUADRO LXI. DATOS REGISTRADOS EN LA ENCUESTA

Registros de los casos positivos y cantidad de residuos en la Subcuenca			
Corregimientos	Casos de Covid-19	Mascarillas Utilizadas durante la cuarentena	Botellas de alcohol plástico utilizadas durante la cuarentena
Ponuga	1	28	1
Tebario	6	168	6
El Tijera	0	0	0
Cerro Largo	5	140	5
El Toro	8	224	8
Leones	4	56	4
Chepo	10	140	10
Total	34	756	34
Promedio	4.86	108	4.86

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

El total de casos positivos en la Subcuenca fue de 34, distribuidos en los diferentes corregimientos, los que presentaron más casos fueron Chepo, con 10, seguido de El Toro con 8, y por ultimo Tebario con 6.

En la Subcuenca no se da la recolección de los desechos, la disposición se da por parte de los moradores, los cuales realizan la quema de los desechos.

CUADRO LXII. IMPACTO DEL COVID-19 POR RESIDUOS

Impacto del COVID-19 por residuos						
Corregimientos	Mascarillas utilizadas	Peso de la mascarilla en gramos	Total del peso en gramos	Botellas utilizadas	Peso de las botellas en gramos	Total del peso en g
Ponuga	28	0.18	5.04	1	16.7	16.7
Tebario	168	0.18	30.24	6	16.7	100.2
El Tijera	0	0.18	0	0	16.7	0
Cerro Largo	140	0.18	25.2	5	16.7	83.5
El Toro	224	0.18	40.32	8	16.7	133.6
Leones	56	0.18	10.08	4	16.7	66.8
Chepo	140	0.18	25.2	10	16.7	167
Total	756	1.26	136.08	34	116.9	567.8

Fuente: Elaboración Propia, Encuestas.

CUADRO LXIII. ANÁLISIS DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SUAY

Residuos generados			
Mascarillas			
Total de mascarillas	Peso de las mascarillas	Peso en gramos totales	Peso en Toneladas
756	0.18 g	136.08 g	0.00013608 Toneladas
Botellas de alcohol plásticas			
Total de botellas plásticas	Peso de las botellas vacías	Peso en gramos totales	Peso en Toneladas
34	16.7 g	567.8 g	0.0005678 Toneladas

El peso de una mascarilla de 3 pliegues es de 0.18 g, por el total de mascarillas que fue de 756 durante la cuarentena de las 34 personas, lo que da un total de 136.08 g, lo que significa 0.00013608 en toneladas de mascarillas utilizadas.

Las botellas de plástico utilizadas fueron de 500 ml, dando un total de 34 botellas utilizadas durante la cuarentena. Las botellas de plástico vacías tienen un peso aproximado de 16.7 g, dando un total de 567.8 g, lo que significa que son 0.0005678 toneladas.

En este indicador se concluye que la cantidad de toneladas de residuos no representa un problema en general, pero la disposición de estos desechos hospitalarios peligrosos generados por la pandemia si, ya que no se da la mejor disposición en las viviendas a estos residuos.

4.2 Etapa Final

En la etapa final se realizó el análisis de la metodología de acuerdo a los nueve pasos propuestos, clasificada mediante los tipos de vulnerabilidad para realizar el análisis final.

4.2.1 Análisis de los resultados de la metodología

El análisis de los resultados se estructuró de acuerdo a los nueve pasos presentes en la metodología de vulnerabilidad.

Paso 1: Definición de la zona de estudio.

La unidad básica espacial de estudio que se define en esta metodología es la subcuenca del Río Suay, la cual está conformada por microcuencas y de manera administrativa se divide en dos provincias (Veraguas y Herrera), cuatro distritos (Santiago, Mariato, Ocú y las Minas) y siete corregimientos (Ponuga, Tebario, El Tijera, Cerro Largo, El Toro, Leones y Chepo), Sin embargo, es importante

considerar que para realizar el análisis a nivel municipal se debe tomar en cuenta todos los corregimientos delimitados dentro de la subcuenca.

Paso 2: Identificación de los indicadores.

Los indicadores que se consideraron para el análisis de la vulnerabilidad se presentan en el Cuadro III. Teniendo en cuenta que esta elección tiene el propósito de que se vean reflejadas las condiciones económicas, sociales y ambientales en los siete corregimientos que componen la subcuenca del Río Suay.

Luego de ser identificados los indicadores se procedió a formular matrices de indicadores agrupadas en categorías según el tipo de vulnerabilidad: económica, social y ambiental, tal como se muestra en el Cuadro IV.

Paso 3: Recopilar información y calcular los indicadores.

Se recopiló la información para determinar los valores de los indicadores considerados y se realizó los cálculos de los indicadores, mediante sus respectivas fórmulas de acuerdo a su indicador propuesto en el CUADRO III, donde se observan la lista de las fuentes de donde se obtuvo la información.

Los datos de precipitación y temperatura están evaluados de acuerdo a sus máximos y mínimos, y son distribuidos en todos los corregimientos, debido a que se encuentran dos estaciones meteorológicas en la subcuenca.

Los demás datos de los indicadores están expresados en porcentajes.

CUADRO LXIV. RESULTADOS DEL CÁLCULO DE LOS INDICADORES

Resultados del cálculo de los indicadores de los componentes							
Indicadores	Corregimientos						
Exposición	Ponuga	Tebario	El Tijera	Cerro Largo	El Toro	Leones	Chepo
Precipitación acumulada por años (mm/año)	Precipitación Mínima			Precipitación Máxima			
	98.11(mm/año)			412.77 (mm/año)			
Temperatura-Frecuencia de sequía	Temperatura Mínima			Temperatura Máxima			
	21.34 °C			26.34°C			
Frecuencia de Inundaciones	5	0	0	0	0	0	0
Número de víctimas y afectados por inundaciones	1	0	0	0	0	0	0
Frecuencia de Incendios de Masa Vegetal	7.7	11.54	15.38	16.67	29.49	17.94	1.28
Superficie afectada por incendios de masa vegetal	10.82	2.26	14.44	15.5	32.78	24.08	0.12
Sensibilidad							
Población Analfabeta	6	9.16	27.18	7.66	16.07	26.27	7.66
Áreas Protegidas	3.17	60.16	0	0	0	16.71	19.96
Deforestación	18.49	17.92	13.46	8.73	19.34	18.76	3.29
Vivienda sin agua Potable	6.38	6.81	16.6	8.94	18.72	40.85	1.7
Cantidad de JAARs	3.44	3.44	17.24	17.24	13.8	37.93	6.9
N° de fuentes de aguas subterráneas	8.33	16.67	16.67	12.5	16.67	20.83	8.33
Frecuencia del Uso de Agroquímicos	4.5	5.8	14.2	11.7	23.8	28.8	11.2
Superficie de Ganadería	27.54	6.18	8.1	21.34	11.54	10.16	15.14
Superficie de Agricultura	17.05	4.72	9.46	13.06	10.4	9.3	36
Capacidad de adaptación							
Gestión de desechos sólidos y líquidos	8.45	13.99	11.37	8.16	21.57	24.78	11.66
sistema de distribución de agua potable	11.55	4.38	0	9.56	26.29	32.27	15.94
disposición de los vertederos	0	0	0	0	0	0	0
Inversión Pública en infraestructura de agua	14.61	32.05	6.04	13.76	7.75	15.55	10.24
Servicio Sanitario	8.15	15.57	11.85	8.14	20.6	23.47	12.22
Proyectos comunitarios para manejo de aguas residuales	0	0	0	0	0	0	0
Agrupaciones Ambientales o grupos organizados	0	3	1	0	0	0	1
Cobertura médica	1	1	0	1	0	0	1
Impacto del covid-2019, por residuos.	1	6	0	5	8	4	10

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados del cálculo de los indicadores se presentan en el Cuadro LXIV, donde los mismos fueron evaluados de acuerdo a sus respectivas fórmulas, indicando de esta forma un resultado final en porcentaje, que luego fue utilizado para la continuación de los pasos de la metodología.

Paso 4: Análisis y procesamiento de la información: normalización del valor de los indicadores para cada componente de la ecuación. Valores de 0 a 1.

Debido a que los indicadores están expresados en diferentes unidades de medida, es necesario normalizarlos, con el propósito de que todos estén expresados en valores adimensionales que oscilen en un rango entre 0 y 1.

CUADRO LXV. RESULTADOS DE VALORES NORMALIZADOS.

Valores Normalizados							
Indicadores	Ponuga	Tebario	El Tijera	Cerro Largo	El Toro	Leones	Chepo
Exposición							
Precipitación	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
Temperatura	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
Inundaciones	1	0	0	0	0	0	0
Afectados por inundaciones	1	0	0	0	0	0	0
Frecuencia de Incendios de Masa Vegetal	0.23	0.36	0.50	0.55	1	0.59	0
Superficie afectada por incendios de masa vegetal	0.33	0.07	0.44	0.47	1	0.73	0
Sensibilidad							
Población Analfabeta	0	0.15	1	0.08	0.48	0.96	0.08
Áreas Protegidas	0.05	1	0	0	0	0.28	0.33
Deforestación	0.95	0.91	0.63	0.34	1	0.96	0
Vivienda sin agua Potable	0.12	0.13	0.38	0.18	0.43	1	0
Cantidad de JAARs	0.00	0.00	0.40	0.40	0.30	1	0.10
N° de fuentes de aguas subterráneas	0.00	0.67	0.67	0.33	0.67	1	0
Frecuencia del Uso de Agroquímicos	0.00	0.05	0.40	0.30	0.8	1	0.28
Superficie de Ganadería	1	0.00	0.09	0.71	0.25	0.19	0.42
Superficie de Agricultura	0.39	0.00	0.15	0.27	0.18	0.15	1
Capacidad de adaptación							
Gestión de desechos sólidos y líquidos	0.98	0.65	0.81	1	0.19	0	0.79
sistema de distribución de agua potable	0.64	0.86	1	0.70	0.19	0	0.51
disposición de los vertederos	0	0	0	0	0	0	0
Inversión Pública en infraestructura de agua	0.67	0	1	0.70	0.93	0.63	0.84
Servicio Sanitario	0.999	0.52	0.76	1	0.19	0	0.73
Proyectos comunitarios para manejo de aguas residuales	0	0	0	0	0	0	0
Agrupaciones Ambientales o grupos organizados	1	0	0.67	1	1	1	0.67
Cobertura médica	0	0	1	0	1	1	0
Impacto del covid-2019, por residuos.	0.90	0.4	1	0.5	0.2	0.6	0

En el Cuadro LXV se presentan los resultados de los valores normalizados de acuerdo a las expresiones utilizadas para relación funcional directa y relación funcional inversa, los valores normalizados van de 0 a 1, lo que indica que las expresiones están correctas para continuar con el análisis de la metodología.

Paso 5: Cálculo del peso de los indicadores de cada componente de la ecuación de vulnerabilidad. Relevancia del indicador según el componente.

Una vez obtenidos los valores normalizados de los indicadores, se procedió a calcular sus pesos usando el método propuesto por Iyengar y Sudarshan (1982). Para calcular cada uno de los tipos de vulnerabilidad (económica, social, ambiental y global), se procedió a encontrar la desviación estándar e inversa de los indicadores de los componentes de vulnerabilidad.

CUADRO LXVI. RESULTADOS DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR, DESVIACIÓN INVERSA, COEFICIENTE DE NORMALIZACIÓN Y PESOS DE LOS INDICADORES DE VULNERABILIDAD ECONÓMICA.

Vulnerabilidad Económica					
Corregimientos	Exposición	Sensibilidad		Capacidad de Adaptación	
		Superficie utilizada para ganadería	Superficie utilizada para agricultura	Inversión pública en infraestructura de agua	Proyectos comunitarios para manejo de las aguas Residuales
Ponuga		1	0.39	0.67	0
Tebario		0	0	0	0
El Tijera		0.09	0.15	1	0
Cerro Largo		0.71	0.21	0.7	0
El Toro		0.25	0.18	0.93	0
Leones		0.19	0.15	0.63	0
Chepo		0.42	1	0.84	0
Desviación estándar		0.3597	0.3305	0.3306	0
Desviación inversa		2.7799	3.02535	3.0246	0
Coeficiente de Normalización	0.1133				
Peso		0.3148	0.3426	0.3425	0.0000

En el Cuadro LXVI se muestran los valores de desviación estándar, desviación inversa, el respectivo coeficiente de normalización y los pesos de los indicadores de vulnerabilidad económica, los mismos fueron evaluados mediante Excel, con sus respectivas fórmulas ya descritas.

CUADRO LXVII. RESULTADOS DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR, DESVIACIÓN INVERSA, COEFICIENTE DE NORMALIZACIÓN Y PESOS DE LOS INDICADORES DE VULNERABILIDAD SOCIAL.

Vulnerabilidad Social										
Corregimientos	Exposición	Sensibilidad			Capacidad de Adaptación					
		Población analfabeta	Vivienda sin agua potable	Cantidad de JAARs	N° de fuentes de aguas subterráneas	sistema de distribución de agua potable	Servicio Sanitario	Agrupaciones Ambientales o grupos organizados	Cobertura médica	Impacto del covid-2019, por residuos.
Ponuga		0	0.12	0	0	0.64	0.99	1	0	0.9
Tebario		0.15	0.13	0	0.67	0.86	0.52	0	0	0.4

El Tijera		1	0.38	0.4	0.67	1	0.76	0.67	1	1
Cerro Largo		0.08	0.18	0.4	0.33	0.7	1	1	0	0.5
El Toro		0.48	0.43	0.3	0.67	0.19	0.19	1	1	0.2
Leones		0.96	1	1	1	0	0	1	1	0.6
Chepo		0.08	0	0.1	0	0.51	0.73	0.67	0	0
Desviación estándar		0.4295	0.3357	0.3485	0.3790	0.3565	0.3849	0.3706	0.5345	0.3579
Desviación inversa		2.3282	2.9788	2.8697	2.6384	2.8051	2.5978	2.6982	1.8708	2.7940
Coeficiente de Normalización	0.0424									
Peso		0.0987	0.1263	0.1217	0.1119	0.1190	0.1102	0.1144	0.0793	0.1185

En el Cuadro LXVII se muestran los valores de desviación estándar, desviación inversa, el respectivo coeficiente de normalización y los pesos de los indicadores de vulnerabilidad social, los mismos fueron evaluados mediante Excel, con sus respectivas fórmulas ya descritas.

CUADRO LXVIII. RESULTADOS DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR, DESVIACIÓN INVERSA, COEFICIENTE DE NORMALIZACIÓN Y LOS PESOS DE LOS INDICADORES DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL.

Vulnerabilidad Ambiental											
Corregimientos	Exposición						Sensibilidad			Capacidad de Adaptación	
	Precipitación acumulada por años (mm/año)	Temperatura-Frecuencia de sequia	Frecuencia de Inundaciones	Números de víctimas y afectados por inundaciones	Frecuencia de Incendios de Masa Vegetal	Superficie afectada por incendios de masa vegetal	Áreas Protegidas	Deforestación	Frecuencia del Uso de Agroquímicos	Gestión de desechos sólidos y líquidos	disposición de los vertederos
Ponuga	0.49	0.52	1	1	0.23	0.33	0.05	0.95	0	0.98	0
Tebario	0.49	0.52	0	0	0.36	0.07	1	0.91	0.05	0.65	0
El Tijera	0.49	0.52	0	0	0.50	0.44	0	0.63	0.4	0.81	0
Cerro Largo	0.49	0.52	0	0	0.55	0.47	0	0.34	0.3	1	0
El Toro	0.49	0.52	0	0	1	1	0	1	0.8	0.19	0
Leones	0.49	0.52	0	0	0.59	0.73	0.28	0.96	1	0	0
Chepo	0.49	0.52	0	0	0	0	0.33	0	0.28	0.79	0
Desviación Estándar	0	0	0.3780	0.3780	0.3143	0.3514	0.3643	0.3845	0.3712	0.3891	0.0000
Desviación inversa	0	0	2.6458	2.6458	3.1817	2.8456	2.7452	2.6009	2.6939	2.5702	0.0000
Coeficiente de Normalización	0.0456										
Peso	0	0	0.1207	0.1207	0.1451	0.1298	0.1252	0.1186	0.1228	0.1172	0

En el Cuadro LXVIII se muestran los valores de desviación estándar, desviación inversa, el respectivo coeficiente de normalización y los pesos de los indicadores de vulnerabilidad ambiental, los mismos fueron evaluados mediante Excel, con sus respectivas fórmulas ya descritas.

