



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ciencias Naturales

**Propuesta de delimitación de zonas viables para realizar
conservación ambiental, en la microcuenca El Zamorano, Colón,
Querétaro.**

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Maestría en Gestión Integrada de Cuencas

Presenta

Samuel Uriel Samaniego Gamez

Dirigido por

Dr. Juan Alfredo Hernández Guerrero

Querétaro, Qro., a junio del 2020



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ciencias Naturales
Maestría en Gestión Integrada de Cuencas

Propuesta de delimitación de zonas viables para realizar conservación ambiental, en la microcuenca El Zamorano, Colón, Querétaro

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de

Maestría en Gestión Integrada de Cuencas

Presenta:

Ing. Samuel Uriel Samaniego Gamez

Dirigido por:

Dr. Juan Alfredo Hernández Guerrero

Dr. Juan Alfredo Hernández Guerrero
Presidente

MGIC. Morel Luna Morales
Secretario

MGIC. José Carlos Dorantes Castro
Vocal

Dra. Tamara Guadalupe Osorno Sánchez
Suplente

Dra. Diana Patricia García Tello
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.
junio, 2020
México

RESUMEN

El manejo y conservación de los recursos naturales, se encuentra relacionado con al menos cinco de los objetivos del Desarrollo Sostenible de la agenda 2030. Las Áreas Naturales Protegidas Comunitarias (ANPC) comprenden un esquema legal en el que los habitantes de la cuenca destinan parte del territorio, principalmente las zonas más conservadas, para entrar en este marco regulatorio. El objetivo de esta investigación, es delimitar zonas viables para realizar conservación ambiental, en la microcuenca El Zamorano, Colón, Querétaro.

Por lo que, mediante la utilización de metodologías de análisis social, se obtuvo información sobre la percepción que los habitantes tienen sobre la naturaleza, las cuencas y la posibilidad de establecer zonas de conservación en su territorio, así como las áreas que consideran pertinentes y susceptibles de entrar en un esquema legal de conservación ambiental.

Esta información fue complementada con herramientas de análisis ambiental, en las que, a través de sistemas de información geográfica, se determinaron las zonas que ambientalmente es necesario conservar; la información generada en el análisis de la percepción social y conservación ambiental, fueron hermanados bajo el enfoque de la gestión integrada de cuencas. Los principales resultados del análisis ambiental son: el establecimiento de zonas con diferente aptitud pecuaria y agrícola, análisis de cambio de uso de suelo, erosión potencial y fragilidad ambiental. Posteriormente y mediante la aplicación del análisis multicriterio se sumaron los resultados de la percepción social procedentes de encuestas y mapeos participativos. Con lo anterior se obtuvo la delimitación detallada de las zonas en las que sería pertinente establecer un esquema de conservación legal, que consiste en tres modelos gráficos de aproximación que representan el 55%, 51% y 43% de la superficie total de la microcuenca.

Palabras clave: Conservación ambiental, Área Natural Protegida Comunitaria, microcuenca, percepción social, Sistemas de Información Geográfica, análisis multicriterio.

SUMMARY

At least five of the objectives in the Sustainable Development agenda 2030 are related with natural resources management and conservation. The Community Natural Protected Areas (ANPC) include a legal framework in which the watershed inhabitants assign part of the territory, mainly the most preserved areas, in order to get into this regulatory framework. The aim of this study, was to delimitate viable zones to perform environmental conservation, in the microwatershed of El Zamorano, Colon, Queretaro.

By the use of social analysis methodologies, it was obtained information about the perception of the inhabitants about the nature, watershed and the possibility to stablish conservation zones in their territory, as well as the areas that they consider relevant and susceptibles to be considered to get into a legal framework for environmental conservation.

This information was complemented with environmental analysis tools, through geographic information systems were determined the zones that were environmentally necessary to be preserved; the information generated through the social perception and environmental conservation analysis, were linked under the integrated watershed management approach. The main results of the environmental analysis were: the stablishment of zones with different potential for livestock and agriculture, land use change analysis, erosive potencial and environmental weakness. Through the use and application of a multicriteria analysis the results of the social perception obtained from polls and participative mappings were added. With this the detailed delimitation of the zones which were relevant to stablish a legal conservation frame, that consist in three graphic approximation models that represents the 55%, 51% and 43% of the microwatershed total Surface.

Keywords: Environmental preservation, Community Natural Protected Area, microwatershed, social perception, Geographic Information Systems, multicriteria analisis.

...Ese puntito azul pálido...

Carl Sagan

En solo dos años, conocí la muerte y llego la vida,
al fin cambios de estado energético

Un padre, una hija, que caprichosos son los cambios

Gracias familia

Dirección General de Bibliotecas UAQ

Agradecimientos

Primeramente, debo agradecer a la Universidad Autónoma de Querétaro, por permitirme cursar los estudios en el programa de Maestría en Gestión Integrada de Cuencas, así mismo al Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Naturales, por darme la oportunidad de continuar con el proceso de titulación.

Manifiesto mi más profundo agradecimiento a todos los integrantes de la Maestría en Gestión Integrada de Cuencas, por todo el apoyo, acompañamiento y enseñanzas recibidas durante todo el proceso que lleve a cabo en su programa.

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada durante los años de formación en el programa de maestría, ya que represento el principal sustento económico sin el cual no se habrían tenido los resultados logrados.

Este trabajo de tesis no habría sido posible sin las revisiones oportunas del Dr. Juan Alfredo Hernández Guerrero, por lo que quiero expresar mi más profundo agradecimiento por todo el tiempo y paciencia de la que fui sujeto.

Agradezco a todos los compañeros de las múltiples áreas del conocimiento, que colaboraron con sus observaciones y recomendaciones para lograr una investigación interdisciplinaria.

Agradezco a Charly, Morel y Álvaro, por su acompañamiento y asesoría profesional para socializar a un ingeniero.

Agradezco al Dr. Raúl Pineda y a la Dra. María del Carmen Gilio, por todos sus consejos y sabias recomendaciones dignas de los pioneros en el enfoque de cuencas en México.

Agradezco profundamente a los habitantes de la microcuenca, por haber compartido su visión, esas personas grandes que hacen sentir que el tiempo no pasa tan rápido, y al mismo tiempo apaciguan los ritmos premurosos de la ciudad, que me recordaron la verdadera belleza de la naturaleza.

Quiero agradecer a mi esposa, a mis hijos, que en conjunto son en motivo y apoyo para buscar la mejora académica, la mejora de vida, pero siempre corresponsablemente con la conservación ambiental.

TABLA DE CONTENIDOS

1.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.- Planteamiento del problema.....	2
1.2.- Justificación.....	3
1.3.- Preguntas de investigación.....	4
1.4.- Objetivo general.....	4
1.5.- Objetivos específicos.....	4
1.6.- Resumen metodológico.....	5
2.- MARCO TEORICO.....	7
2.1.- Gestión de cuencas y Áreas Naturales Protegidas.....	7
Función y oportunidades en las ANP.....	7
Percepción de los habitantes de las ANP.....	7
El enfoque de cuencas y la conservación ambiental.....	8
2.2.- Política mexicana de conservación ambiental.....	12
Legislación mexicana aplicable a las ANP.....	14
Propuesta de conservación previa para la microcuenca El Zamorano.....	17
4.- MÉTODOS Y HERRAMIENTAS.....	21
4.1.- Descripción de la microcuenca El Zamorano.....	21
Ubicación y delimitación.....	21
Climatología.....	22
Hidrología.....	23
Relieve.....	23
Zonas funcionales.....	25
Morfometría.....	26
Edafología.....	26
Geología.....	28
Vegetación.....	29
Caracterización socioeconómica.....	30
4.2.- Conociendo la percepción local a través de técnicas cualitativas.....	35
Percepción local sobre las ANP a través de encuestas.....	36
Taller de aproximación al concepto de ANP.....	38
Cuestionarios de monitoreo de la percepción respecto a las ANP.....	39
Taller de mapeo participativo.....	40
4.3.- Obtención de zonas ambientalmente pertinentes para la conservación.....	42
Determinación de la aptitud del uso del territorio.....	43
Análisis de cambio de uso de suelo.....	47
Cálculo de erosión potencial.....	49
Obtención de la fragilidad ambiental.....	54
4.4.- Zonas propicias para la conservación ambiental.....	55
5.- RESULTADOS.....	58
5.1.- Encuesta exploratoria.....	58
5.2.- Taller de aproximación a las ANP.....	63
5.3.- Disposición a establecer zonas de conservación.....	65
5.4.- Taller de mapeo participativo.....	67
5.5.- Aptitud de uso del territorio.....	73

Aptitud pecuaria.....	73
Aptitud agrícola.....	74
5.6.- Cambio de uso del suelo 1986-2015.....	75
5.7.- Zonas propensas a pérdida de suelo.....	79
5.8.- Fragilidad ambiental.....	80
5.9.- Delimitación detallada de las zonas propicias para la conservación ambiental.....	81
6.- DISCUSIÓN.....	84
7.- CONCLUSIONES.....	86
8.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
9.- ANEXOS.....	95
9.1. Cuestionario aplicado en la etapa exploratoria de la percepción local.....	95
9.2. Cuestionario aplicado después del taller de aproximación a las ANP.....	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de Áreas Naturales Protegidas.....	15
Tabla 2. Categorías de ANP en la UICN.....	15
Tabla 3. Parámetros morfométricos de la microcuenca El Zamorano.....	26
Tabla 4. Estatus social por localidad.....	32
Tabla 5. Población de 3 a 14 años que asiste a la escuela.....	32
Tabla 6. Personas con al menos un grado cumplido en educación media superior.....	34
Tabla 7. Población económicamente activa.....	34
Tabla 8. Características de las imágenes utilizadas.....	47
Tabla 9. Clasificación de los niveles de erosión hídrica.....	50
Tabla 10. Ecuaciones para estimar EI30.....	51
Tabla 11. Estaciones meteorológicas de la microcuenca El Zamorano.....	51
Tabla 12. Correlación de factores para obtener la fragilidad natural.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Áreas de hábitat interior con un efecto de borde hipotético de 100 metros.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 2. Áreas de hábitat interior con un efecto de borde hipotético de 300 metros.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 3. Aptitud para la conservación dentro de la microcuenca.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 4. Mapa base de la microcuenca del Zamorano.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 5. Climograma mensual de la estación El Zamorano, periodo de 1981 a 2010.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 6. Pendientes y elevaciones presentes en la microcuenca El Zamorano.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 7. Zonas funcionales de la Microcuenca El Zamorano.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 8. Edafología de la microcuenca del Zamorano.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 9. Geología de la microcuenca El Zamorano.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 10. Uso actual del territorio en la microcuenca El Zamorano.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 11. Población de las localidades de la microcuenca El Zamorano.....</i>	<i>31</i>

<i>Figura 12. Distribución de la población por rango de edad.</i>	31
<i>Figura 13. Comparación de nivel de alfabetización por localidad.</i>	33
<i>Figura 14. Comparación de analfabetismo por sexo de cada localidad.</i>	33
<i>Figura 15. Esquema metodológico de la investigación</i>	35
<i>Figura 16. Árbol de decisiones para la capacidad de uso agrícola.</i>	44
<i>Figura 17. Árbol de decisiones para la capacidad pecuaria.</i>	46
<i>Figura 18. Herramientas para análisis de cambio de uso de suelo.</i>	48
<i>Figura 19. Matriz de comparación de variables.</i>	56
<i>Figura 20. Valor de ponderación por variable.</i>	56
<i>Figura 21. Parámetros de reclasificación.</i>	57
<i>Figura 22. Edad de las personas encuestadas.</i>	58
<i>Figura 23. Escolaridad de las personas encuestadas.</i>	59
<i>Figura 24. Principal ocupación de las personas encuestadas.</i>	59
<i>Figura 25. Percepción del estado de la naturaleza.</i>	60
<i>Figura 26. priorización de los componentes ambientales</i>	60
<i>Figura 27. Expectativa de relación ingreso económico-ANP.</i>	62
<i>Figura 28. Percepción de la conservación ambiental.</i>	64
<i>Figura 29. Parte de la naturaleza que considera más importante.</i>	64
<i>Figura 30. Disposición social al establecimiento de zonas para la conservación.</i>	66
<i>Figura 31. Priorización de zonas para la conservación.</i>	67
<i>Figura 32. Resultado taller de mapeo participativo en el Ejido Nuevo Álamos, equipo #1</i>	68
<i>Figura 33. Resultado taller de mapeo participativo en el Ejido Nuevo Álamos, equipo #2</i>	68
<i>Figura 34. Resultado taller de mapeo participativo en el Ejido El Potrero.</i>	69
<i>Figura 35. Resultado taller de mapeo participativo en el Ejido El Coyote.</i>	70
<i>Figura 36. Resultado taller de mapeo participativo en el Ejido Patria.</i>	71
<i>Figura 37. Resultado de los talleres de mapeo participativo.</i>	72
<i>Figura 38. Anillos periféricos al resultado de mapeo participativo.</i>	73
<i>Figura 39. Resultado de la aptitud pecuaria.</i>	74
<i>Figura 40. Resultado de la aptitud agrícola.</i>	75
<i>Figura 41 Clasificación de coberturas de suelo para el año 1986.</i>	76
<i>Figura 42. Clasificación supervisada de cobertura de suelo para el año 2015.</i>	77
<i>Figura 43. Representación gráfica de los cambios de superficie.</i>	78
<i>Figura 44. Factibilidad de conservación del uso actual de suelo.</i>	78
<i>Figura 45. Resultado de la Erosión potencial.</i>	79
<i>Figura 46. Resultado de la fragilidad ambiental.</i>	80
<i>Figura 47. Aptitud para la conservación existente en la microcuenca.</i>	81
<i>Figura 48. Zonas factibles de conservación.</i>	82
<i>Figura 49. Compactación de zonas factibles para conservación.</i>	83

1.- INTRODUCCIÓN

El manejo y la conservación de los recursos naturales es un tema complejo de abordar, puesto que implica la armonización de variables sociales, económicas, políticas, culturales, y del medio físico-biológico, mismas que hacen a cada lugar único. La amplia gama de ecosistemas que se encuentran en México, proporcionan servicios ambientales, que requieren de un grado mínimo de conservación del territorio para poder ser provistos en cantidad y calidad suficiente para la sociedad.