Paso 6: Cálculo del índice de vulnerabilidad

La expresión usada para el cálculo de los índices de vulnerabilidad se expresó como la suma del producto de los pesos P_i de los indicadores por su correspondiente calor normalizado espacial X_i :

CUADRO LXIX. FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE LOS ÍNDICES DE VULNERABILIDAD

Tipo de vulnerabilidad	Fórmula
Índice de vulnerabilidad económica (IVE)	$IVE = \sum_{i=1}^n P_i x_i$
Índice de vulnerabilidad social (IVS)	$IVS = \sum_{i=1}^n P_i x_i$
Índice de vulnerabilidad ambiental (IVA)	$IVA = \sum_{i=1}^n P_i x_i$
Índice de vulnerabilidad global (IVG)	$IVG = \frac{IVE}{3} + \frac{IVS}{3} + \frac{IVA}{3}$

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO LXX. RESULTADOS DE LOS ÍNDICES DE VULNERABILIDAD

Índices de Vulnerabilidad			
Corregimientos	VE	VS	VA
Ponuga	0.6780	0.4214	0.5513
Tebario	0.0000	0.3132	0.3768
El Tijera	0.4223	0.7475	0.3484
Cerro Largo	0.5353	0.4833	0.3352
El Toro	0.4589	0.4742	0.5140
Leones	0.3270	0.7195	0.4521
Chepo	0.7626	0.2378	0.1683

En el Cuadro LXX se muestran los resultados de los índices clasificados según el tipo de vulnerabilidad por corregimientos, vulnerabilidad económica (VE), vulnerabilidad social (VS) y vulnerabilidad ambiental (VA).

Paso 7: Ajuste de los índices de vulnerabilidad a una distribución probabilística.

Con la finalidad de clasificar en categorías los índices de vulnerabilidad obtenidos, éstos se ajustaron a la distribución probabilística beta, siguiendo la recomendación de Iyengar y Sudarshan (1982), quienes afirman que dicha distribución es la adecuada para este propósito, dado que generalmente es sesgada y toma valores en el intervalo (0,1).

Así, para determinar los parámetros a (alfa) y b (beta) a partir de las ecuaciones anteriores, se utilizó la hoja de cálculo Excel®, la cual también sirve para obtener

la probabilidad de ocurrencia de los índices de vulnerabilidad ajustados a la distribución probabilística beta.

CUADRO LXXI. ÍNDICES DE VULNERABILIDAD ECONÓMICA AJUSTADOS A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD.

Índices de vulnerabilidad económica ajustados a la distribución de probabilidad						
Corregimientos	Índice	Promedio	Varianza	a	b	beta
Ponuga	0.6780	0.4549	0.0625	1.35	1.62	0.7782
Tebario	0.0000					0.0000
El Tijera	0.4223					0.4733
Cerro Largo	0.5353					0.6151
El Toro	0.4589					0.5201
Leones	0.3270					0.3504
Chepo	0.7626					0.8616

En el Cuadro LXXI se presentan los resultados del promedio y varianza de los índices de vulnerabilidad económica por corregimientos, con sus respectivos parámetros de a (alfa) y b (beta), que luego fueron ajustados a la distribución de probabilidad presentada en porcentaje para luego ser clasificada en categorías.

CUADRO LXXII. ÍNDICES DE VULNERABILIDAD SOCIAL AJUSTADOS A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD.

Índices de vulnerabilidad social ajustada a la distribución de probabilidad						
Corregimientos	Índice	Promedio	Varianza	a	b	beta
Ponuga	0.4214	0.4853	0.0365	2.84	3.01	0.3856
Tebario	0.3132					0.2053
El Tijera	0.7475					0.9045
Cerro Largo	0.4833					0.4993
El Toro	0.4742					0.4823
Leones	0.7195					0.8750
Chepo	0.2378					0.1078

En el Cuadro LXXII se presentan los resultados del promedio y varianza de los índices de vulnerabilidad social por corregimientos, con sus respectivos

parámetros de a (alfa) y b (beta), que luego fueron ajustados a la distribución de probabilidad presentada en porcentaje para luego ser clasificada en categorías.

CUADRO LXXIII. ÍNDICES DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL AJUSTADA A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD.

Índices de vulnerabilidad ambiental ajustada a la distribución de probabilidad						
Corregimientos	Índice	Promedio	Varianza	a	b	beta
Ponuga	0.5513	0.3923	0.0165	5.26	8.15	0.8823
Tebario	0.3768					0.4705
El Tijera	0.3484					0.3871
Cerro Largo	0.3352					0.3489
El Toro	0.5140					0.8208
Leones	0.4521					0.6825
Chepo	0.1683					0.0307

En el Cuadro LXXIII se presentan los resultados del promedio y varianza de los índices de vulnerabilidad ambiental por corregimientos, con sus respectivos parámetros de a (alfa) y b (beta), que luego fueron ajustados a la distribución de probabilidad presentada en porcentaje para luego ser clasificada en categorías.

A fines ilustrativos, en las figuras se muestran el comportamiento de distribución de probabilidad beta de los tipos de vulnerabilidad.

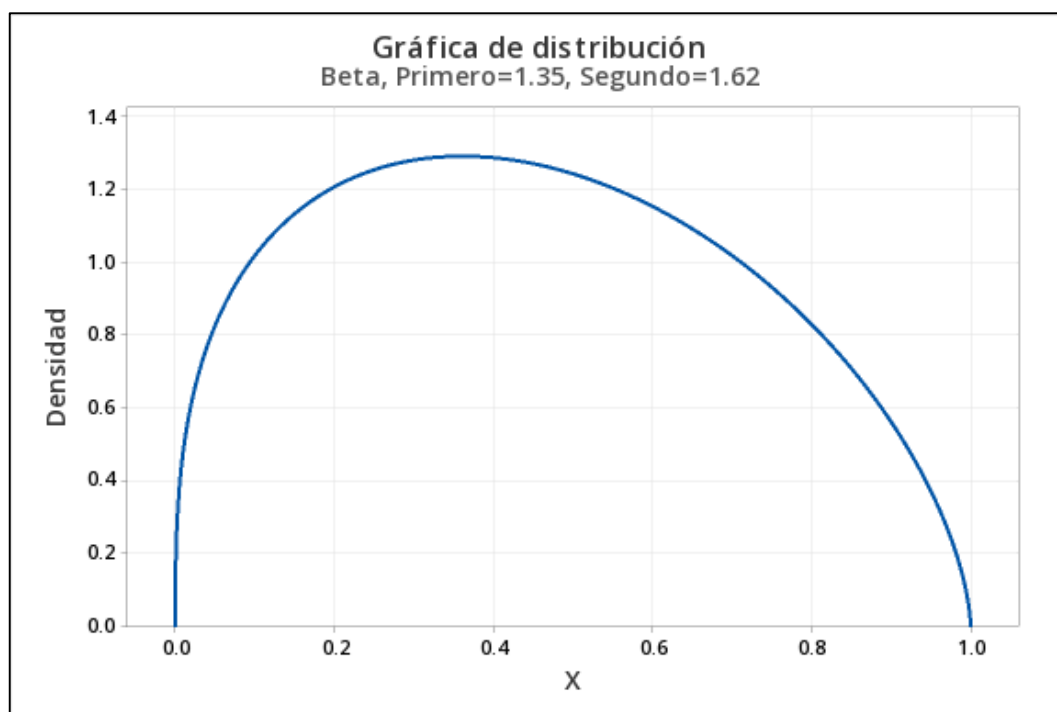


Figura 77. Distribución de probabilidad beta en valores de vulnerabilidad económica

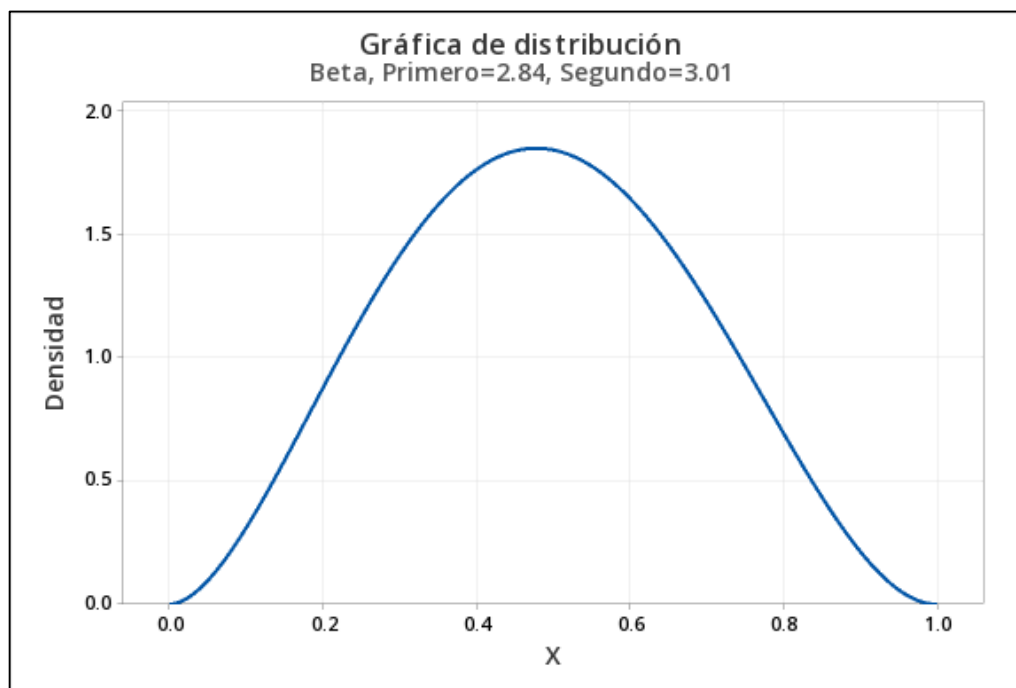


Figura 78. Distribución de probabilidad beta en valores de vulnerabilidad social

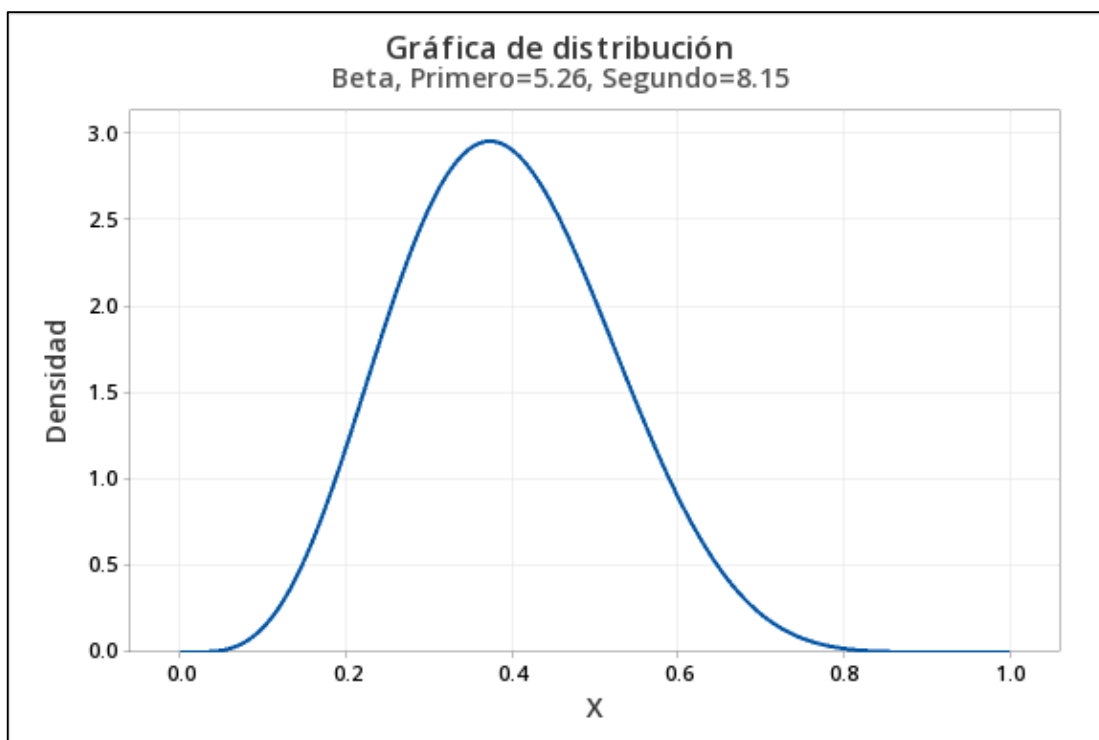


Figura 79. Distribución de probabilidad beta en valores de vulnerabilidad ambiental

Paso 8: Clasificación de los índices de vulnerabilidad con base en la probabilidad de ocurrencia: percentiles.

Para clasificar los índices de vulnerabilidad con base en su probabilidad de ocurrencia, primero se multiplicaron por 100 los valores de probabilidad obtenidos para expresarlos en porcentaje, y luego se agruparon en cinco categorías de percentiles de igual tamaño (de 20% cada una de ellas), de tal manera que se definan cinco grados por tipo de vulnerabilidad.

CUADRO LXXIV. CATEGORÍAS PARA CLASIFICAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD.

Grado de vulnerabilidad	Valor del percentil
Muy Baja	$0 < I_{Vi} \leq 20$
Baja	$20 < I_{Vi} \leq 40$
Moderada	$40 < I_{Vi} \leq 60$
Alta	$60 < I_{Vi} \leq 80$
Muy Alta	$80 < I_{Vi} \leq 100$

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO LXXV. CATEGORÍAS PARA CLASIFICAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD ECONÓMICA

Categorías en percentil de los índices de vulnerabilidad económica			
Corregimientos	beta	% beta	Categorías
Ponuga	0.7782	77.82	Alta
Tebario	0.0000	0.00	Muy Baja
El Tijera	0.4733	47.33	Moderada
Cerro Largo	0.6151	61.51	Alta
El Toro	0.5201	52.01	Moderada
Leones	0.3504	35.04	Baja
Chepo	0.8616	86.16	Muy Alta

En el Cuadro LXXV se presentan los resultados de los grados de vulnerabilidad económica, donde se refleja como principal que el corregimiento de Chepo posee una vulnerabilidad muy alta con 86.16 %,seguido de los corregimientos de Ponuga con 77.82 % y Cerro Largo con 61.51 % que tienen una vulnerabilidad

alta, y los corregimientos de El Tijera con 47.33 % y El Toro con 52.01 % que presentan una vulnerabilidad moderada, continuando con el corregimiento de Leones con 35.04 % que presenta vulnerabilidad baja, y por último el corregimiento de Tebario con 0% que presenta vulnerabilidad muy baja.