Las áreas naturales protegidas (ANP) han sido utilizadas históricamente para proteger los recursos naturales con los que cuenta un territorio (Riemann et al., 2011). Estas son establecidas mediante un decreto presidencial y tienen por objetivo propiciar el desarrollo sustentable, establecer las bases para garantizar los derechos de todas las personas a un medio ambiente sano, promover la preservación, restauración y mejoramiento de los ecosistemas y recursos naturales (LGEEPA, 2018).

Formando un paradigma dual, las ANP se perciben como áreas de oportunidad para el desarrollo económico de la región, en la que se podrán atraer inversiones en infraestructura para actividades científicas y de turismo, pero al mismo tiempo limitan el acceso a mejores condiciones de bienestar para la población, por restringir el aprovechamiento extractivo de los recursos naturales (López & Ixtacuy, 2018), dicha dualidad espera ser superada por el concepto y adopción del modelo basado en el desarrollo sustentable. El concepto de desarrollo sustentable, logró la integración del desarrollo económico, la equidad social, la preservación del medio ambiente, la biodiversidad, la cultura y la sociedad (Gutiérrez, 2007).

Derivado de la apropiación institucional del concepto de desarrollo sustentable, en México surgieron alternativas legales, para que las personas aceptaran y aprovecharan las ANP de manera particular, dentro de estas alternativas destacan las Unidades de Manejo Ambiental para la Vida Silvestre (UMAS), Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS), los Ordenamientos Territoriales Comunitarios (OTC), las reservas comunitarias y las áreas destinadas voluntariamente a la conservación (ADVC).

La presente investigación toma su fundamento legal en las consideraciones plasmadas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, 2018) y el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas (LGEEPA, 2014), cuenta con herramientas para la caracterización ambiental del territorio, que son complementadas con la percepción de los habitantes a través del enfoque de cuenca, para así lograr conjuntar una propuesta para la delimitación de zonas que se puedan incluir en un esquema legal de conservación ambiental.

1.1.- Planteamiento del problema.

Actualmente existe una intención globalizada de conservación del medio ambiente, lo cual queda de manifiesto en el objetivo número 15 de los objetivos del desarrollo sostenible, donde a la letra dice "Objetivo 15: Vida de ecosistemas terrestres: Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad"(PNUD, 2015).

La utilización insostenible de los recursos naturales, la constante presión al cambio de uso de suelo, y posterior pérdida de la fertilidad de las tierras, aunado con situaciones de escasez de servicios, pocas o nulas fuentes de empleo y falta de infraestructura básica, se conjugan para que el territorio sea clasificado en condiciones de pobreza.

La pobreza es el principal objetivo a erradicar por la declaración de los Objetivos del Desarrollo Sostenible, siendo el primero de los objetivos del (PNUD, 2015), existe un círculo vicioso entre la pobreza y la degradación del medio ambiente, descrito por (Hernández et al., 2005), por lo que se hace necesario generar alternativas de gestión dentro de la microcuenca que beneficien el trinomio sociedad-ambiente-economía, en el marco del desarrollo sustentable.

En las comunidades rurales de México existen condiciones de pobreza, pero también cuentan con grandes reservas de recursos naturales, lo que ha propiciado que exista presión dirigida a utilizar los recursos naturales, además de una constante presión hacia el cambio de uso de suelo, y en algunos casos, la sobreutilización del territorio, lo que ha generado escenarios de degradación y pérdida de la calidad y cantidad en provisión de servicios ambientales (Borrego & Hernández, 2014).

La microcuenca de El Zamorano, es un representante de las condiciones descritas en el párrafo anterior, esta microcuenca se encuentra en la zona limítrofe de los estados de Querétaro y Guanajuato, situación que le otorga lejanía a los centros de población más desarrollados, como son su cabecera municipal, y la capital del estado, en ella se puede observar el paisaje habitual del medio rural mexicano, que se encuentra compuesto por un mosaico donde predominan actividades agrícolas y pecuarias, con relictos de vegetación conservada, alternada con vegetación de sucesión.

La región que comprende la microcuenca El Zamorano cuenta con características naturales que la convierten en una zona prioritaria para la conservación, en las que se pueden destacar especies de flora y fauna presentes en la NOM-059 que denotan el estatus de riesgo; un gradiente altitudinal de más de 1400 m. lo que le otorga una amplia variabilidad ecosistémica, es una de las principales fuentes de recarga hídrica para la presa de La Soledad, que a su vez alimenta el distrito de riego Alfredo V. Bonfil (Arteaga, 2012).

Dada la importancia de establecer esquemas de conservación en la microcuenca El Zamorano, existe una propuesta previa de conservación, descrita por (A. Fernández, 2009), esta investigación se enfoca en la utilización de variables ambientales para delimitar áreas de conservación, por lo que se consideró necesario tomarlo como fundamento inicial de la presente investigación, posteriormente se complementó con diferentes herramientas de análisis ambiental y con la percepción de los habitantes locales, para lograr proporcionar mayor viabilidad de ejecución a una propuesta de conservación dentro de este territorio.

Por las razones anteriormente descritas se consideró pertinente generar una propuesta de gestión del territorio donde se promueva la conservación del medio ambiente, pero también presente un alto grado de inclusión social, dadas las características específicas de esta microcuenca.

1.2.- Justificación.

La disminución o reversión de la degradación ambiental del territorio, la conservación y recuperación de los recursos naturales actuales y la inclusión social, se consideran necesarias para realizar una propuesta de gestión, que aporte a la conservación del territorio, y lograr que pueda contribuir en el cumplimiento de los objetivos del desarrollo sustentable (Romagosa et al., 2012).

Las ANP son la principal herramienta utilizada para fomentar la conservación de los recursos naturales que existen en México (LGEEPA, 2014), descrita la importancia ambiental de la zona de estudio, la presente investigación se centrará generar una propuesta de delimitación de zonas propicias para la conservación en la microcuenca El Zamorano, la delimitación detallada de estas zonas, consiste en una serie de mapas que son el resultado de la interacción de los factores ambientales y sociales, que se realizaron mediante un análisis multicriterio a través de sistemas de información geográfica, este ejercicio fue apoyado con herramientas de análisis cualitativo para incluir la percepción de los habitantes de la microcuenca, y así conferir mayor viabilidad social a la propuesta generada.

Los resultados obtenidos en esta investigación podrán ser utilizados por los propietarios del territorio, autoridades municipales y estatales, así como organizaciones que promuevan la conservación ambiental, como un instrumento para gestionar zonas prioritarias para la conservación dentro de la microcuenca, además podrá ser contemplado como instrumento de toma de decisión dentro de los planes de ordenamiento territorial y demás modelos de gestión que se elaboren para este territorio, ya que, al decretar estas zonas de conservación, también se estaría protegiendo la presa de la Soledad del asolvamiento por erosión de suelo, situación que es preocupante para los habitantes del distrito de riego que se encuentran aguas abajo.

1.3.- Preguntas de investigación.