CUADRO LXXVI. CATEGORÍAS PARA CLASIFICAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD SOCIAL

Categorías en percentil de los índices de vulnerabilidad social			
Corregimientos	beta	% beta	Categoría
Ponuga	0.3856	38.56	Baja
Tebario	0.2053	20.53	Baja
El Tijera	0.9045	90.45	Muy Alta
Cerro Largo	0.4993	49.93	Moderada
El Toro	0.4823	48.23	Moderada
Leones	0.8750	87.50	Muy Alta
Chepo	0.1078	10.78	Muy Baja

En el Cuadro LXXVI se presentan los resultados de los grados de vulnerabilidad social, donde se refleja como principales los corregimientos de El Tijera con 90.45 % y Leones con 87.50 % que poseen una vulnerabilidad muy alta, seguido de los corregimientos de Cerro Largo con 49.93 % y El Toro con 48.23 % que tienen una vulnerabilidad moderada, continuando con los corregimientos de Ponuga con 38.56 % y Tebario con 20.53 % que poseen vulnerabilidad baja y por último el corregimiento de Chepo con 10.78 % que presenta vulnerabilidad muy baja.

CUADRO LXXVII. CATEGORÍAS PARA CLASIFICAR EL GRADO DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Categorías en percentil de los índices de vulnerabilidad ambiental			
Corregimientos	beta	% beta	Categoría
Ponuga	0.8823	88.23	Muy Alta
Tebario	0.4705	47.05	Moderada
El Tijera	0.3871	38.71	Baja
Cerro Largo	0.3489	34.89	Baja
El Toro	0.8208	82.08	Muy Alta
Leones	0.6825	68.25	Alta
Chepo	0.0307	3.07	Muy Baja

En el Cuadro LXXVII se presentan los resultados de los grados de vulnerabilidad ambiental, donde se refleja como principales los corregimientos de Ponuga con 88.23 % y El Toro con 82.08 % que poseen una vulnerabilidad muy alta, seguido del corregimiento de Tebario con 47.05 % que tiene una vulnerabilidad moderada, continuando con los corregimientos de El Tijera con 38.71 % y Cerro Largo con 34.89 % que poseen vulnerabilidad baja y por último el corregimiento de Chepo con 3.07 % que presenta vulnerabilidad muy baja.

Luego de la distribución de los indicadores de acuerdo al tipo de vulnerabilidad, se realizó el procedimiento de la vulnerabilidad global en la Subcuenca del Río Suay, para conocer a mayor escala el comportamiento de los indicadores a nivel global.

En el siguiente cuadro se presentan los resultados finales de la vulnerabilidad global.

CUADRO LXXVIII. RESULTADOS DE LOS ÍNDICES DE VULNERABILIDAD GLOBAL

Vulnerabilidad Global								
Corregimientos	VE	VS	VA	VE	VS	VA	Índice de vulnerabilidad	Categoría
				0.33	0.33	0.33		
Ponuga	77.8233	38.5556	88.2330	25.94	12.85	29.41	68.20	Alta
Tebario	0.0000	20.5291	47.0533	0.00	6.84	15.68	22.53	Baja
El Tijera	47.3267	90.4484	38.7114	15.78	30.15	12.90	58.83	Moderada
Cerro Largo	61.5069	49.9313	34.8851	20.50	16.64	11.63	48.77	Moderada
El Toro	52.0055	48.2347	82.0758	17.34	16.08	27.36	60.77	Alta
Leones	35.0396	87.4987	68.2550	11.68	29.17	22.75	63.60	Alta
Chepo	86.1555	10.7782	3.0695	28.72	3.59	1.02	33.33	Baja

En el Cuadro LXXVIII se presentan los resultados finales de los grados de vulnerabilidad global, donde se reflejan los corregimientos de Ponuga (68.20 %), Leones (63.60 %) y El Toro (60.77 %) con una vulnerabilidad global alta, seguido de El Tijera (58.83 %) y Cerro Largo (48.77 %) con una vulnerabilidad global moderada y por último Chepo (33.33) y Tebario (22,53 %) con una vulnerabilidad global baja.

Es muy importante mencionar que la vulnerabilidad varía de acuerdo a la distribución de los corregimientos en la subcuenca, lo que significa que existen muchos factores que influyen al momento de realizar los cálculos finales para obtener la vulnerabilidad global.

Paso 9: Mapeo de los resultados de los índices de vulnerabilidad.

Para la obtención de los mapas se utilizó el programa de ArcGis, mediante la obtención de shapefile de los corregimientos dentro de la subcuenca con sus respectivos resultados en percentiles de los índices de vulnerabilidad económica, social, ambiental y global.

La realización de los mapas se dio siguiendo la escala de clasificación de los grados de vulnerabilidad que se muestra en el Cuadro, donde está representada por colores según la categoría, (1) amarillo, (0-20), (2) azul (20-40), (3) verde claro (40-60), (4) naranja (60-80) y (5) rojo (80-100).

CUADRO LXXIX. COLORES SEGÚN CATEGORÍAS DE VULNERABILIDAD UTILIZADAS EN LOS MAPAS

Categorías de vulnerabilidad	
0- 20	Muy baja
20-40	Baja
40-60	Moderada
60-80	Alta
80-100	Muy alta

4.2.2 Resultados Finales por tipo de Vulnerabilidad

Los resultados finales de la metodología, se presentan de acuerdo a los tipos de vulnerabilidad en la Subcuenca del Río Suay.

4.2.2.1 Vulnerabilidad Económica

CUADRO LXXX. CATEGORÍAS DE LA VULNERABILIDAD ECONÓMICA

Vulnerabilidad Económica									
Corregimientos	Índice	Promedio	Varianza	a	b	beta	% beta	Categoría	Color por categoría
Ponuga	0.6780	0.4549	0.0625	1.35	1.62	0.7782	77.82	Alta	4
Tebario	0.0000					0.0000	0.00	Muy Baja	1
El Tijera	0.4223					0.4733	47.33	Moderada	3
Cerro Largo	0.5353					0.6151	61.51	Alta	4
El Toro	0.4589					0.5201	52.01	Moderada	3
Leones	0.3270					0.3504	35.04	Baja	2
Chepo	0.7626					0.8616	86.16	Muy Alta	5

En el cuadro LXXX se muestran los resultados finales del cálculo de la vulnerabilidad económica por categorías, representada por colores, el cual indica el grado de vulnerabilidad en que se encuentra la subcuenca en el ámbito económico.

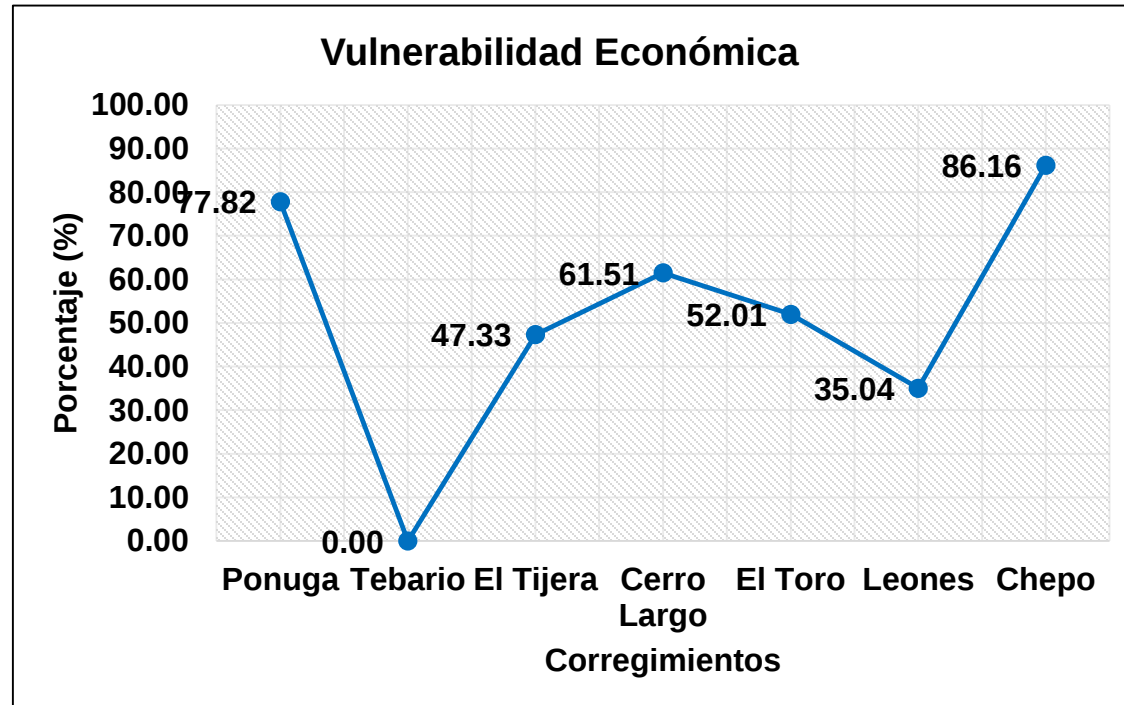


Figura 80. Gráfica de resultados de Vulnerabilidad Económica

En la figura 80 se muestran los resultados de vulnerabilidad por corregimientos y en la Figura 81 se observa el mapa con los resultados finales de la vulnerabilidad económica de la subcuenca del Río Suay.

CUADRO LXXXI. PORCENTAJE DE VULNERABILIDAD ECONÓMICO POR CATEGORÍAS

Porcentaje de vulnerabilidad económico por categorías				
Corregimientos	Superficie	Categorías	Total Km2	%
Tebario	24.5	Muy baja	24.5	10.72
Leones	48.93	Baja	48.93	21.40
El Tijera	35.63	Moderada	89.91	39.33
El Toro	54.28			
Ponuga	26.05	Alta	60.85	26.62
Cerro Largo	34.8			
Chepo	4.41	Muy alta	4.41	1.93
Total	228.6		228.6	100.00

La vulnerabilidad económica en la subcuenca se presenta en las cinco categorías percentiles de acuerdo a la superficie de cada corregimiento entre los que sobresale la categoría muy alta (1.93%) alta (26.62%), moderada (39.33%), baja (21.40%) y muy baja (10.72%) lo que indica que la categoría con mayor porcentaje es la moderada, con los corregimientos de El Tijera y El Toro. Los indicadores más presentes se muestran de acuerdo a la superficie utilizada para ganadería y agricultura, y las inversiones públicas en infraestructuras de agua potable.

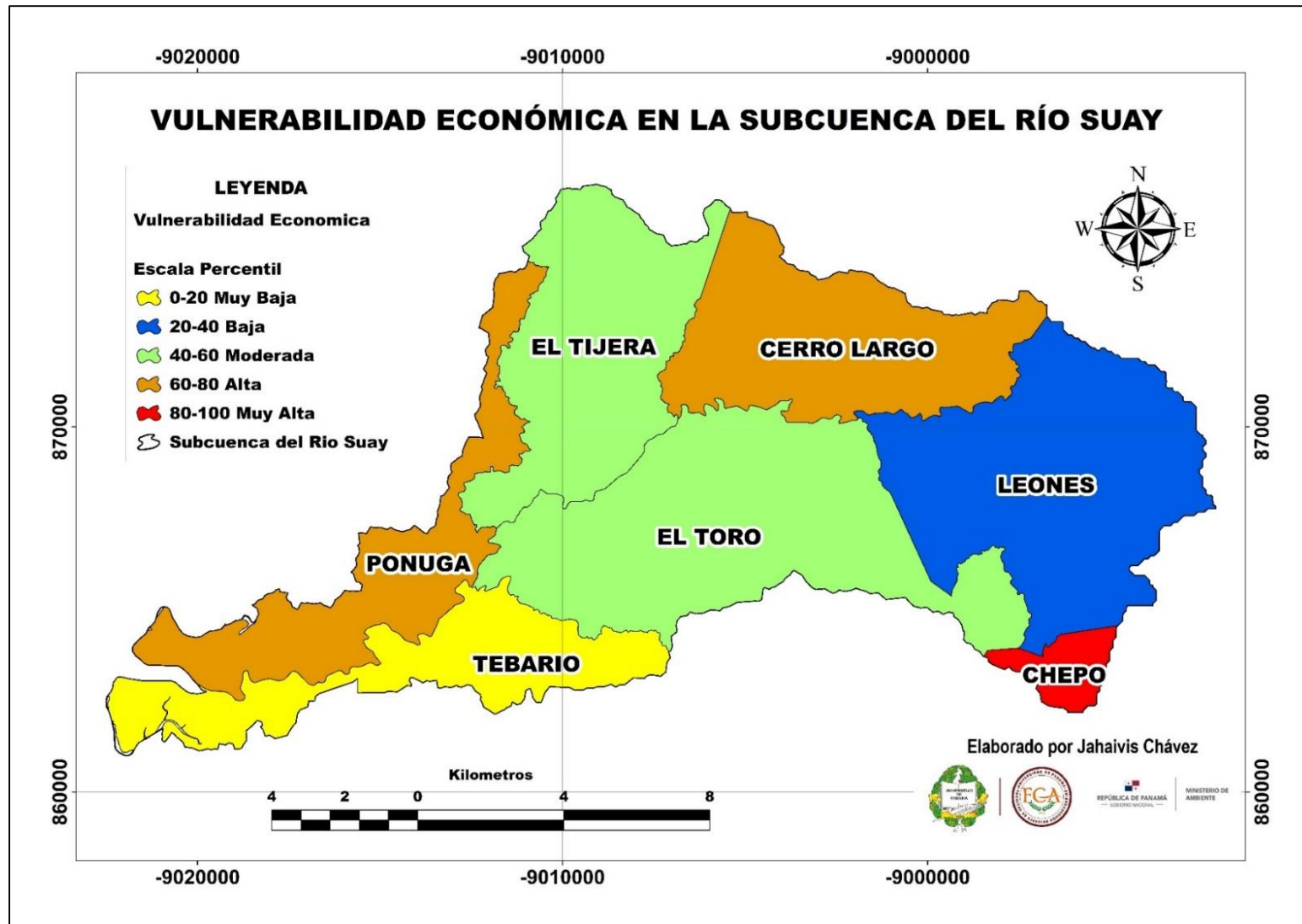


Figura 81. Mapa de Vulnerabilidad Económica en la subcuenca del Río Suay

4.2.2.2 Vulnerabilidad Social

CUADRO LXXXII. CATEGORÍAS DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL

Vulnerabilidad Social									
Corregimientos	Índice	Promedio	Varianza	a	b	beta	% beta	Categoría	Color por categoría
Ponuga	0.4214	0.4853	0.0365	2.84	3.01	0.3856	38.56	Baja	2
Tebario	0.3132					0.2053	20.53	Baja	2
El Tijera	0.7475					0.9045	90.45	Muy Alta	5
Cerro Largo	0.4833					0.4993	49.93	Moderada	3
El Toro	0.4742					0.4823	48.23	Moderada	3
Leones	0.7195					0.8750	87.50	Muy Alta	5
Chepo	0.2378					0.1078	10.78	Muy Baja	1

En el cuadro LXXXII se muestran los resultados finales del cálculo de la vulnerabilidad social por categorías, representada por colores, el cual indica el grado de vulnerabilidad en que se encuentra la subcuenca en el ámbito social.