Como resultado de la observación de los procesos de gestión en el territorio de microcuenca El Zamorano, y respaldado en fundamentación teórica sobre el tema de investigación, se formularon las siguientes preguntas de investigación, que buscan contribuir con los procesos de conservación ambiental de la microcuenca:

- ¿Cuál es el conocimiento que poseen los habitantes de la microcuenca el Zamorano, sobre el concepto e implicaciones de un ANP?
- ¿Existe disposición social, dentro del territorio de la microcuenca para establecer un ANP?
- ¿Cuáles son las zonas dentro de la microcuenca que presentan prioridad para la conservación ambiental?
- ¿Cuáles son las zonas pertinentes para adoptar un modelo de conservación?

1.4.- Objetivo general

Delimitar zonas viables para la conservación ambiental en la microcuenca El Zamorano, Querétaro.

1.5.- Objetivos específicos.

1. Documentar el conocimiento que los habitantes de la microcuenca El Zamorano poseen respecto a las Áreas Naturales Protegidas.
2. Conocer la percepción local, respecto al establecimiento de una zona de conservación.
3. Identificar las zonas, que ambientalmente, son necesarias conservar en la microcuenca El Zamorano.
4. Delimitar zonas prioritarias para la conservación ambiental en la microcuenca El Zamorano.

1.6.- Resumen metodológico.

La metodología combina elementos de viabilidad social y necesidades ambientales de conservación, dicha viabilidad fue analizada mediante la utilización de métodos cualitativos, principalmente la aplicación de encuestas diseñadas para conocer la percepción de los habitantes de la microcuenca; la priorización de espacios naturales que fueran necesarios de conservar se determinó mediante la utilización de indicadores que son obtenidos mediante la utilización de sistemas de información geográfica, a través de la aplicación de distintos geoprocetos, que facilitan la utilización de una amplia gama de variables espaciales.

La primera etapa consiste en una exploración de la percepción de los habitantes, se utilizaron encuestas diseñadas para documentar el conocimiento que las personas de la microcuenca El Zamorano poseen sobre las áreas naturales protegidas, la gestión integrada de cuencas y percibir su disposición al establecimiento de una ANP en su territorio ejidal.

Durante esta primera aproximación, se llegó a la conclusión de que los habitantes de la microcuenca, son conscientes de que requieren conservar su territorio, pero desconocen los mecanismos legales para realizar dicho proceso, por lo que se contempló la impartición de un taller sobre el concepto de ANP, para clarificar las dudas que fueron observadas durante el proceso de aplicación de encuestas.

El taller de aproximación al concepto de ANP, consistió en una presentación, en la que se expusieron los siguientes temas: Descripción de los recursos naturales, concepto de ANP, implicaciones sobre la utilización del territorio al decretarse un ANP y planteamiento de la propuesta de investigación que se desarrollaría.

Posterior a la impartición del taller, se aplicó una encuesta para conocer el grado de comprensión del concepto de ANP, así como las implicaciones en el uso del territorio que percibieron las personas. Una vez que los asistentes al taller contestaron la segunda encuesta, se procedió a la delimitación de las zonas que ellos considerarán pertinentes a conservar, esto se realizó mediante la técnica de dibujo a mano alzada en taller de mapeo participativo.

Una segunda etapa consistió en la delimitación de las zonas que ambientalmente son prioritarias para la conservación, esto se logró obteniendo los siguientes indicadores:

Aptitud agrícola y pecuaria del uso del territorio, las variables utilizadas son: tipo de suelo, pendiente, salinidad de suelo, profundidad de suelo, humedad del suelo, pedregosidad y uso actual del territorio,

Posteriormente se determinó un índice de fragilidad, en el que se mapean las condiciones de irreversibilidad-reversibilidad en caso de que el territorio sufra algún fenómeno que implique cambio en el uso del suelo, las variables que se utilizan son: Relieve, tipo de suelo y tipo de vegetación.

Complementariamente se realizó un análisis de cambio de uso del suelo, con el que se conocieron las zonas que sufren mayor presión al cambio, obtener una delimitación detallada del uso actual, y conocer la evolución del cambio en la cobertura vegetal para un periodo de 29 años, los insumos utilizados fueron imágenes satelitales del sensor Landsat 1 para el año 1986 y Landsat 8 para el año 2015.

Al contar con los datos de relieve contenidos en el modelo de elevación digital, información en escala 1:50000, tipos de suelo, información meteorológica de las estaciones que tienen influencia en la microcuenca y una clasificación de vegetación procedente del análisis de cambio de uso de suelo, se realizó el cálculo de la erosión potencial, para conocer cuáles son las zonas más propensas a sufrir pérdida de suelo.

Una vez realizado el análisis sobre la percepción social correspondiente a la delimitación de regiones pertinentes para la conservación ambiental, como resultado del mapeo participativo, se conjuntaron los indicadores mediante un análisis multicriterio, en este análisis se consultó a expertos en los diversos temas para asignar valores de ponderación a cada variable, y así para lograr combinar la visión social con las necesidades ambientales.

Como resultado final del análisis multicriterio, se obtuvieron tres mapas en los que se delimitan detalladamente las zonas que muestran alto grado de factibilidad para ingresar bajo un esquema legal de conservación.

2.- MARCO TEORICO

2.1.- Gestión de cuencas y Áreas Naturales Protegidas.

Función y oportunidades en las ANP.

Las ANP mantienen el capital natural para las generaciones futuras, siendo una de las herramientas de conservación aprovechadas por el desarrollo sustentable, que se define como *“la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”* redactado en el Informe Brundtland (1987).

En las ANP se conserva la fauna, la flora silvestre y sus lugares de reproducción, mantienen paisajes naturales, incluidas cuencas, bosques, selvas, islas, manglares, playas, son reservorios genéticos y bancos de germoplasma *in situ* de especies únicas en el mundo; sostienen procesos ecológicos, como el ciclo del carbono y procesos del aire, agua y suelo, sirven de testigos de cambios ecológicos de largo plazo (CONANP-SEMARNAT, 2018).

Las ANP Proporcionan oportunidades de recreación a través del ecoturismo, de terapia física y mental, protegen lugares de importancia cultural, representan posibilidades de educación mediante visitas guiadas y laboratorios naturales, son espacios de investigación científica en ciencias biológicas, médicas y sociales, entre otras disciplinas, las cuencas protegidas son captadoras de agua para los asentamientos humanos (Gutiérrez, 2008).

Además, brindan servicios ambientales, ya que protegen a las poblaciones rurales y costeras de fenómenos meteorológicos extremos, disminuyen la cantidad de deslaves porque la vegetación sirve de barrera y sus raíces fijan el suelo. Además, la presencia de ANP favorece procesos como la fotosíntesis para la limpieza del aire que respiramos y la polinización, útil para la reproducción de muchas plantas de valor económico. De igual forma, las ANP posibilitan otros beneficios económicos mediante actividades como la pesca y caza, aportes de madera y leña de los bosques, así como plantas medicinales y alimentos de origen silvestre (Weber & Ortega, 2015).

Percepción de los habitantes de las ANP.

Los sentidos son la puerta de entrada de información al ser humano, mediante ellos obtenemos imágenes, sabores, olores, sonidos, pero para que se conviertan en buenos o malos es necesaria la interpretación individual (Robles, 2011). Esta percepción se encuentra condicionada por un cúmulo de pensamientos y experiencias. Al conocer lo que las personas y conjuntar su visión en el diseño de políticas públicas resultan con mayor aceptación social.