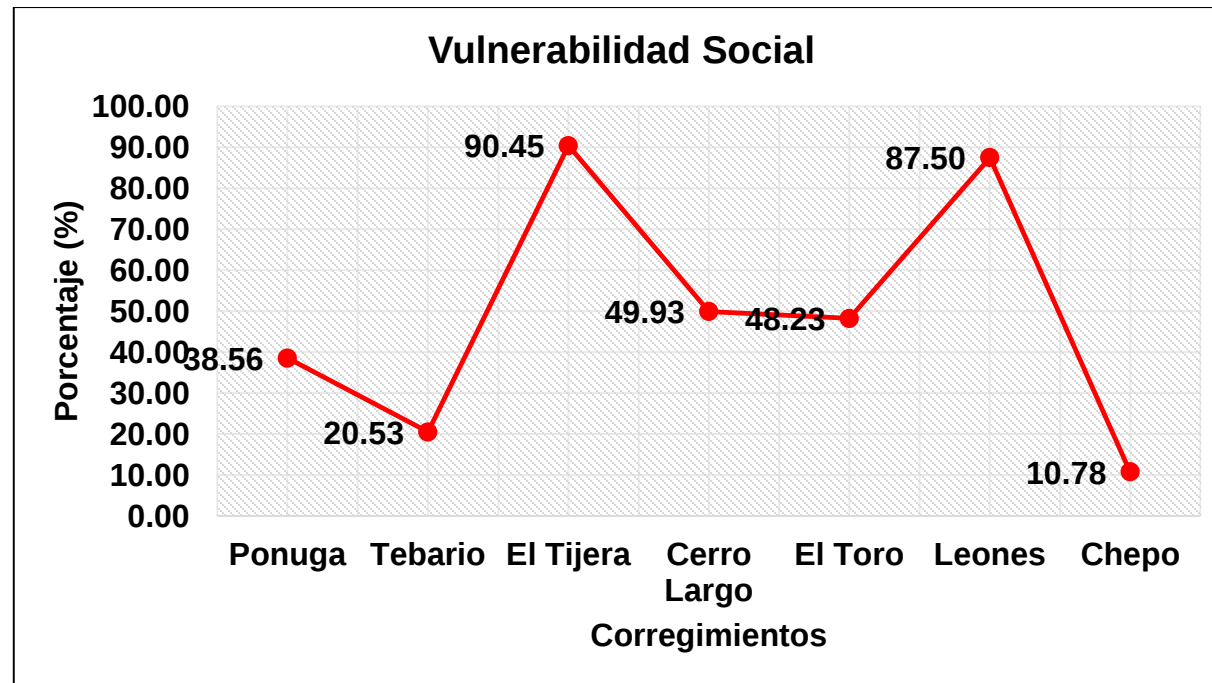


Figura 82. Resultados de Vulnerabilidad Social

En la figura 82 se muestran los resultados de vulnerabilidad por corregimientos y en la Figura 83 se observa el mapa con los resultados finales de la vulnerabilidad social de la subcuenca del Río Suay.

CUADRO LXXXIII. PORCENTAJE DE VULNERABILIDAD SOCIAL POR CATEGORÍAS

Porcentaje de vulnerabilidad social por categorías				
Corregimientos	Superficie	Categorías	Total Km2	%
Chepo	4.41	Muy baja	4.41	1.93
Ponuga	26.05	Baja	50.55	22.11
Tebario	24.5			
Cerro Largo	34.8	Moderada	89.08	38.97
El Toro	54.28			
El Tijera	35.63	Muy alta	84.56	36.99
Leones	48.93			
Total	228.6		228.6	100.00

La vulnerabilidad social en la subcuenca se presenta en cuatro categorías percentiles de acuerdo a la superficie de cada corregimiento, entre los que sobresale la categoría muy alta (36.99%), moderada (38.97%), baja (22.11%) y muy baja (1.93%) lo que indica que la categoría con mayor porcentaje es la moderada, con los corregimientos de Cerro Largo y El Toro, donde se muestra que los indicadores más sobresalientes son: viviendas sin agua potable, cantidad de JAARs, sistemas de distribución de agua potable, agrupaciones ambientales y grupos organizados y los residuos generados por el COVID-19.

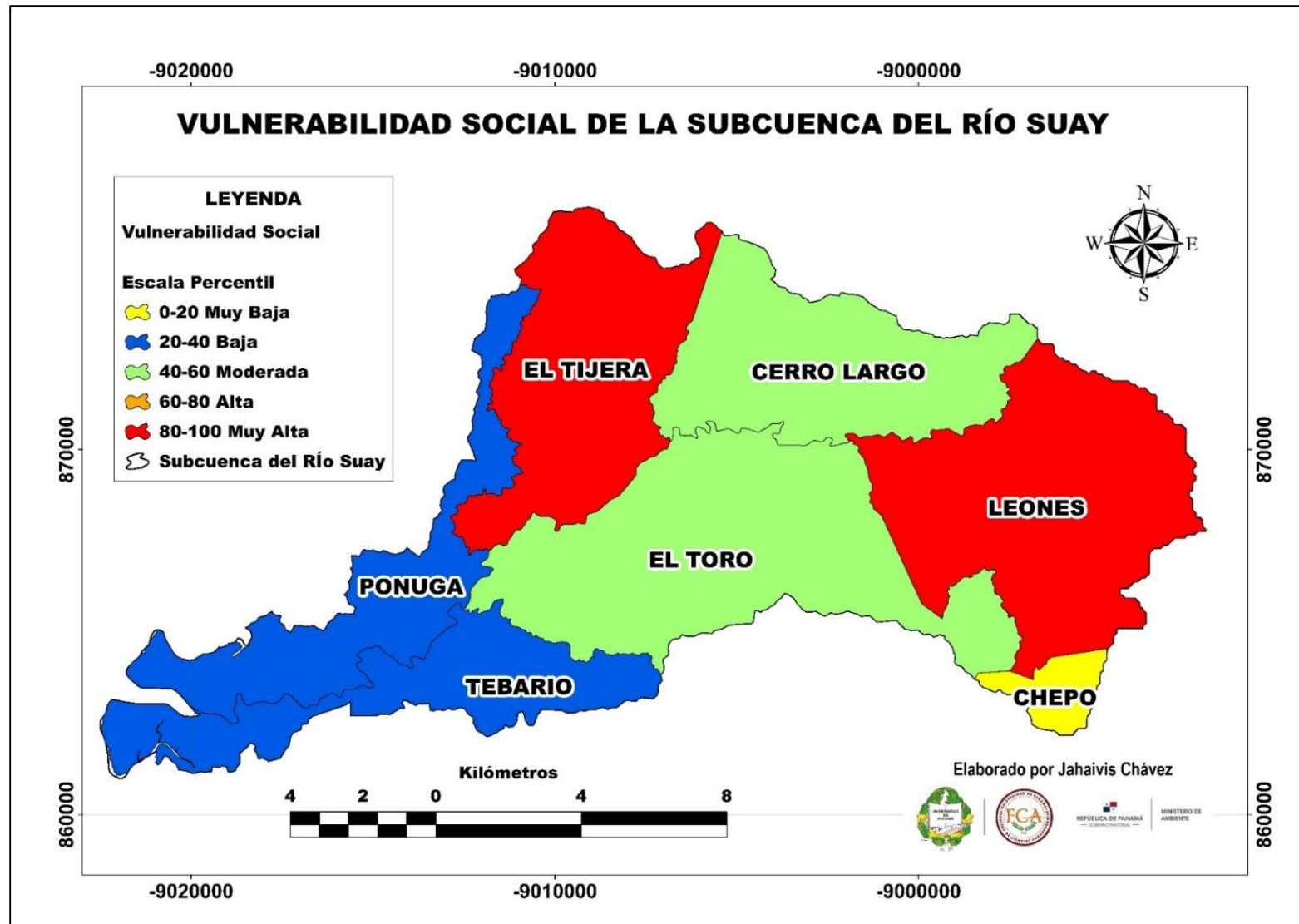


Figura 83. Mapa de Vulnerabilidad Social en la Subcuenca del Río Suay

4.2.2.3 Vulnerabilidad Ambiental

CUADRO LXXXIV. CATEGORÍAS DE LA VULNERABILIDAD AMBIENTAL

Vulnerabilidad Ambiental									
Corregimientos	Índice	Promedio	Varianza	a	b	beta	% beta	Categoría	Color por categoría
Ponuga	0.5513	0.3923	0.0165	5.26	8.15	0.8823	88.23	Muy alta	 5
Tebario	0.3768					0.4705	47.05	Moderada	 3
El Tijera	0.3484					0.3871	38.71	Baja	 2
Cerro Largo	0.3352					0.3489	34.89	Baja	 2
El Toro	0.5140					0.8208	82.08	Muy Alta	 5
Leones	0.4521					0.6825	68.25	Alta	 4
Chepo	0.1683					0.0307	3.07	Muy Baja	 1

En el cuadro LXXXIV se muestran los resultados finales del cálculo de la vulnerabilidad ambiental por categorías, representada por colores, el cual indica el grado de vulnerabilidad en que se encuentra la subcuenca en el ámbito ambiental.

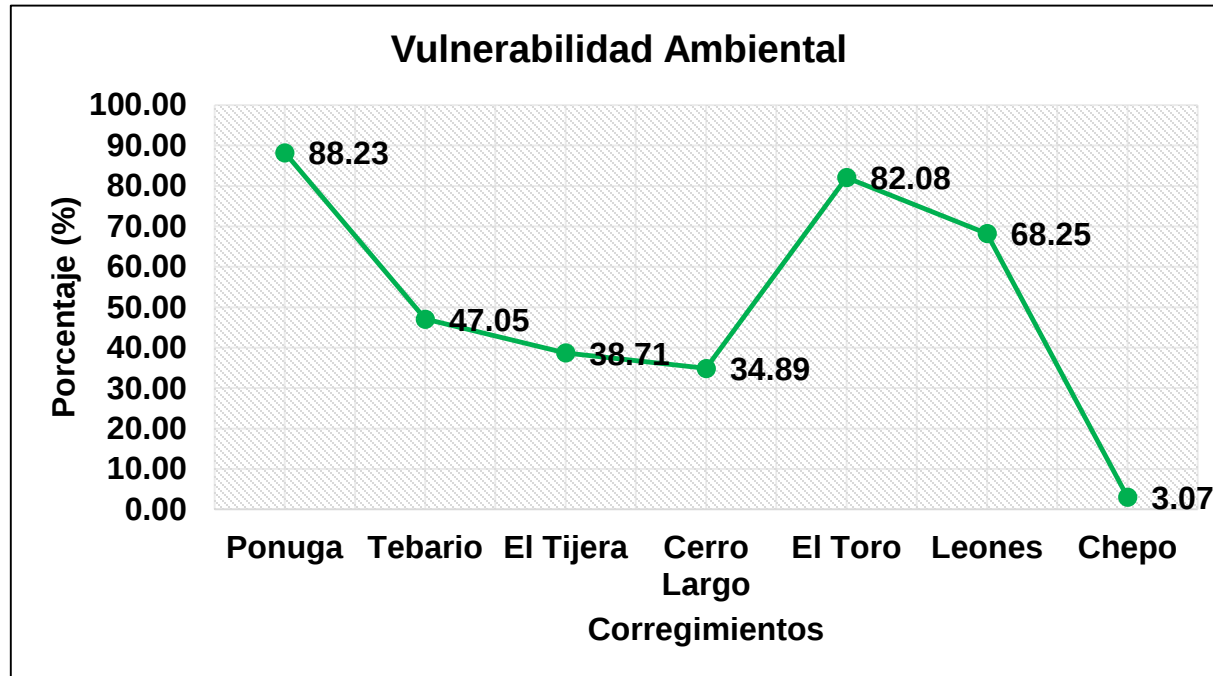


Figura 84. Resultados de Vulnerabilidad Ambiental

En la figura 84 se muestran los resultados de vulnerabilidad por corregimientos y en la Figura 85 se observa el mapa con los resultados finales de la vulnerabilidad ambiental de la subcuenca del Río Suay.

CUADRO LXXXV. PORCENTAJE DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL POR CATEGORÍAS

Porcentaje de vulnerabilidad ambiental por categorías				
Corregimientos	Superficie	Categorías	Total Km2	%
Chepo	4.41	Muy baja	4.41	1.93
El Tijera	35.63	Baja	70.43	30.81
Cerro Largo	34.8			
Tebario	24.5	Moderada	24.50	10.72
Leones	48.93	Alta	48.93	21.40
Ponuga	26.05	Muy alta	80.33	35.14
El Toro	54.28			
Total	228.6		228.60	100.00

La vulnerabilidad ambiental en la subcuenca se presenta en las cinco categorías percentiles de la metodología de acuerdo a la superficie de cada corregimiento, entre los que sobresale la categoría muy alta (35.14%), alta (21.40%), moderada (10.72%), baja (30.81%) y muy baja (1.93%) lo que indica que la categoría con mayor porcentaje es la muy alta, con los corregimientos de Ponuga y El Toro, entre los indicadores que más sobresalen están: frecuencia de incendios de masa vegetal, deforestación, frecuencia del uso de agroquímicos y la gestión de desechos sólidos y líquidos.



Figura 85. Mapa de Vulnerabilidad Ambiental de la Subcuenca del Río Suay

4.2.2.4 Vulnerabilidad Global

CUADRO LXXXVI. RESULTADOS FINALES DE LA VULNERABILIDAD GLOBAL EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SUAY

Vulnerabilidad Global									
Corregimientos	VE	VS	VA	VE	VS	VA	Índice de vulnerabilidad	Categoría	Color por categoría
				0.33	0.33	0.33			
Ponuga	77.8233	38.5556	88.2330	25.94	12.85	29.41	68.20	Alta	4
Tebario	0.0000	20.5291	47.0533	0.00	6.84	15.68	22.53	Baja	2
El Tijera	47.3267	90.4484	38.7114	15.78	30.15	12.90	58.83	Moderada	3
Cerro Largo	61.5069	49.9313	34.8851	20.50	16.64	11.63	48.77	Moderada	3
El Toro	52.0055	48.2347	82.0758	17.34	16.08	27.36	60.77	Alta	4
Leones	35.0396	87.4987	68.2550	11.68	29.17	22.75	63.60	Alta	4
Chepo	86.1555	10.7782	3.0695	28.72	3.59	1.02	33.33	Baja	2

En el cuadro LXXXVI se muestran los resultados finales del cálculo de la vulnerabilidad global por categorías, representada por colores, el cual indica el grado de vulnerabilidad en que se encuentra la subcuenca a nivel global.

CUADRO LXXXVII. PORCENTAJE DE VULNERABILIDAD GLOBAL POR CATEGORÍAS

Porcentaje de vulnerabilidad global por categorías				
Corregimientos	Categorías	Superficie Km²	Total Km²	%
Tebario	Baja	24.50	28.91	12.65 %
Chepo	Baja	4.41		
El Tijera	Moderada	35.63	70.43	30.81%
Cerro Largo	Moderada	34.80		
El Toro	Alta	54.28	129.26	56.54%
Leones	Alta	48.93		
Ponuga	Alta	26.05		
Total		228.60 Km ²	228.60 Km ²	100%

En el cuadro se presentan los porcentajes por categorías en la subcuenca de acuerdo a la superficie de cada corregimiento donde se muestran las tres categorías, baja (12.65%), moderada (30.81%) y alta (56.54%), lo que indica que la categoría con mayor porcentaje es alta.