La percepción es un tema importante en la psicología recibe diferentes explicaciones. En este sentido, el movimiento Gestalt cuenta con bases sistémicas

y metodológicas para describir el proceso de percepción. De igual forma, el movimiento Gestalt, nació en Alemania en los inicios del siglo XX teniendo como autores a Wertheimer, Koffka y Köhler citados por (Oviedo, 2004), Este autor considera la percepción como el proceso fundamental de la actividad mental, y supone que las demás actividades psicológicas como el aprendizaje, la memoria, y el pensamiento, dependen del adecuado funcionamiento del proceso de organización perceptual.

Los estudios de percepción social han estado muy ligados a los estudios de identificación de objetos, contienen las siguientes similitudes (Arias, 2006):

a) Las percepciones están estructuradas, no se encuentran constituidas por estímulos caóticos, generalmente estos estímulos son categorizados para poder ser asimilados.

b) Para establecer categorías, se busca encontrar elementos persistentes, que no cambien, por lo que las características superficiales e inestables se desechan rápidamente.

c) Las percepciones cuentan con significado, los diversos estímulos que se perciben pasan al interior del pensamiento, para después ser interpretados y que cobren significado.

La percepción es entendida como un fenómeno biocultural, que engloba los estímulos físicos y sensaciones involucrados y la selección y organización de dichos estímulos y sensaciones (Aguilar et al., 2012).

Para explicar la percepción existe toda una construcción teórica que habla sobre ello, que es conocida como “representaciones sociales”, estas están constituidas por las imágenes inmediatas del mundo, que se encuentran en una comunidad lingüística cualquiera, la representación se refiere a la imagen mental que tiene un individuo, acerca de alguna cosa, evento, acción o proceso no mental que se percibe, metodológicamente para conocer la representación social se pueden aplicar: encuestas, sondeos, estudios de opinión, entrevistas y grupos de discusión, esto permite tener información y analizar la representación social o percepción local sobre un tema (Raiter, 2010).

El enfoque de cuencas y la conservación ambiental.

Las cuencas hidrográficas son territorios delimitados de manera natural, en su interior, los procesos socioecológicos están íntimamente ligados entre sí, en su superficie, el manejo se entiende como un proceso de planeación, implementación y evaluación de acciones mediante la participación organizada e informada de la población (Cotler et al., 2013).

Las cuencas hidrográficas se han utilizado como unidades físico-naturales para el estudio y gestión de los recursos naturales en México y el mundo. La principal razón y fundamento teórico que la sitúa por encima de otras entidades de planeación

ambiental es que la cuenca hidrográfica interconecta todo el espacio geográfico que la constituye a través de los flujos hídricos, superficiales y subterráneos, y los flujos de nutrientes, materia y energía (Walker et al., 2006).

El manejo de cuencas hidrográficas tiene que ver sobre todo con la gravedad, la gravedad hace correr el agua de la lluvia a una velocidad lenta, y con una fuerza, directamente proporcional al gradiente de la ladera. Las rocas, el suelo, la cubierta vegetal y las obras construidas por el hombre pueden contener la corriente y derivar una parte de la misma hacia el subsuelo. La gravedad permite distribuir la lluvia de las montañas hacia las zonas bajas, crear y renovar los recursos de agua superficiales y subterráneos, irrigar las plantas, dar de beber a los animales, enriquecer los suelos de minerales y sedimentos orgánicos, y transportar materia biológica. La gravedad da un gran dinamismo y entropía a los ecosistemas de las cuencas hidrográficas (FAO, 2007b).

La cuenca es un concepto geográfico e hidrológico que se define como el área de la superficie terrestre por donde el agua de lluvia escurre, transita o drena a través de una red de corrientes que fluyen hacia una corriente principal y por ésta hacia un punto común de salida que puede ser un almacenamiento de agua interior, como un lago, una laguna o el embalse de una presa, en cuyo caso se llama cuenca endorreica. Cuando sus descargas llegan hasta el mar se les denominan cuencas exorreicas (F. Sánchez, 2006).

El sistema de interconexión y de transferencia entre las partes altas de las cuencas y las zonas bajas son los sistemas de barrancos y de cauces fluviales. Por este motivo, el principal elemento integrador en una cuenca hidrográfica es el agua; todo lo que ocurre en su territorio repercutirá en la cantidad, calidad y temporalidad de los recursos hídricos (Brooks et al., 2013).

Existe la posibilidad de subdividir una cuenca en diferentes unidades espaciales a partir de la función hidrológica específica que desempeñan. Se reconocen tres diferentes zonas funcionales en una cuenca: a) el área de colecta o captación, dónde las aguas que se precipitan son captadas, infiltradas y posteriormente, concentradas transformándose en cauces, b) el área de almacenamiento hídrico, cuya capacidad variará en cantidad y duración dentro del sistema; esta zona es un área de funciones mixtas pues además de almacenar, también desaloja agua cuenca abajo. Y finalmente, c) la zona de descarga, de salida o de emisión hídrica de la cuenca, que típicamente se presentará en forma de cauce (Carranza, 2010). La identificación de estas zonas es de gran importancia si se busca mantener un adecuado funcionamiento ecohidrológico de una cuenca y así dar continuidad con la estructura y función ecosistémica que proveen los servicios ecosistémicos.

Se han entendido tres zonas funcionales para la delimitación de las cuencas: estas zonas se describen detalladamente a continuación, tomando en cuenta la propuesta de estratificación publicada por (A. Garrido et al., 2010):

Cuenca alta: zonas cercanas al parteaguas en la porción más elevada de la cuenca, se presenta en sistemas de montaña y lomeríos; en esta zona inician las corrientes de primer y segundo orden, hay procesos de erosión fluvial, debido a una mayor energía del relieve por el mayor grado de inclinación de las pendientes.

Cuenca media: es el área de transición entre la cuenca alta y la cuenca baja del sistema hidrográfico, corresponde a sistemas de lomeríos, colinas, valles, planicies y porciones superiores de abanicos aluviales, con una energía del relieve media, se observa una mayor integración de la red de drenaje con órdenes intermedios, con corrientes de segundo, tercero y cuarto orden, la energía del relieve en esta zona es en promedio intermedia al igual que la pendiente.

Cuenca baja: área de salida o emisión del sistema de drenaje, abarcando la porción altimétricamente más baja de la cuenca. Incluye las zonas cercanas al cauce principal, comprende las áreas de planicies de inundación ordinaria, abarca las terrazas fluviales, así como las áreas de abanicos coalescentes.

Los efectos ambientales de las condiciones de estabilidad o perturbación en las partes altas de las cuencas, se transferirán hacia las zonas medias, y a su vez, dependiendo la intensidad y naturaleza de dichos efectos, llegarán hasta las partes altimétricamente más bajas del sistema hidrográfico superficial (García, 2010).

La gestión de cuencas hidrográficas evolucionó del manejo forestal hidrológico a la gestión de los recursos naturales, fueron incluidas actividades que contemplaban el beneficio económico, posteriormente la atención se dirigió a los beneficiarios, para después llegar a una gestión participativa e integrada, con el compromiso y participación de la población local (PNUD, 2009).