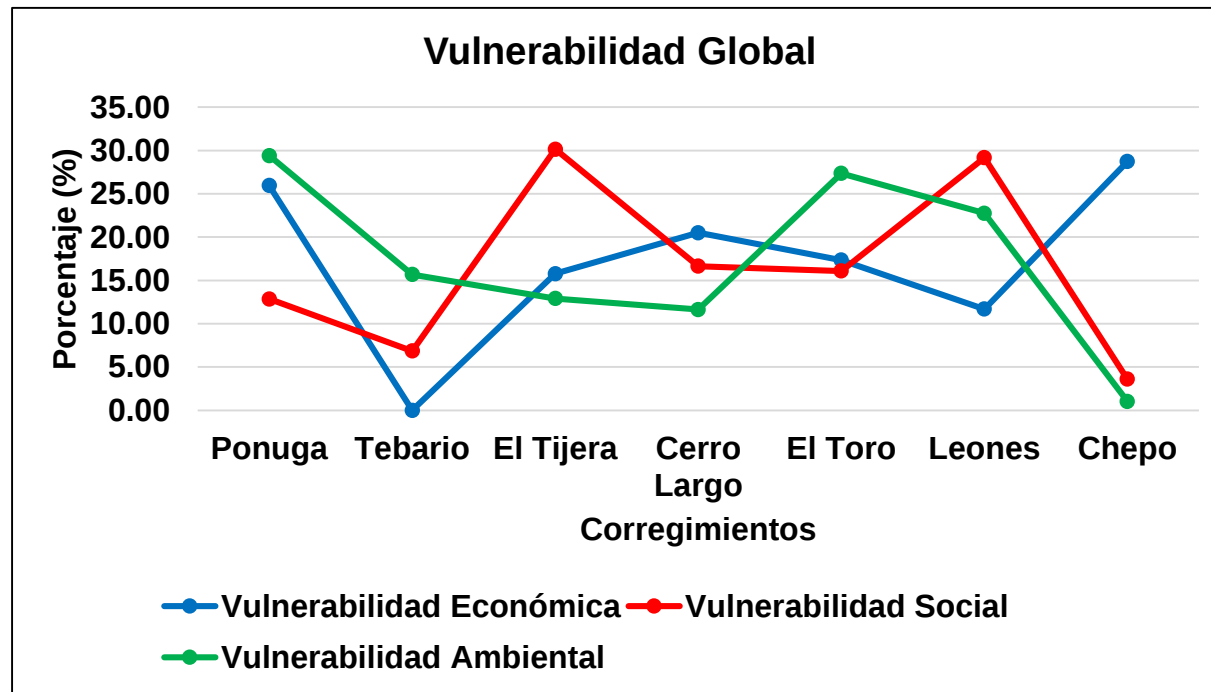


Figura 86. Resultados finales de la Vulnerabilidad Global

En la figura 86 se muestran los resultados de los tres tipos de vulnerabilidad por corregimientos y en la Figura 87 se observa el mapa con los resultados finales de la vulnerabilidad global de la subcuenca del Río Suay.

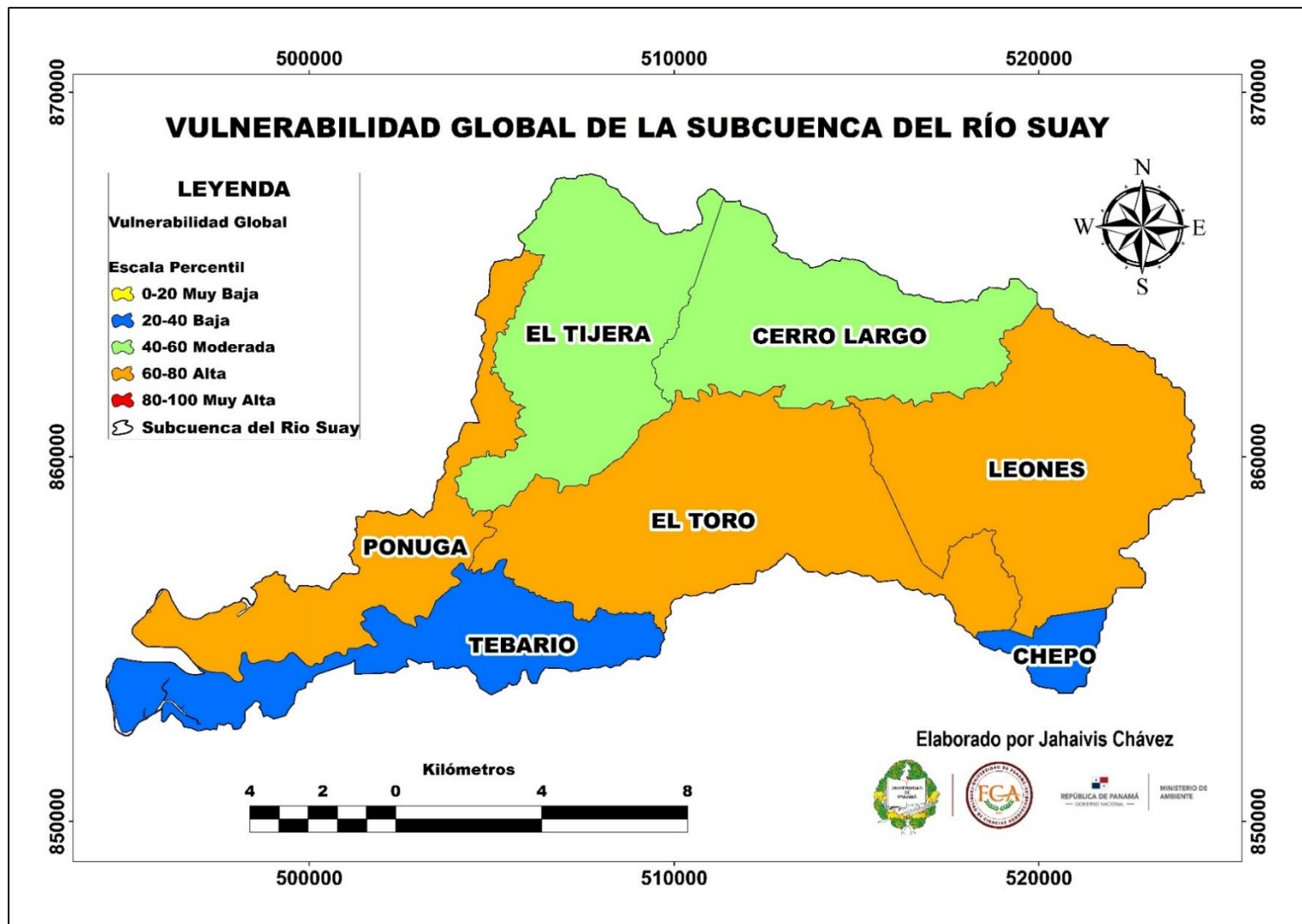


Figura 87. Mapa de Vulnerabilidad Global en la Subcuenca del Río Suay

4.2.3 Comparación de resultados en base a metodologías utilizadas para el análisis de vulnerabilidad hídrica.

Haciendo una comparación con el estudio realizado, para analizar la vulnerabilidad global del recurso hídrico de la subcuenca del río Suay, ante el cambio climático y la variabilidad climática, los resultados obtenidos en el CUADRO LXXXVIII., evidencian que la vulnerabilidad global presente en la subcuenca, considera aspectos negativos para el área de estudio, y que al ser comparados con lo encontrado por Ortega-Gaucin, D., Velasco, I., de la Cruz, J., & Castellano, H. (2016), en su investigación sobre la metodología para calcular índices de vulnerabilidad ante la sequía en los organismos de cuenca en México, donde concluyeron que existe evidencia de vulnerabilidad en los organismos de Cuenca, y que la mejor forma de afrontar una sequía es con la evaluación de la vulnerabilidad, la cual es útil para diversos propósitos en la implementación de medidas de prevención y mitigación, con estos estudios se afirma que es importante realizar estudios de vulnerabilidad que sean aplicadas a nivel municipal y nacional.

El Ministerio de Ambiente realizo en el 2021 un estudio del Índice de vulnerabilidad al cambio climático en la república de Panamá, el cual consistió en la aplicación de la metodología de vulnerabilidad, donde los resultados arrojaron información importante para conocer cuáles eran los corregimientos más vulnerables al cambio climático y señalando que dentro de la investigación se encuentra localizados algunos de los corregimientos de la subcuenca del Río Suay.

5 CONCLUSIONES

- En la subcuenca del Río Suay se determinaron tres categorías de vulnerabilidad global del recurso hídrico que son: alta (56.54%), moderada (30.81% y baja (12.65 %); y los corregimientos que presentan una alta vulnerabilidad, al cambio climático y la variabilidad climática son: Ponuga, El Toro y Leones. (ver figura #)
- A nivel global los corregimientos más vulnerables se encuentran localizados en la parte alta de la Subcuenca del Río Suay.
- En la subcuenca del Río Suay se identificaron tres tipos de vulnerabilidad global:
 - Vulnerabilidad económica: Aquí sobresalen la categoría moderada con un máximo de 39.33% y la categoría muy alta con un mínimo de 1.93%.
 - Vulnerabilidad social: mostró un máximo de 38.97% en la categoría moderada, y un mínimo de 1.93 % en la categoría muy baja.
 - Vulnerabilidad ambiental: Presentó un máximo de 30.81% de la categoría baja y un mínimo de 1.93% de la categoría muy baja, es la que predomina en la subcuenca del río Suay.
- Los factores socio-ambientales que se encontraron ligados a la vulnerabilidad en la subcuenca del Río Suay, fueron: el acceso de agua potable en calidad y cantidad, servicios públicos de electricidad, apoyo social, viviendas, educación y acceso a la atención médica.

- Los resultados han demostrado que las áreas vulnerables se encuentran principalmente en las comunidades de difícil acceso, lo que resalta una capacidad adaptativa reducida, y que mejorando las condiciones sociales y económicas se estará incrementando la resiliencia de las comunidades, disminuyendo entonces, su vulnerabilidad.
- Se muestra que la variabilidad climática y el cambio climático, se evidencia en todos los corregimientos de acuerdo al tipo de vulnerabilidad, ya sea a menor o mayor escala, pero indicando que la vulnerabilidad está presente y debilita aspectos económicos, sociales y ambientales en el área de estudio.

6 RECOMENDACIONES

- Se sugiere para la aplicación de esta metodología, conocer el área de estudio y tener información previa de manera que se facilite la interpretación de los datos y la obtención de resultados más precisos y en menor tiempo.
- Los indicadores deben ser seleccionados de acuerdo a los problemas que se presentan en el área de estudio, para que se cumpla con los objetivos de vulnerabilidad en cualquier área específica.
- Al momento de la selección de los indicadores es preferible dividirlos por tipos de vulnerabilidad, facilitando así, la aplicación de la metodología con sus respectivas fórmulas, procurando que sea la misma cantidad de indicadores para cada tipo de vulnerabilidad.
- En el caso de utilizar esta metodología en áreas muy grandes, donde difícilmente se puede llegar a toda la población es recomendable utilizar muestreos, de acuerdo a la población total, que facilite la obtención de los datos para aplicar la metodología.
- La metodología puede utilizarse como una guía para realizar evaluaciones de vulnerabilidad a nivel de Cuenca, Subcuenca y Microcuenca, que permitan conocer los riesgos que enfrentan los sistemas sociales, económicos y ambientales del territorio en estudio.
- El análisis profundo de los riesgos climáticos, más la participación del público local, tienen el potencial de generar resultados que abran camino a una adaptación apropiada, con base a las necesidades específicas del

entorno, en donde el entendimiento de una amplia gama de impactos probables y sus interacciones es fundamental.

- Las instituciones gubernamentales deben tomar acciones con el fin de trabajar en beneficio a las comunidades más vulnerables, logrando generar impactos positivos que puedan mejorar las condiciones socio-ambientales de los corregimientos más afectados de la Subcuenca del Río Suay.
- El recurso hídrico es el principal problema a solucionar, ya que la mayoría de las comunidades no poseen agua potable de gran calidad, lo que afecta significativamente a las comunidades.
- Los municipios y juntas comunales deben trabajar conjuntamente con la población, de manera que todos puedan mejorar la calidad de vida de sus habitantes y elaborar planes que creen grupos organizados en pro de las comunidades.
- La vulnerabilidad explica en gran escala los niveles de riesgo en el área, por lo tanto, cualquier estrategia de intervención debe definirse con lineamientos integrales.

7 BIBLIOGRAFIAS CITADAS

Agrobase, 2021. Catálogo de herbicidas, insecticidas y funguicidas, consultado el 23 de octubre de 2021. Obtenido de <https://agrobasesapp.com/panama/pesticide>.

AgroproPanamá, 2021. *Catálogo de agroquímicos*, consultado el 28 de octubre de 2021. Obtenido de <http://agropropanama.com/productos/>

Alzate, Diego, & Rojas, Edwin, & Mosquera, Jemay, & Ramón, Jacip, 2015. *Cambio climático y variabilidad climática para el periodo 1981-2010 en las cuencas de los ríos zulía y pamplonita, norte de santander – Colombia. Revista Luna Azul. (40),127-153. Consultado el 11 de noviembre de 2021].*
ISSN: Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321733015010>

Amore G. 2008. Composición y abundancia del ictioplancton en el Golfo de Montijo, Republica de Panamá. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales Exactas y Tecnología, Centro Regional Universitario de Veraguas, Escuela de Biología, tesis Maestría Ecología de zonas costeras. Veraguas. 58p.

Autoridad de Aseo urbano y domiciliario de Panamá(AAUD),2014 acta de misión de península de Azuero, con REF: AAUD-DST-I-005-2014., Provincias de Herrera y Los Santos, Panamá.

Autoridad de Aseo urbano y domiciliario de Panamá(AAUD),2015. acta de misión provincia de Veraguas, 2015, REF: AAUD-DST-I-002-2015, Provincia de Veraguas, Panamá.

Autoridad Nacional de Descentralización (AND),2021. Base de datos, Inversiones en infraestructuras de agua potable. Panamá.

Ávila, P. (2005). Cambio Global y recursos hídricos en México: Hidropolítica y conflictos contemporáneos por el agua. México: INE, Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas.

Boshell, F., León, G. y Peña, A. 2011. Metodologías para generar y utilizar información meteorológica a nivel subnacional y local frente al cambio climático. Serie Manuales / Manual No. 4. Programa AACC – “Adaptación de la agricultura y del aprovechamiento de aguas de la agricultura al cambio climático en los Andes”. Países Andinos 2010-2013. GIZ GmbH–Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Perú.

Broce, K. 2018. Cronología de metales pesados en sedimentos y determinación de la concentración de estos metales en agua, sedimento y tejido muscular de cocodrylus acutus en ambientes marino-costero de los golfos de Chiriquí y Montijo. Revista UTP, (p. 1-2).

CATIE, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 2004. Programa Innovación, Aprendizaje y Comunicación para la Cogestión Adaptativa de cuencas, FOCUENCAS II. Turrialba, Costa Rica: (p.85).

Caballero V. 1998. Dinámica del plancton en el Golfo de Montijo, caracterización por el método de sedimentación. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales Exactas y Tecnología, Centro Regional Universitario de Veraguas, Escuela de Biología tesis licenciatura Biología. Veraguas. 68p

CATHALAC, IDRC, MIAMBIENTE. 2018. Resiliencia de los recursos hídricos frente al cambio climático: un marco para la planificación municipal sostenible. Panamá: Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015-2050: Agua Para Todos. (p.9).

CATHALAC. 2016. Resiliencia de los recursos hídricos frente al cambio climática, regiones climáticas de Panamá. Panamá: Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015-2050: Agua Para Todos. (p.22).

CEPAL (comisión económica de américa latina y el caribe). 2013. Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. Chile.

CIIFEN. 2021. Centro Internacional para la Investigación del fenómeno de El Niño. Consultado el 22 de octubre de 2021. Obtenido de <https://ciifen.org/el-nino-la-nina-omm/>

Clemente, A., Jiménez, A., & Hernández y del Cid, V. 2019. Riesgo del cambio climático para la pesca artesanal y el turismo comunitario en el golfo de Montijo, Panamá, Scielo,11(1). revisado el 12-01-2021. Obtenido de: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-42662019000100062&lng=en&nrm=iso#B3

CODESA. 2004. Plan de manejo de la reserva forestal el montuoso, 84 p.

Conde, C., & Saldaña, S. 2007. Cambio Climático en América Latina y el Caribe: Impactos, Vulnerabilidad y adaptación. Revista Ambiente y Desarrollo. (p.30).