En el enfoque de cuencas se plantea manejar los recursos naturales con los que cuenta el territorio, de manera compatible con las zonas funcionales, para asegurar la continuidad de la provisión de servicios ecosistémicos que son posibles gracias a la conservación de la estructura y función de la cuenca, por estas razones se eligió este enfoque como eje rector de la presente investigación.

La gestión integrada de cuencas se presenta como una alternativa de gestión del territorio que mejora las condiciones de vida, propiciando el desarrollo económico local, conjuntamente con la administración y conservación de los recursos naturales, lo cual implica un alto grado de participación y empoderamiento de los pobladores (Quintero, 2011).

La FAO cuenta con el “Proyecto interregional para la conservación y el desarrollo participativos de las tierras altas” el cual ha sido ejecutado desde el año 1992 con financiamiento del gobierno italiano, se han ejecutado proyectos en Bolivia, Burundi, Nepal, Pakistán y Túnez; siempre con el enfoque de la gestión integrada de cuencas, en los que persiguen los siguientes objetivos: establecer un manejo participativo e integrado de la cuenca hidrográfica en los sitios seleccionados; incorporar el enfoque de manejo participativo e integrado de

cuencas hidrográficas en las políticas nacionales de desarrollo rural y conservación de los recursos naturales, así como en los sistemas de planificación descentralizada; reproducir los métodos, las técnicas e instrumentos que den buenos resultados, a través de iniciativas de comunicación y capacitación (FAO, 2007a).

Esta correlación entre la gestión integrada de cuencas y la conservación se muestra en los artículos presentados por Martínez y Villalejo (2018), donde mencionan que este modelo de gestión se encuentra orientado a la conciliación entre el desarrollo económico, social y la protección de los ecosistemas.

En el trabajo institucional desarrollado por Pineda y Cantoral (2009) en San Miguel de Allende Guanajuato, estudio de caso de la cuenca Los Picachos, propone que los modelos de gestión requieren un trabajo conjunto de los pobladores de las microcuencas, personas dedicadas a labores académicas, y autoridades que se relacionen directamente con el territorio.

Para el estado de Querétaro se cuenta con el capítulo de libro “Hacia una gestión integrada de cuencas en el estado de Querétaro, México”, Publicado por Pineda et al., (2007), se presentan algunos estudios de caso como El río Huimilpan-Pueblito y la microcuenca El Aguacate del municipio de Amealco, donde denotan la conservación ambiental que propicia el modelo de gestión integrada de cuenca.

Con lo anterior se concluye que el modelo de gestión integrada de cuencas, es compatible con los esquemas de conservación, donde se propicia el desarrollo sustentable, con el que se logran armonizar las necesidades sociales, ambientales y económicas, dicho trinomio es considerado necesario para el desarrollo integral de la sociedad.

2.2.- Política mexicana de conservación ambiental.

México cuenta con amplio patrimonio natural, pero se encuentra inmiscuido en los objetivos de desarrollo globales, uno de los principales indicadores de desarrollo reconocidos a nivel mundial es la tasa de crecimiento económico, que se complementa con el Producto Interno Bruto. Estos indicadores se obtienen utilizando los recursos con los que cuenta el territorio nacional, por lo que es necesario realizar una gestión que permita su permanencia en cantidad y calidad a lo largo del tiempo (Velázquez & Cardona, 2017).

En la búsqueda de un desarrollo social y económico que incluya la preservación del ambiente natural en calidad y cantidad, el Estado mexicano ha introducido en su quehacer oficial el cuidado del medio ambiente, 77 tratados internacionales o acuerdos interinstitucionales, en los que destacan la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Convenio sobre la Diversidad Biológica, Protocolo de Kyoto en la Convención marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Acuerdo de París publicado en el 2015 (CESOP, s/f).

Las instituciones y las políticas públicas destinadas a regular el comportamiento ambiental han vivido, y siguen viviendo, un proceso de adaptación en el cual se han adoptado diferentes posturas y se han aplicado distintas estrategias, en México alrededor de los años sesenta, las cuestiones ambientales, no eran un asunto de relevancia política (Godau, 1985), las personas más interesadas por la condición del medio ambiente se encontraban en las instituciones académicas y en organizaciones civiles.

Internacionalmente existía atención y preocupación por los efectos de la actividad humana en la naturaleza, por esta razón se incluyó el componente ambiental en los proyectos de desarrollo económico, que eran considerados prioridad nacional; la condición de alerta general surgió en la Ciudad de México al existir un deterioro ambiental visible, que propició el interés de la población, lo que generó la suficiente presión para que se ejercieran las primeras acciones gubernamentales en materia ambiental (Guevara, 2005).

En sus inicios, la política ambiental fue de carácter sanitario los problemas ambientales fueron catalogados como problemas de contaminación, en 1971 se decretó la Ley Federal para Prevenir la Contaminación Ambiental y en 1972 se crea la Subsecretaría de Medio Ambiente (SSMA), que dependía de la Secretaría de Salubridad y Asistencia (LFPPCA, 1971), esta subsecretaría no contaba con influencia sobre otras áreas de gobierno relacionadas con el medio ambiente, por lo que su acción consistía en ser observadora de procedimientos administrativos, de modo que la política ambiental permaneció como discurso y no cumplía con los objetivos propuestos (Vázquez, 2010).

Posteriormente desapareció la SSMA y se emitió la Ley Federal de Protección al Ambiente (LFPA, 1982). En 1983 se crea la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), que tiene a su cargo a la Subsecretaría de Ecología, también es elaborado el primer Programa Nacional de Ecología (INECC, s/f), en 1988 se expidió la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en la que se establece el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar, que aún continúa vigente después de recibir diversas modificaciones y actualizaciones.

Durante el gobierno 1988-1994 se crea el Instituto Nacional de Ecología (INE), y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), al decretarse esta procuraduría, bajo el respaldo de la LGEEPA, se confiere al cuidado del medio ambiente un orden jurídico, de observación y aplicación. El INECC se enfoca en la generación de información científica y técnica sobre problemas ambientales para apoyar a la política ambiental, mientras que la PROFEPA es la responsable de la procuración de justicia ambiental (Juárez, 2012).

Durante el periodo 1994-2000 es creada la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), es la encargada de coordinar la administración y aprovechamiento de los recursos naturales bajo los lineamientos del desarrollo sustentable, a partir del año 2000 se le desagregan las actividades pesqueras y se transforma la secretaría en SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), que tiene a su cargo a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) (CEDRSSA, 2018).

El otorgamiento de nivel de Secretaría a los temas del medio ambiente denotó interés oficial, tuvo implicaciones presupuestarias, además de fomentar la profesionalización y continuidad del sector. En la actualidad, después de transcurridos tres sexenios de ese paso, ya se cuenta con instituciones maduras, que tienen procedimientos eficientes, información científica disponible y compromiso por fomentar el desarrollo sustentable (Guevara, 2005).

Dentro de la política ambiental mexicana las ANP, han sido utilizadas históricamente para preservar paisajes, y conservar ecosistemas, en México se remontan desde antes de la llegada de los españoles. Así, en la porción de Mesoamérica, los mayas tenían dentro de su esquema de producción, la protección estricta de ciertas zonas y periodos de descanso para áreas agrícolas. Para el siglo XV, Netzahualcóyotl reforestó zonas cercanas al Valle de México y, durante el siglo XVI, Moctezuma II fundó algunos parques zoológicos y jardines botánicos (Yañez, 2007).