Contraloría General de la República de Panamá. 2010. XI Censo Nacional de población y VII de vivienda, resultados finales Panamá en cifras años 2000 – 2010. Consultado el 17 de junio de 2021. Obtenido de: https://www.inec.gob.pa/publicaciones/Default2.aspx?ID_CATEGORIA=13&ID_SUBCATEGORIA=59

Contraloría General de la República. 2011. Censos Nacionales de 2011. VII Censo agropecuario. Volumen III. Tenencia y Aprovechamiento de la Tierra. Panamá. Consultado el 17 de junio de 2021. Obtenido de: https://www.inec.gob.pa/publicaciones/Default3.aspx?ID_PUBLICACION=470&ID_CATEGORIA=15&ID_SUBCATEGORIA=60

Copernicus. 2021. Datos Históricos de imágenes satelitales sentinel. Consultado 20 de octubre 2021. Obtenido de: <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>

ETESA (Empresa de Transmisión Eléctrica S.A). 2021. Datos Históricos. Estación CHEPO (ESC.GRANJA) (122-006), MARIATO (122-004). Consultado 18 de febrero 2021. Obtenido de: http://www.hidromet.com.pa/clima_historicos.php?sensor=1

Fundación Natura. 2013. Aumento de la resiliencia al cambio climático y la variabilidad climática en el arco seco y la Cuenca del canal de Panamá. Panamá: Fondo de adaptación.

Grupo Fertica. 2021. Catálogo de productos fitosanitarios y foliares, consultado el 29 de octubre de 2021. Obtenido de <https://www.fertica.com/web/wp-content/uploads/2020/11/Catalogo-Digital-de-Productos-Fitosanitarios-y-Foliares-2020.pdf>

IDEAM. 2012. Revisión del estado actual de los avances del quinto informe de evaluación AR5 del IPCC. Obtenido de: <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Revision+AR5+%28Leon+y+Rodriguez%29.pdf/4c62efad-ccd2-465a-ba0e-6ff1ee6f7726>

IMN, (Instituto Meteorológico Nacional). 2005. Vulnerabilidad actual: Adaptación del sector hídrico al cambio climático en Costa Rica. Costa Rica. Consultado 01 febrero 2021. Obtenido de: <http://cglobal.imn.ac.cr/Pdf/educacion/Proyecto%20Regional%20Hoja%20Divulgativa%20sobre%20Vulnerabilidad%20Actual.pdf>

IPCC Panel Intergubernamental de Cambio Climático. 2007. Resumen para Responsables de Políticas. En IPCC, Cambio Climático 2007: Impactos y Vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden y C.E. Hanson. Reino Unido: Cambridge University Press, Cambridge

- IPCC. 2007. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Contribución del grupo de trabajo II al cuarto informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. Van Der Linden y C.E. Hanson, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido: (p.976).
- IPCC. 2007. Informe de Síntesis, Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al cuarto informe de evaluación del Panel Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático. WMO/UNEP. Ginebra, Suiza.
- IPCC. 2012. Manejo de los riesgos de eventos extremos y desastres para promover la adaptación al cambio climático. Por: Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor y P.M. Midgley (Eds.) Cambridge University Press: (p.582).
- IPCC. 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resumen para responsables de políticas. Contribución del grupo de trabajo II al quinto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático.
- IPCC. 2021. Actividades. Consultado el 30 de noviembre de 2021. Obtenido de https://archive.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml
- Iyengar, N., & Sudarshan, P. 1982. Método de Clasificación de regiones a partir de datos multivariados. Económico y Político. Vol.17. (p.2048-52).

Jiménez, J.A. 1994. Los manglares del Pacífico Centroamericano. Universidad Nacional (UNA)- Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). Editorial Fundación UNA. Heredia, Costa Rica. 336p.

Los Ríos. 2020. Recuperado de geográfica. consultado: 1 de noviembre de 2021.
<https://lageografia.com/geografia-fisica/los-rios>

Martínez Arce, Evelyn; Daza, Diego; Tello Espinoza, Pilar; Soulier Faure, Martin; Terraza, Horacio. 2010. “Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe 2010”, trabajo en conjunto con la OPS/OMS-AIDIS-BID (Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud- Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental - Banco Interamericano de Desarrollo), Washington, D.C. consultado el 20 de octubre de 2021. [En línea]
<https://publications.iadb.org/en/regional-evaluation-urban-solid-waste-management-latin-america-and-caribbean-2010-report>

Ministerio de Economía y finanzas(MEF). 2021. Base de datos, Inversiones en infraestructuras de agua potable. Panamá.

Méndez-Carvajal, P. 2010. Guía didáctica por la protección de los monos de Azuero. Fundación Pro-Conservación de los primates panameños(FCCP), (P.39).

MIAMBIENTE. 2002. Ley 44. Ley de régimen administrativo especial para el manejo, protección y conservación de las cuencas hidrográficas de la

república de Panamá. 5 de agosto de 2002. Panamá: República de Panamá.

MIAMBIENTE. 2011. Situación y disponibilidad del recurso hídrico. Plan Nacional de Gestión Integrada de Recursos Hídricos en la República de Panamá. Panamá: Novoa Art, S.A.

MIAMBIENTE. 2013. Decreto Ejecutivo 479.Regimén administrativo especial para el manejo, protección y conservación de las cuencas hidrográficas de la república de Panamá. Panamá.

MIAMBIENTE. 2014. Plan de Manejo Área de recursos manejados Golfo de Montijo. Panamá: Fundación Mar Viva. Conservación Internacional.

MIAMBIENTE. 2015. Ley 8. Ley que crea el Ministerio de Ambiente,25 de marzo de 2015. Panamá, República de Panamá.

MIAMBIENTE. 2016. Contribución Nacionalmente determinada a la mitigación del cambio climático(NDC) de la república de Panamá ante la convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Panamá.

MIAMBIENTE. 2016. Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015-2050: Agua para Todos. Panamá.

MIAMBIENTE. 2021. Base de datos (Shapefile), Caracterización de cuencas hidrográficas, Panamá.

MINSA.2021. Dirección de agua potable del Ministerio de Salud(DAPOS). Base de datos, Veraguas y Herrera. Panamá.

MINSA.2021. Dirección del subsector de agua potable y alcantarillado sanitario del Ministerio de Salud(DISAPAS). Base de datos, Veraguas y Herrera. Panamá.

Montealegre J., & J. Pabon. 2000. La Variabilidad Climática Interanual asociada al ciclo El Niño-La Niña–Oscilación del Sur y su efecto en el patrón pluviométrico de Colombia. Meteorol. Colomb. 2:7-21. ISSN 0124-6984. Bogotá, D.C. – Colombia.

ONU-EIRD. 2004. Vivir con el riesgo: informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres. Secretaría Interinstitucional de la Estrategia Internacional para la Reducción de desastres. Ginebra: Naciones Unidas.

OPS/OMS/AIDIS-BID.2010. (Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud- Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental - Banco Interamericano de Desarrollo). consultado el 20 de octubre de 2021. En línea <http://www6.iadb.org/residuos/infogeneral/Acerca.bid>

ONU-EIRD. 2004. Vivir con el riesgo: informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres. Secretaría Interinstitucional de la Estrategia Internacional para la Reducción de desastres. Ginebra: Naciones Unidas.

OMM (Organización meteorológica mundial). 2014. El Niño/Oscilación del sur.

Original Stereo, T. V. N. 2020. Inundaciones 2020 [Figuras]. Inundaciones Río Suay, 2020. Consultado el 28 de octubre de 2021. Obtenido de: <https://twitter.com/tvnnoticias/status/1311455548118904832>

Ortega-Gaucin, D., Velasco, I., de la Cruz, J., & Castellano, H. 2016. Metodología para calcular Índices de Vulnerabilidad ante la sequía en los Organismos de Cuenca en México. México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Proceedings XXVII Congreso latinoamericano de hidráulica. Lima, Perú.

Picado, F. 2003. Evaluación de la Vulnerabilidad y adaptación de los recursos hídricos de Nicaragua ante el cambio climático. Panamá: Proyecto PNUD-NIC/01/008-MARENA. 27 diapositivas.

Pinzón E. 2011. Fitoplancton del Golfo de Montijo: Diatomeas y dinofloagelados tecados. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales Exactas y Tecnología, Centro Regional Universitario de Veraguas, Escuela de Biología tesis licenciatura Biología. 180p.

Plan Distrital Las Minas. 2018. Plan Estratégico distrital de las Minas 2018-2020. Provincia de Herrera, Distrito de Las Minas, República de Panamá.

Plan Distrital Océ. 2018. Plan Estratégico distrito de Océ 2018-2022. Provincia de Herrera, Distrito de Océ, República de Panamá.

Plan Municipal Mariato. 2018. Plan de Desarrollo municipal del distrito de Mariato 2018-2019. Provincia de Veraguas, Distrito de Mariato, República de Panamá.

Rincón Álvarez, A., Gutiérrez Prada, K. 2021. Cálculo del índice de vulnerabilidad hídrica en la cuenca del río Chicamocha en los departamentos Boyacá-Santander en escenarios de cambio climático. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia.

RAE. 2012. Diccionario de la Lengua Española (22ª ed.). Obtenido de <http://www.rae.es/rae.html>

Rodríguez, V., Robles, A., & Pimentel, Y. 2009. Calidad biológica del agua de los ríos Sábalo, Piña, Ponuga, Pocrí y Suay en la provincia de Veraguas. Tecnociencia, vol.11, n 1, p 1.

Rygel, L., O' Sullivan, D., & Yarnal, B. 2006. Método para construir un índice de vulnerabilidad social: una aplicación a las mareas ciclónicas de un huracán en un país desarrollado. Estrategias de mitigación y adaptación para el cambio Global. (p.741-764).

Serrano, D. (20 de enero de 2021). Efectos del cambio climático. (J. Chávez, Entrevistador).

Universidad de Panamá. 2005./Agencia de Cooperación Internacional del Japón Proyecto ICAB/JICA Diversidad Biológica y Servicios Ambientales de los Fragmentos de Bosques en la Reserva Forestal el Montuoso. Panamá. 210 p.

UNL-FICH, (s.f.). 2010. Vulnerabilidad de los recursos Hídricos en el Litoral, Mesopotamia (en línea). Argentina, (p.129). Consultado el 01 de febrero de 2021.

Obtenido

de:

http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UCC/File/vulnerabilidad_mesopotamia.pdf

Vega Cervera, A. (2012). *Análisis de la Gestión del Recurso Hídrico en Panamá.*

Tesis Master. España: Universidad de Alicante Instituto Universitario del Agua y las Ciencias Ambientales. (p.3).

Vega, A.J., Robles P., Y.A., Jordán, L. & J.C., Chang. 2004. *Estudio Biológico pesquero en el golfo de Montijo. Informe de Investigación. Universidad de Panamá. 171 pp.*

Wikipedia IPCC, 2021. *Panel intergubernamental del cambio climático(IPCC).*

enciclopedia libre, consultado el 20 de octubre de 2021.Obtenido de

<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Anexo:Eventos de El Ni%C3%B1o y La Ni%C3%B1a en el siglo XXI&oldid=138444746>

Zurdo, J. D. (2009). *Uso de Sistemas de Información geográfica para el análisis de vulnerabilidad. Tecnología de la información geográfica, 12.*

ANEXOS

ANEXO 1. Análisis para la selección de la muestra para la aplicación de las encuestas

En el capítulo 8 del libro de Sampieri, 4° edición, se analizan los conceptos de muestra, población o universo, tamaño de la muestra, representatividad de la muestra y procedimiento de selección. También se presenta una tipología de muestras: probabilísticas y no probabilísticas. Se explica cómo definir a las unidades de análisis (participantes, otros seres vivos, objetos, sucesos o comunidades), de las cuales se habrán de recolectar los datos. Asimismo, en el capítulo se presenta como determinar el tamaño adecuado de una muestra cuando pretendemos generalizar los resultados a una población, y como proceder para obtener la muestra, dependiendo del tipo de selección elegido.

En esta investigación se cuenta con una población ya registrada en el censo 2010.

Pasos para la selección de la muestra

Lo primero fue definir la unidad de análisis (personas, organizaciones, periódicos, comunidades, situaciones, eventos, etc.).

En este caso se definió la población de la Subcuenca del Rio Suay, conformada por 7 corregimientos de la provincia de Veraguas y Herrera.

Delimitar a la población

una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (Selltiz et al., 1980).

Es importante señalar las características sociales de la población en estudio, para delimitar los parámetros muestrales.

Selección de la muestra

La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población.

Muestra probabilística: Subgrupo de la población en el que todos los elementos de esta tienen la misma posibilidad de ser elegidos.

Las muestras probabilísticas tienen muchas ventajas, quizá la principal sea que puede medirse el tamaño del error en nuestras predicciones. Se dice incluso que el principal objetivo en el diseño de una muestra probabilística es reducir al mínimo este error, al que se le llama error estándar (Kish, 1995).

Las muestras probabilísticas son esenciales en los diseños de investigación transeccionales, tanto descriptivos como correlacionales-causales (las encuestas de opinión o surveys, por ejemplo), donde se pretende hacer estimaciones de variables en la población. Estas variables se miden y se analizan con pruebas estadísticas en una muestra, donde se presupone que esta es probabilística y todos los elementos de la población tienen una misma probabilidad de ser elegidos. Las unidades o elementos muestrales tendrán valores muy parecidos a los de la población, de manera que las mediciones en el subconjunto nos darán estimados precisos del conjunto mayor. La precisión de dichos estimados depende del error en el muestreo, que es posible calcular. Existen además otros errores que dependen de la medición.

Para hacer una muestra probabilística es necesario entender los siguientes términos y sus definiciones:

La población, a la que se le suele denominar como N , es un conjunto de elementos.

La muestra, a la que se le simboliza como n , es un subconjunto de la población N .

En una población N (previamente delimitada por los objetivos de la investigación), nos interesa establecer valores de las características de los elementos de N .

Nos interesa conocer valores promedio en la población, lo cual se expresa como:

$\bar{Y}$ = al valor de una variable determinada (Y) que nos interesa conocer, digamos un promedio.

V = la varianza de la población con respecto a determinadas variables (la varianza indica la variabilidad).

Como los valores de la población no se conocen, seleccionamos una muestra, además, a través de estimados en la muestra, inferimos valores de la población ($\bar{y}$ será la estimación del valor de $\bar{Y}$, el cual desconocemos).

En la muestra, $\bar{y}$ es un estimado promedio que podemos determinar. Sabemos que en nuestra estimación habrá una diferencia ($\bar{Y} - \bar{y} = ?$), es decir, un error, el cual dependerá del número de elementos muestreados. A dicho error se le conoce como error estándar (se).

se = la desviación estándar de la distribución muestral y representa la fluctuación de $\bar{y}$.

$(se)^2$ = el error estándar al cuadrado, cuya fórmula nos servirá para calcular la varianza (V) de la población (N), así como la varianza de la muestra (n) será la expresión s^2 .

s^2 = varianza de la muestra, la cual podrá determinarse en términos de probabilidad donde $s^2 = p(1-p)$.

P = porcentaje estimado de la muestra, probabilidad de ocurrencia del fenómeno, la cual se estima sobre marcos de muestreo previos o se define, la certeza total siempre es igual a uno, las posibilidades a partir de esto son "p" de que si ocurra y "q" de que no ocurra ($p + q = 1$). De aquí se deriva $1 - p$.

Como se habrá podido observar, cuando hablamos de un término de la muestra se simboliza con una letra minúscula (n, s, se). Si se trata de un término de la población. se simboliza con una letra mayúscula (N, S).

Para una muestra probabilística necesitamos principalmente dos cosas: determinar el tamaño de la muestra (n) y seleccionar los elementos muestrales, de manera que todos tengan la misma posibilidad de ser elegidos. Para lo primero, daremos una fórmula que contiene las expresiones ya descritas. Para lo segundo, requerimos un marco de selección adecuado y un procedimiento que permita la aleatoriedad en la selección.

Tamaño de la muestra

Se busca encontrar la probabilidad de ocurrencia de $\bar{Y}$, así como que mi estimado de $\bar{y}$ se acerque a $\bar{Y}$, el valor real de la población. Si establecemos el error estándar y lo fijamos en 0.01, sugerimos que esta fluctuación promedio de nuestro estimado $\bar{y}$ con respecto a los valores reales de la población $\bar{Y}$ no sea > 0.01 , es decir, que de 100 casos, 99 veces mi predicción sea correcta y que el valor de $\bar{y}$ se sitúe en un intervalo de confianza que comprenda el valor de $\bar{Y}$.