Bajo el esquema y concepto actual de una ANP, el primer nombramiento fue recibido en 1876 por el Bosque del Desierto de los Leones, que procuraba la protección de los recursos hídricos mediante el cuidado de varios manantiales que proveían de agua a la Ciudad de México. Sin embargo, hasta 1917 se decreta esta zona como el primer Parque Nacional, al considerar además de su belleza natural de sus paisajes, con la posibilidad de hacerla un centro de recreación (Melo, 2003).

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP), tienen el objetivo de ser el instrumento principal para la conservación de la biodiversidad y de los bienes y servicios ecológicos (CONANP-SEMARNAT, 2018), propician la posibilidad de lograr la integridad de los ecosistemas, no se deben regir por límites político-geográficos, condiciones que se ponen en tela de juicio, cuando se empiezan a revisar las ANP, sus condiciones, características y los fundamentos para su promulgación (Yañez, 2007).

Las ANP han evolucionado a largo de la historia, habiendo ciclos de mayor y menor cantidad de decretos, aunque inicialmente se dio un enfoque de conservación de servicios ecosistémicos, para después pasar a ser reservorios de biodiversidad (Carabias & Rabasa, 2017), con lo que se dio un gran impulso a la creación de parques y reservas.

Legislación mexicana aplicable a las ANP.

Las instituciones gubernamentales requieren respaldo legal para poder ejercer sus funciones, la legislación ambiental de México tiene como eje rector la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), promulgada el 28 de enero 1988, con la última reforma publicada DOF 05-06-2018 (LGEEPA, 2018), en cuyo contenido se presenta la legislación aplicable a las cuestiones ambientales para México, a su vez se encuentra apoyada por distintos reglamentos en materia ambiental; la inspección y fiscalización de la LGEEPA, recae en la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente de México (PROFEPA).

La SECCIÓN II de la LGEEPA corresponde a los tipos y características de las Áreas Naturales Protegidas, y en ella se describen las características naturales y estéticas que son necesarias para que un territorio sea nombrado ANP en alguna de sus categorías; en el **ARTÍCULO 44**, se definen a las ANP, como:

Las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas, quedarán sujetas al régimen previsto en esta Ley y los demás ordenamientos aplicables. (LGEEPA, 2018)

En la *Tabla 1* se muestran los tipos de ANP contempladas en la LGEEPA, así como el artículo al que corresponde cada categoría.

En el **ARTÍCULO 46** se describen los nueve diferentes tipos de ANP, que a continuación se enlistan en la Tabla 1.

Tabla 1. *Tipos de Áreas Naturales Protegidas.*

Tipo de ANP	Artículo correspondiente
I.- Reservas de la biosfera	48
III.- Parques nacionales	50
IV.- Monumentos naturales	52
VI.- Áreas de protección de recursos naturales	53
VII.- Áreas de protección de flora y fauna	54
VIII.- Santuarios	55
IX.- Parques y Reservas Estatales, así como las demás categorías que establezcan las legislaciones locales;	
X.- Zonas de conservación ecológica municipales, así como las demás categorías que establezcan las legislaciones locales	
XI.- Áreas destinadas voluntariamente a la conservación	55 BIS

Fuente: Elaborado con información de (LGEEPA, 2018).

* La numeración faltante corresponde a tipos de ANP derogadas en versiones anteriores de la LGEEPA

Existen categorías de ANP propuestas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) con el objetivo de estandarizar esta clasificación internacional, se presentan en la Tabla 2 las categorías para zonas de protección.

Tabla 2. *Categorías de ANP en la UICN.*

Categoría	Nombre
Categoría I. Protección estricta	Ia. Reserva Natural Estricta Ib. Área natural silvestre
Categoría II: Conservación y protección del ecosistema	Parque nacional
Categoría III: Conservación de los rasgos naturales	Monumento natural
Categoría IV: Conservación mediante manejo activo	Área de manejo de hábitats / especies
Categoría V: Conservación de paisajes terrestres y marinos y recreación	Paisaje terrestre y marino protegido
Categoría VI: Uso sostenible de los recursos naturales	Área protegida manejada

Fuente: Elaborado con información de (UICN, s/f).

A continuación, se realiza una breve descripción tomada de LGEEPA (2018), de las características ambientales para las diferentes ANP:

- **Reservas de la biosfera:** Las reservas de la biosfera se constituirán en áreas biogeográficas relevantes a nivel nacional, representativas de uno o más ecosistemas no alterados significativamente por la acción del ser humano o que requieran ser preservados y

restaurados, en los cuales habitan especies representativas de la biodiversidad nacional, incluyendo a las consideradas endémicas, amenazadas o en peligro de extinción

- Parques nacionales: Los parques nacionales se constituirán, tratándose de representaciones biogeográficas, a nivel nacional, de uno o más ecosistemas que se signifiquen por su belleza escénica, su valor científico, educativo, de recreo, su valor histórico, por la existencia de flora y fauna, por su aptitud para el desarrollo del turismo, o bien por otras razones análogas de interés general.

- Monumentos naturales: Los monumentos naturales se establecerán en áreas que contengan uno o varios elementos naturales, consistentes en lugares u objetos naturales, que, por su carácter único o excepcional, interés estético, valor histórico o científico, se resuelva incorporar a un régimen de protección absoluta. Tales monumentos no tienen la variedad de ecosistemas ni la superficie necesaria para ser incluidos en otras categorías de manejo.

- Áreas de protección de recursos naturales: Las áreas de protección de recursos naturales, son aquellas destinadas a la preservación y protección del suelo, las cuencas hidrográficas, las aguas y en general los recursos naturales localizados en terrenos forestales de aptitud preferentemente forestal, siempre que dichas áreas no queden comprendidas en otra de las categorías previstas en el artículo 46 de esta Ley.

- Áreas de protección de flora y fauna: se constituirán de conformidad con las disposiciones de esta Ley, de la Ley General de Vida Silvestre, la Ley de Pesca y demás aplicables, en los lugares que contienen los hábitats de cuyo equilibrio y preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de las especies de flora y fauna silvestres.

- Santuarios: Los santuarios son aquellas áreas que se establecen en zonas caracterizadas por una considerable riqueza de flora o fauna, o por la presencia de especies, subespecies o hábitat de distribución restringida. Dichas áreas abarcarán cañadas, vegas, relictos, grutas, cavernas, cenotes, caletas, u otras unidades topográficas o geográficas que requieran ser preservadas o protegidas.

- Parques, reservas estatales, zonas de conservación ecológica municipales, cabe señalar que, dentro de la LGEEPA, no hay una descripción específica para estos tipos de ANP, pero refiere a categorías que establezcan las legislaciones locales, tanto en las leyes estatales, como municipales.

- Áreas destinadas voluntariamente a la conservación: Las áreas destinadas voluntariamente a la conservación son aquellas que pueden presentar cualquiera de las características y elementos biológicos señalados en las clasificaciones anteriores como proveer servicios ambientales o que por su ubicación favorezcan el cumplimiento de los objetivos previstos en esta Ley. para tal efecto, la Secretaría emitirá un

certificado, dichos predios se considerarán como áreas productivas dedicadas a una función de interés público.