Existen dos formas, la primera es calcular de manera automática un tamaño de muestra aleatoria simple mediante un programa (Stats) Programa que nos sirve para determinar el tamaño de una muestra aleatoria simple y generar números aleatorios para seleccionar los casos de la muestra de una base de datos o listado de la población.

Programa STATS: Existe un programa ya definido llamado Stats, la cual se puede seleccionar en lugar de aplicar formulas, con dicha se puede calcular de manera automática un tamaño de muestra aleatoria, nos pide que definamos el error estándar (probabilidad) y el nivel de significancia o margen de error, así como el de confianza. El programa coloca un nivel de 95% y 5%(confianza y error, respectivamente), que es el aceptado para ciencias sociales. con solo presionar el botón de calcular se obtiene el tamaño apropiado.

El mismo fue propuesto por sampieri para definir de forma más fácil y rápida los valores de una muestra.

ANEXO 2. Cuadro de población utilizada para las encuestas

CANTIDAD DE ENCUESTAS SEGÚN COMUNIDAD PROGRAMA STATS					
Comunidad	Tamaño de la población	Error máximo aceptable	Nivel estimado en porcentaje	Nivel de confianza deseado	Muestra
Ponuga	274	5%	50%	95%	29
Tebario	446	5%	50%	95%	48
El Tijera	367	5%	50%	95%	39
Cerro Largo	260	5%	50%	95%	28
El Toro	693	5%	50%	95%	74
Leones	796	5%	50%	95%	85
Chepo	369	5%	50%	95%	40
Total de la población	N= 3205				=343

Con los datos finales se expresa de la siguiente manera:

$$Rsh = \frac{n}{N} = \frac{343}{3205} = 0.1070$$

De manera que el total de la subpoblación se multiplicación por esta fracción constante para obtener el tamaño de la muestra para el estrato. Al sustituirse, tenemos que:

$$(Nh) (fh) = nh$$

Por ejemplo:

$Nh = 274$ corresponden a la población total de Ponuga de este giro.

$fh = 0.1070$ es la fracción constante.

nh = es el número redondeado de personas por corregimiento de la subcuenca que tendrá que entrevistarse.

$$(Nh) (fh) = nh$$

$$(274) (0.1070) = 29$$

La segunda se da por una muestra probabilística estratificada, la cual es compara sus resultados entre segmentos, grupos o nichos de población.

La estratificación aumenta la precisión de la muestra e implica el uso deliberado de diferentes tamaños de muestra para cada estrato, a fin de lograr reducir la varianza de cada unidad de la media muestral (Kish, 1995). En su libro de muestreo, Kish afirma que, en un número determinado de elementos muestrales $n = \sum nh$, la varianza de la media muestral $\bar{y}$ puede reducirse al mínimo, si el tamaño de la muestra para cada estrato es proporcional a la desviación estándar dentro del estrato. Esto es

$$\sum fh = \frac{n}{N} = Rsh$$

En donde la muestra n será igual a la suma de los elementos muestrales nh . Es decir, el tamaño de n y la varianza de $\bar{y}$ pueden minimizarse, si calculamos "submuestras" proporcionales a la desviación estándar de cada estrato. Esto es:

$$\sum fh = \frac{nh}{Nh} = Rsh$$

En donde nh y Nh son muestra y población de cada estrato, y sh es la desviación estándar de cada elemento en un determinado estrato. Entonces tenemos que:

$$Rsh = \frac{n}{N}$$

Con los datos finales se expresa de la siguiente manera:

$$Rsh = \frac{n}{N} = \frac{324}{3205} = 0.1110$$

De manera que el total de la subpoblación se multiplicación por esta fracción constante para obtener el tamaño de la muestra para el estrato. Al sustituirse, tenemos que:

$$(Nh) (fh) = nh$$

Por ejemplo:

$Nh = 274$ corresponden a la población total de Ponuga de este giro.

$fh = 0.1010$ es la fracción constante.

$nh = 28$ es el número redondeado de personas por corregimiento de la subcuenca que tendrá que entrevistarse.

$$(Nh) (fh) = nh$$

$$(274) (0.1010) = 28$$

ANEXO 3. Cuadro de cantidad de encuestas

CANTIDAD DE ENCUESTAS SEGÚN COMUNIDAD			
Comunidad	Tamaño de la población	Estrato por giro	muestra
Ponuga	274	1	28
Tebario	446	2	45
El Tijera	367	3	37
Cerro Largo	260	4	27
El Toro	693	5	70
Leones	796	6	80
Chepo	369	7	37
Total de la población	N= 3205		n= 324

Los datos fueron analizados de ambas formas, y para definir de manera más precisa se procedió a utilizar los datos registrados por el programa STATS, donde se utilizaron los valores de las muestras al momento de desarrollar los indicadores de los componentes de la ecuación de vulnerabilidad, dando como resultado los índices en los indicadores propuestos.

Para la aplicación de las encuestas fue necesario la utilización de un programa llamado KoBoToolbox, con la finalidad de obtener la información en una base de datos y que no se utilizará papel para la aplicación de las encuestas, este programa pudo ser utilizado sin la necesidad de tener acceso a internet, ya que la mayoría de las comunidades se encuentran en lugares alejados.

ANEXO 4. Encuesta aplicada en la investigación

Fecha de visita: _____ Comunidad: _____ Miembros en el hogar (N): ☐ ☐ F ☐ M ☐
1-Cuenta con Luz Eléctrica? ☐ Sí ☐ No 2- de que tipo? ☐ Panel Solar: ☐ Tendido Eléctrico: ☐ Planta: 3- si hay planta, que combustible utilizan? ☐ Gasolina: ☐ Diésel: 4- si no hay luz eléctrica, como se alumbran? _____ 5- Que medios de comunicación posee? ☐ Televisión: ☐ Radio: ☐ Acceso a internet ☐ Teléfono
Incendios
6-Realizan quemas? ☐ Sí ☐ No 7-Razones de Quema? ☐ Siembra ☐ Control de malezas
Inundaciones
8- ¿Han ocurrido inundaciones en la comunidad? ☐ Sí ☐ No 9- ¿En qué área? 10- ¿Se han dado afectaciones y victimas por inundaciones? ☐ Sí ☐ No 11- Especifique _____
Población Analfabeta
12- ¿Cantidad de Miembros de la familia que saben leer y escribir ? : _____ 13- ¿Cantidad de Miembros de la familia que no saben leer y escribir ? : _____ 14- ¿Escolaridad de los miembros de la familia que saben leer y escribir?

*De no existir recolección de la basura, que se hace con la misma.

28- ¿Qué realizan con los desechos sólidos?

☐ lo queman ☐ lo entierran ☐ reciclaje

29- ¿Qué residuo sólido se genera más?

☐ Cartón ☐ Papel ☐ Vidrio ☐ Plástico

30- ¿Qué realizan con los desechos líquidos?

☐ Vertido al suelo ☐ Vertido al agua ☐ Reciclaje

Disposición de los vertederos

31- ¿Se cuenta con un vertedero en la comunidad? ☐ Sí ☐ No

32- ¿De qué tipo? ☐ Controlado ☐ Incontrolado

Servicio Sanitario

33- ¿Poseen servicio sanitario? ☐ Sí ☐ No

34- ¿Qué tipo?

☐ Letrina o hueco ☐ Conectado a alcantarillado ☐ tanque séptico

Proyectos comunitarios para manejo de las aguas residuales

35- ¿Existen plantas de tratamiento en la comunidad? ☐ Sí ☐ No

Ubicación_____

Agrupaciones Ambientales

36- ¿Existen grupos organizados, asociaciones o cooperativa en la comunidad?

☐ Sí ☐ No

Nombre de grupos_____

37-¿ a qué se dedican?_____

Cobertura médica

38- ¿Cuenta la comunidad con un centro de salud? ☐ Sí ☐ No

Ubicación _____
Impacto del COVID-2019, por residuos
39- ¿ha contraído el virus Covid-2019? ☐ Sí ☐ No *de ser SI Conocer: 40- ¿Cantidad de mascarillas utilizadas en el día? ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 41- ¿Cantidad de botellas de gel y alcohol, utilizadas durante la cuarentena? ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 * de ser NO 42- ¿Cantidad de mascarillas utilizadas en el día? ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 43- ¿Cantidad de botellas de gel y alcohol, utilizadas al mes? ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 44- Que disposición les dan a los desechos? ☐ lo queman ☐ lo entierran ☐ reciclaje

Resultados de Información en la Subcuenca, mediante las encuestas.

ANEXO 5. Cuadro de Cantidad de encuestas aplicadas

Corregimientos	Encuestas aplicadas a las viviendas	Cantidad de Personas	Femenina	Masculino
Ponuga	29	85	43	42
Tebario	48	170	79	91
El Tijera	39	112	48	64
Cerro Largo	28	78	38	40
El Toro	74	204	106	98
Leones	85	257	132	125
Chepo	40	143	73	70
Total	343	1,049	519	530

ANEXO 6. Cuadro de Cantidad de viviendas que poseen electricidad por Corregimientos

Corregimientos	Cantidad de viviendas que poseen electricidad	Cantidad de Personas que no poseen electricidad	Tipos		
			Tendido eléctrico	Panel Solar	Linternas y Lámpara de Querosín
Ponuga	27	2	24	3	2
Tebario	48	0	38	10	0
El Tijera	35	4	0	35	4
Cerro Largo	24	4	11	13	4
El Toro	59	15	31	28	15
Leones	83	2	70	13	2
Chepo	40	0	40	0	0
Total	316	27	214	102	27

ANEXO 7. Cuadro de Medios de comunicación más utilizados en la Subcuenca

Corregimientos	Encuestas aplicadas a las viviendas	Medios de comunicación			
		Televisión	Radio	Teléfono	Acceso a internet
Ponuga	29	21	28	27	0
Tebario	48	43	38	44	0
El Tijera	39	9	39	31	0
Cerro Largo	28	10	27	24	0
El Toro	74	34	68	58	6
Leones	85	70	70	78	0
Chepo	40	39	31	40	1
Total	343	226	301	302	7

Los resultados de los cuadros que se presentan, muestran información importante en la investigación pero que no fue utilizada en los indicadores.

ANEXO 8. Cuadro de Acumulado de Precipitación (mm) Mensual de la Estación Meteorológica MARIATO 122-004

Acumulado de Precipitación (mm) Mensual de la Estación Meteorológica MARIATO 122-004												
Año	En.	Febr.	Mzo.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
1998	0	3.3	9.4	38.1	214.1	411.1	416.4	980.2	762.5	727.4	497.3	962.6
1999	63	101.7	22.5	87.5	443.5	792.1	358.8	622.6	780.6	1137.3	859.5	669
2000	68.1	3.2	36.3	45.7	225.6	N/D	279.3	707.1	709	668.3	533.7	235.6
2001	83.8	0	N/D	N/D	155.9	345	313.3	195.8	460.5	585.3	550.6	310.4
2002	44.1	9.4	0	31.8	482.9	545.4	622.2	482.7	411.8	646.3	269.4	19.6
2003	0	87.2	43.3	84.2	544.5	590.2	475.7	668.8	566.4	612.1	507.2	226.7
2004	0	0	11.8	95.6	617.5	326	334.7	283.7	362.2	582.4	292.9	85.2
2005	23.9	0	121.8	146.8	716.2	423.9	292.7	681.1	623.1	576.5	464.8	202.1
2006	72.7	17.7	24.5	94.9	391.2	358.4	534.6	237.8	509.3	405.2	436.2	175.5
2007	4.5	0	0	129.7	348.7	276.4	202.3	193.6	415.8	547.6	496.8	286.1
2008	27.5	27.6	3.8	74.8	411.9	318.5	395.1	324.4	389.2	716.1	801.3	33.4
2009	17.9	39.6	75.3	88.7	292.3	205.1	251	297	427.8	423.1	314.5	85.7
2010	0	4.1	0	151.7	237.5	471.1	342.5	494.8	530.6	596.5	856.1	200.2
2011	42.2	43.5	100.3	166.9	475.9	461.2	438.7	484.2	384.1	508.9	606.1	292.5
2012	2.1	0	0	144.1	427.5	291.9	361.1	475.2	299.9	507.2	373.6	63.1
2013	7	0	0	110.4	280	312.8	193.4	461.7	309.6	634.5	420.6	118.6
2014	29.9	0	0	64.3	554.2	361.5	177.4	139.2	384.9	562.4	358.1	147.1
2015	0	7.5	0	115.2	220	165.6	283.8	418.3	440.1	380	578.1	42.8
2016	0	0	0	68.6	242.1	132.8	156.1	437.4	138.1	N/D	N/D	N/D
2017	0	0	33	56.7	261.6	337.8	319.4	212.4	281.6	375.1	358.8	92.8
2018	141.2	0	19.3	146.4	203.7	221.7	197.6	140.2	571	674.6	341.5	15.1
2019	0	0	0	23.9	307.7	301.7	208.8	411.2	483	375.7	162.8	89
2020	0	0	0	50.8	131	312.3	167.8	0	N/D	N/D	N/D	N/D

Fuente: ETESA,2021.

Los datos que se muestran en blanco, N/D y 0, son aquellos datos que no se registraron y otros debido a daños en la estación o realización de mantenimiento en las mismas.

ANEXO 9. Cuadro de Acumulado de Precipitación (mm) Mensual de la Estación Meteorológica CHEPO (ESC.GRANJA) 122-006.

Acumulado de Precipitación (mm) Mensual de la Estación Meteorológica CHEPO(ESC.GRANJA) 122-006												
Año	En.	Febr.	Mzo.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
1998	0	84.9	0.4	40.4	125.2	266	220	315.4	503.1	637.6	256.6	506.5
1999	56	161.2	3	159.7	288.2	599.5	288.5	440.3	577.8	647.7	560.3	186.1
2000	46	11.3	3.1	62.2	320.3	225.4	368.3	221.1	681	403.5	227.1	68.6
2001	17.9	0	0.5	10	322.3	171.8	203.9	152.2	551.5	845	411.6	235.5
2002	20.5	0.9	37.8	35.6	372.4	276.2	319.3	450.2	225.3	265.8	301.9	17.3
2003	0	10.9	32.4	137	269.9	598.5	332.9	450.1	440.7	516.8	476.8	168
2004	4.2	0	0	176.2	486	371.1	271.1	293.3	532	479.6	352.7	35.9
2005	32.3	1.3	116.5	185.8	589.3	502.5	309.2	440.8	410.7	745.3	433.6	96.8
2006	14.4	3.8	17.7	184.2	348	333.6	300.4	470	539.3	389.5	352.3	147.6
2007	2.6	1	0	209.1	617.1	240.8	172.5	409.3	608	907	351.8	315
2008	35.9	53.6	8.5	83.9	271.6	265.5	263.9	419.5	526.4	507.5	343	29.5
2009	18.3	13.1	3.9	24.8	362.4	331.4	144.6	327.3	211.1	561.3	406	41
2010	0	7.2	91.1	212.8	356.6	516.4	379.8	495.6	460.7	567.5	535.8	192.3
2011	57.7	62.9	54.9	56	315.3	379.8	236.5	259.7	278.5	659.7	464.7	134.5
2012	0.4	0	0	162.9	437.8	311.3	296.7	315.2	418.9	587	159	91.7
2013	0	1.8	2.3	123.5	257.5	280.2	123.7	347.6	203.6	487.5	205.6	55.2
2014	35.1	0	4.4	99.8	347.9	199.3	119.6	190.5	239.4	502.4	251.9	264.1
2015	1.2	0	0	73.7	170.7	70	278.3	313.9	N/D	N/D	N/D	N/D
2016	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
2017	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
2018	202.6	0	0	138.9	225.7	168.1	241.7	281.4	425.8	489.9	207.3	3.6
2019	0	0	7	140.7	532.1	144.8	207.9	263.8	384.8	606.8	158.9	129.8
2020	0	N/D	N/D	N/D	320.4	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D

Fuente: ETESA,2021.

Los datos que se muestran en blanco, N/D y 0, son aquellos datos que no se registraron y otros debido a daños en la estación o realización de mantenimiento en las mismas.

ANEXO 10. Cuadro de Promedio de Temperatura Máxima (°C) Mensual de la Estación Meteorológica MARIATO 122-004.

Promedio de Temperatura Máxima (°C) Mensual de la Estación Meteorológica MARIATO 122-004												
Año	En.	Febr.	Mzo.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
1998	30.3	30	31.2	31.4	29.1	28	27	26.6	26.2	25.1	26.7	25.9
1999	27	27.7	28.8	29	27.1	25.7	26.6	25.9	25.3	25.3	25	25.6
2000	26.6	28.4	29.3	29.7	27	26.6	26.3	26.8	25.9	27.2	26.5	26.8
2001	28	29.7	30.3	30.2	28.4	27	26.5	27.1	26.4	26.3	25.6	26.5
2002	27.7	28.9	30.5	N/D	N/D	N/D	26	26.3	26.6	26.9	27.3	28.4
2003	28.9	30.9	30.2	30.6	27.3	26.3	26.7	26.7	26.5	25.3	26.2	26.4
2004	27.9	29.9	30.5	29.8	27.2	26.5	26.5	26.7	26	26.8	26.5	27.4
2005	27.8	29.5	29.4	29.3	27.5	26.4	26.9	27.1	26.2	24.2	26.2	27.2
2006	28.2	29.3	30.4	29.5	27.8	26.6	26.6	27	27.3	26.5	26.6	27.3
2007	28.6	30.4	30.7	29	27.2	26.6	26.9	25.2	26.1	23.4	25.4	26.1
2008	27.4	28.4	29.6	29.6	27.1	26.6	25.7	25.5	26.2	25.7	25.3	26.9
2009	27.6	29	29.6	30.9	28.3	26.6	27.3	26.9	28	26.6	27.7	28.1
2010	29.7	30.6	30.8	29.7	27.9	26.5	26.3	25.5	24.7	25.6	24.9	26.7
2011	27.9	29.4	29.1	29.1	28.6	27.7	27	27.6	26.9	24.6	26	26.7
2012	28.1	30	31.4	29.3	28.2	27.8	28.2	27.6	27.4	26.5	27.8	27.9
2013	29.7	30.6	32.3	31	28.8	27.7	27.3	27.4	26.8	27.3	27	27.8
2014	29.1	30.4	31.3	31	28.7	27.7	28.6	27.8	27.9	27.1	27.5	28.2
2015	29.5	31.1	32.4	32.3	32.7	31.5	32.5	32.9	N/D	N/D	N/D	N/D
2016	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
2017	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
2018	29.3	29.4	30.7	31.5	32.3	N/D	32.2	32.7	32.4	N/D	31.3	29.5
2019	30.9	32.4	33.2	33.2	31.5	30.6	30.3	30.5	30.5	30.6	30.4	30.4
2020	30.7	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D

Fuente: ETESA,2021.

Los datos que se muestran en blanco, N/D y 0, son aquellos datos que no se registraron y otros debido a daños en la estación o realización de mantenimiento en las mismas.

ANEXO 11. Cuadro de Promedio de Temperatura Mínima (°C) Mensual de la Estación Meteorológica CHEPO (ESC.GRANJA) 122-006

Promedio de Temperatura Mínima (°C) Mensual de la Estación Meteorológica CHEPO(ESC.GRANJA) 122-006												
Año	En.	Febr.	Mzo	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
1998	20.1	21	20.9	21.7	21.7	21.5	20.8	20.8	20.3	20.4	20.4	20.2
1999	19.5	19.2	19.3	20.2	20.5	20.3	20.3	20.3	20.1	20	19.8	19.6
2000	18.8	18.4	18.9	19.9	20.5	20.5	20.1	20.4	19.8	20.1	20	19.8
2001	18.7	18.8	19.3	20.1	20.4	20.6	20.4	20.9	20.1	20.5	20.3	20.3
2002	19.5	19.2	19.5	N/D	N/D	N/D	20.4	20.4	20.7	20.5	20.3	20
2003	19.3	19.8	20.2	20.6	21	20.4	20.6	20.5	20.5	20.5	20.3	19.9
2004	19.3	19.1	19.9	20.2	20.8	20.7	20.2	20.5	20.1	20.2	20	19.6
2005	19.6	19.1	20.2	20.9	20.8	20.7	20.8	20.4	20.7	20.5	19.9	19.5
2006	19.4	19.2	19.6	20.1	20.6	20.8	21.2	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
2007	N/D	19.4	19.5	20.6	20.7	20.6	20.5	20	20.1	20	20.1	19.5
2008	18.6	18.7	19.1	19.9	20.2	20.6	20.1	19.9	20.2	20	20	19.2
2009	19.1	19.1	19.1	19.9	20.8	20.7	20.8	20.6	20.8	20.3	20.3	20.1
2010	19.3	20.4	20.5	21	21.3	20.4	20.1	20.2	19.9	19.8	19.2	18.4
2011	19	18.9	19	19.8	20.7	20.6	20.3	20.2	20.2	19.8	19.9	19.3
2012	18.5	18.6	19.4	20.1	20.6	20.5	20.5	19.9	20.3	20.2	20	19.8
2013	18.8	19.1	19.7	20.4	20.2	20.1	20	20.2	20.1	19.9	19.8	19.4
2014	19.1	18.6	19.2	20.2	20.5	20.7	20.9	20.3	20.2	20.2	20	19.6
2015	19.3	19	18.6	20.2	20.8	20.3	19.9	19.1	N/D	N/D	N/D	N/D
2016	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
2017	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
2018	17.5	17	16.4	16.1	15.6	15.3	15.4	15.6	15.1	N/D	17.2	18.8
2019	18.3	17.7	18.2	18.2	19.5	19	18.2	17.9	17.6	17.1	16.7	16.3
2020	16.1	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D

Fuente: ETESA,2021.

Los datos que se muestran en blanco, N/D y 0, son aquellos datos que no se registraron y otros debido a daños en la estación o realización de mantenimiento en las mismas.

ANEXO 12. Modelos de nota para la obtención de información

Para la obtención de información de algunos indicadores, fue necesario la entrega de notas en conjunto con el Ministerio de Ambiente, firmadas a cargo de la directora regional de Veraguas, Ingeniera Julieta Fernández Cogley.

Las notas fueron entregadas a las instituciones gubernamentales, municipios y juntas comunales de las provincias de Veraguas y Herrera, que fueron localizadas en la zona de estudio, con la finalidad de obtener información registrada en sus bases de datos, dando seguridad y eficacia de la misma.


REPÚBLICA DE PANAMÁ
GOBIERNO NACIONAL

MINISTERIO DE AMBIENTE
DIRECCIÓN REGIONAL DE VERAGUAS

Santiago, 17 de septiembre de 2021
 DRVE-1015-2021.

Licenciado
Donald Díaz
 Jefe de Descentralización Herrera
 Autoridad Nacional de Descentralización

Licenciado Díaz:

La Dirección Regional del Ministerio de Ambiente de Veraguas, en conjunto con la estudiante tesista, **Jahaivis Chávez, con C.I.P 9-751-1561** de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, con sede en la provincia de Chiriquí, la cual realiza su trabajo de investigación de Vulnerabilidad Hídrica en la subcuenca del Río Suay, en el marco del Proyecto **Fortalecimiento de la Resiliencia de los Recursos Hídricos** en el área de influencia de la cuenca hidrográfica 122.

La presente tiene la finalidad de solicitar información de la base de datos de las inversiones en infraestructuras de agua potable realizadas en los corregimientos de El Tijera, Cerro Largo, perteneciente al distrito de Ocú; y El Toro, Leones, Chepo, en el distrito de las Minas, desde el año 2016-2020 que serán utilizadas en su trabajo de investigación.

Sin otro particular.

Atentamente,


Ing. Julieta Fernández Cogley.
 Directora Regional
 Ministerio de Ambiente – Veraguas
 JF/EP/eu



Nota dirigida a la Autoridad de Descentralización de Herrera

Santiago, 07 de septiembre de 2021
DRVE-954-2021.

Alcalde
Salomón Moreno
Alcalde del distrito de Mariato

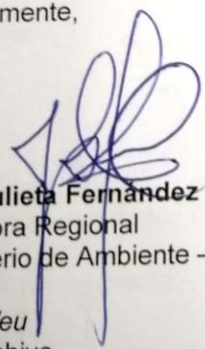
Alcalde Moreno:

La Dirección Regional del Ministerio de Ambiente de Veraguas, en conjunto con la estudiante tesista, **Jahaivis Chávez**, con C.I.P 9-751-1561 de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, con sede en la provincia de Chiriquí, la cual realiza su trabajo de investigación de Vulnerabilidad Hídrica en la subcuenca del Río Suay, en el marco del Proyecto **Fortalecimiento de la Resiliencia de los Recursos Hídricos** en el área de influencia de la cuenca hidrográfica 122.

La presente tiene la finalidad de solicitar información sobre las características sociodemográficas en el distrito de Mariato, que serán de ayuda para la investigación.

Sin otro particular.

Atentamente,


Ing. Julieta Fernández Cogley.
Directora Regional
Ministerio de Ambiente – Veraguas

JF/EP/eu
Cc/ Archivo

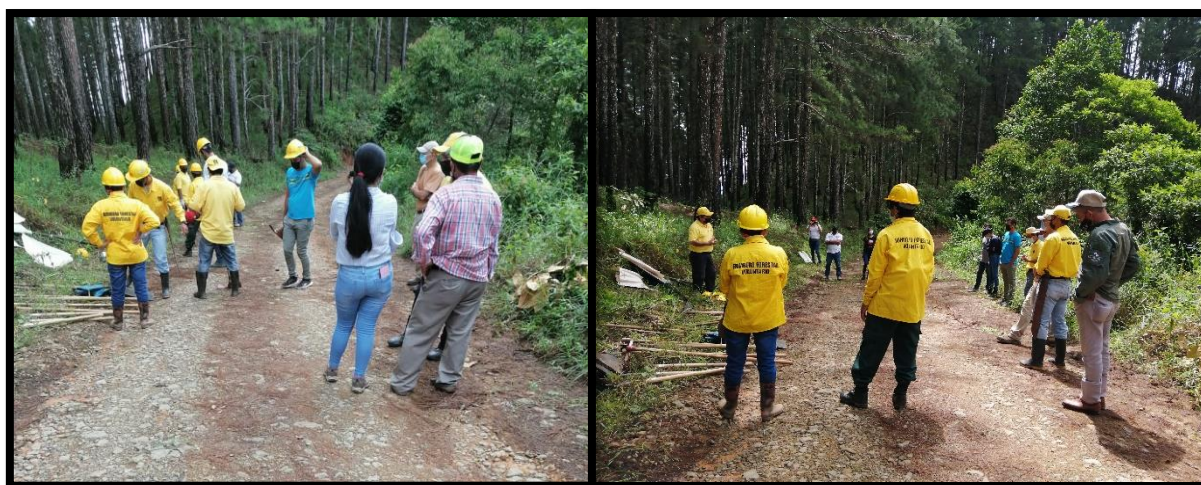


Nota dirigida a la alcaldía del distrito de Mariato en Veraguas

ANEXO 13. Recorrido en las comunidades de la Subcuenca del Río Suay.



Plantación de pinos afectada en la reserva forestal del montuoso.



Capacitación con la Brigada de Control de Incendios Forestales conformada por funcionarios de la Dirección regional de MIAMBIENTE en la provincia de Herrera, realizada en tres puntas de las Minas.

ANEXO 14. Parte baja de la Subcuenca del Río Suay**Figura.** Parte baja de la Subcuenca.**Figura.** Desembocadura del Río

Recorrido por el Sitio Ramsar del humedal del Golfo de Montijo

ANEXO 15. Visita a las áreas Protegidas



Recorrido por la reserva forestal el Montuoso



Acueducto de la comunidad del Suay en el Corregimiento de Ponuga

ANEXO 16. Acueductos de las comunidades

Tanque de reserva y turbina del acueducto de Tebario



Tanque de almacenamiento del acueducto del Toro

ANEXO 17. Tomas de agua y vías de acceso a las comunidades

Toma de agua directa en el corregimiento de Leones



Vías de acceso al corregimiento de Cerro Largo



Vías de acceso al corregimiento del Toro



Vías de acceso al corregimiento de Leones



Vías de acceso al Corregimiento de Chepo



Medio de transporte utilizado para la movilización en los corregimientos

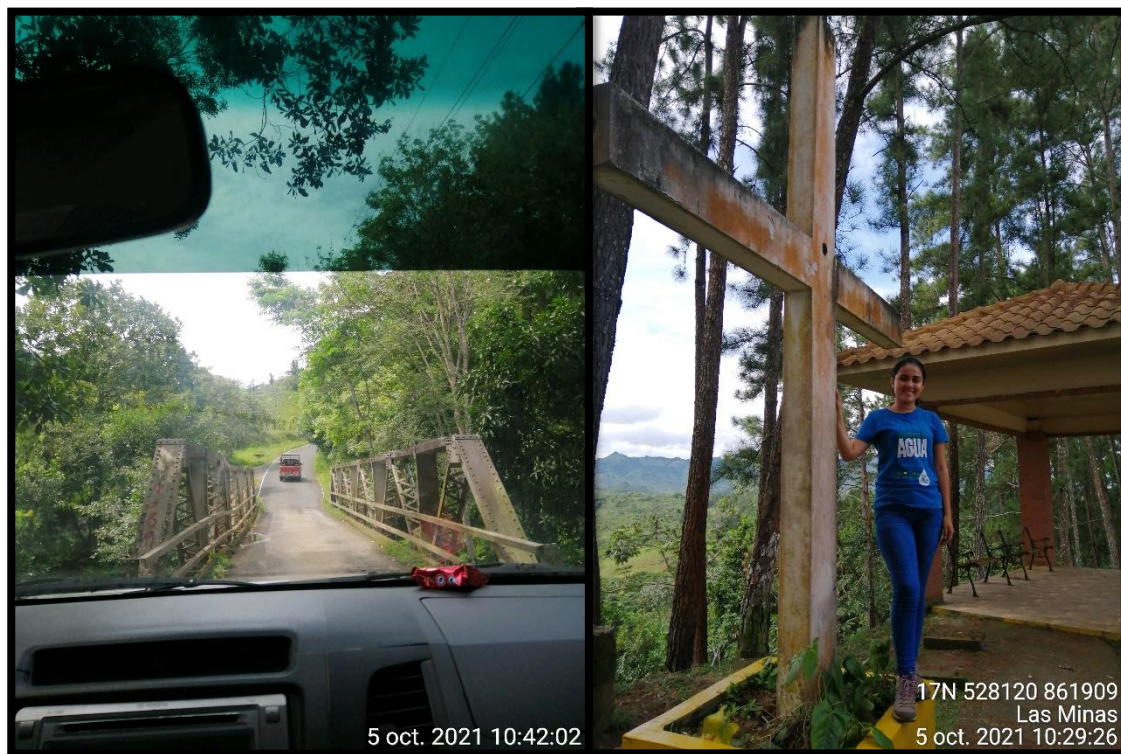
ANEXO 18. Aplicación de encuestas



Conversatorio con algunos miembros de las comunidades



Lugares turísticos de los corregimientos de El Toro y Chepo.



Recorrido por las comunidades de la Subcuenca del Río Suay



Recorrido por la Subcuenca del Río Suay