Las categorías de conservación internacional de la UICN se encuentran estrechamente relacionadas con las categorías utilizadas en México, con la diferencia de que las categorías establecidas en la (LGEEPA, 2018) van de lo general a lo particular, donde las primeras categorías procuran abarcar paisajes completos y las últimas categorías se enfocan en esfuerzos de conservación enmarcados en límites políticos, de índole estatal, municipal y territorios pertenecientes a particulares.

En el reglamento de la LGEEPA en materia de ANP (LGEEPA, 2014), se establecen zonas internas con límites para las actividades que se pueden realizar en cada sección del ANP, dichas limitaciones se encuentran relacionadas con el grado de importancia y fragilidad ambiental, es en esta clasificación donde también comparten características las clasificaciones de la UICN y la LGEEPA, donde las categorías de la UICN van de los lugares con más restricciones a los más permisivos en cuanto a acceso de personas, siempre que se procure el desarrollo de actividades de conservación y manejo sustentable.

Cabe señalar que, en las categorías de conservación de la UICN, los parámetros de delimitación de áreas de conservación se refieren a escalas regionales, globales, nacionales y hacen referencia a hábitats, ecosistemas, especies y geodiversidad, situación que permite incluir rasgos generales para realizar conservación, en contraste en la legislación mexicana también se utilizan dichos parámetros, pero son complementados con rangos específicos de gradientes altitudinales, número de ecosistemas, periodos mínimos de decreto y demás características específicas que procuran la rigurosidad que exige un decreto legal.

Se observa que las características del territorio para realizar el decreto de un ANP, principalmente son cuestiones ambientales; históricamente se han excluido a las poblaciones locales de las zonas de protección ambiental, teniendo consigo altos costos políticos y sociales, donde la primicia es conservar la naturaleza intacta (Galván, 2007).

Propuesta de conservación previa para la microcuenca El Zamorano.

Derivado a la importancia ambiental del territorio del Zamorano hay una tesis de maestría en la que se proponen zonas para la conservación de la microcuenca El Zamorano, esta investigación fue realizada por Fernández (2009), en ella realizó un análisis del paisaje y determinó áreas de aptitud para la conservación ambiental mediante una evaluación multicriterio, realizada mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Los principales resultados que obtuvo el autor son: una microcuenca conformada por 17 clases paisajísticas que suman un total de 393 fragmentos, de los cuales 292 pertenecen a parcelas agrícolas que ocupan el 10% de la zona de estudio. Los valores de Índice de la Distancia al Vecino más Cercano (MNN) e Índice

de Adyacencia (IJI) muestran una estructura espacial medianamente concentrada entre fragmentos de la misma clase, el Índice de Forma (MSI) y el Índice Fractal (AWMPFD) indican que los fragmentos en general tienen formas medianamente complejas, propias de elementos naturales.

Los índices de diversidad y distribución de Shannon indicaron que la microcuenca presenta un paisaje heterogéneo y altamente diverso. El análisis del efecto de borde y hábitat interior muestra que un borde de 100 metros permite mayor conectividad entre hábitats adecuados, presentados en la

Figura 1. en comparación con un borde de 300 metros que se presenta en la Figura 2.

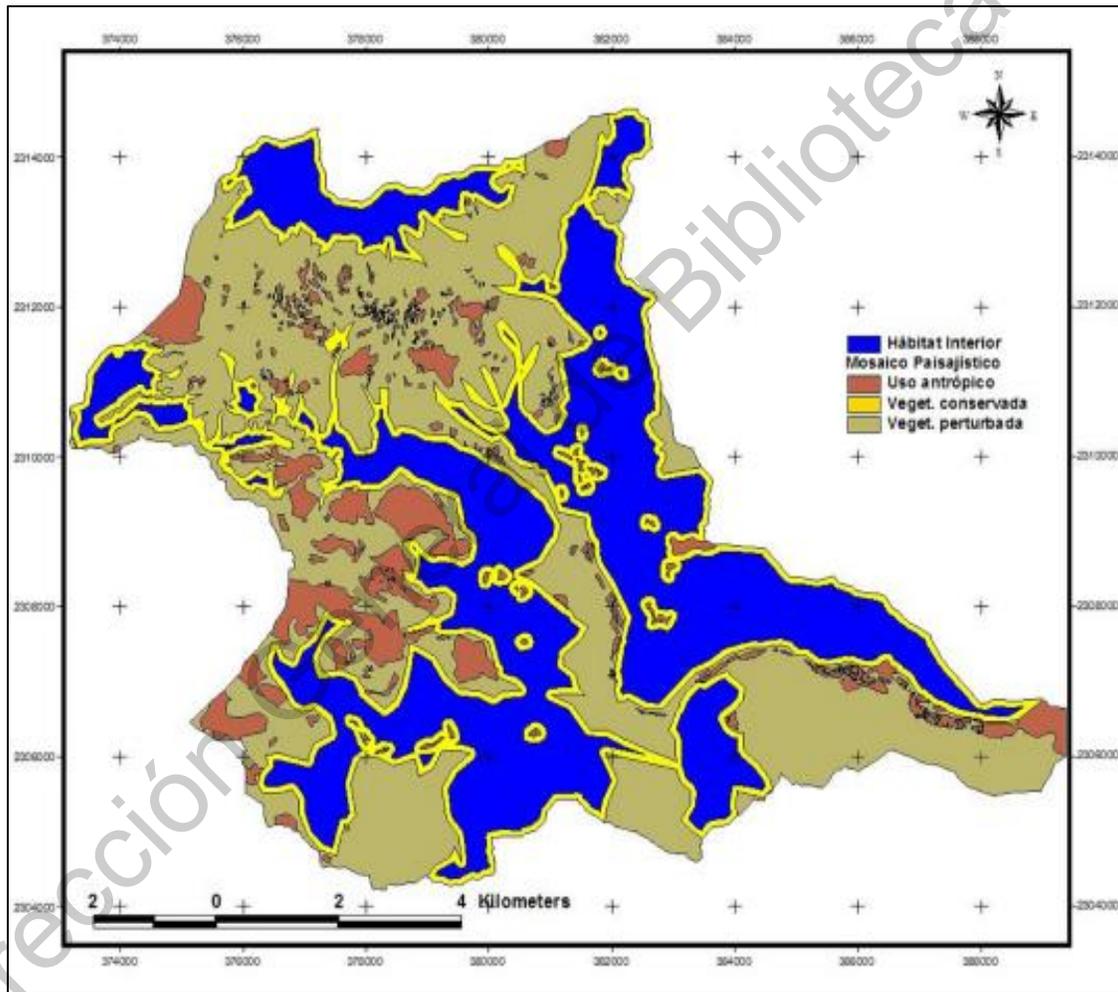


Figura 1. Áreas de hábitat interior con un efecto de borde hipotético de 100 metros.
Fuente: Tomado de Fernández (2009).

La simulación manual para la recuperación de hábitat interior resultó en un polígono con forma más simple que integra todos los ecosistemas de la microcuenca sin interferir en las áreas agrícolas, lo cual es presentado en la Figura 2.

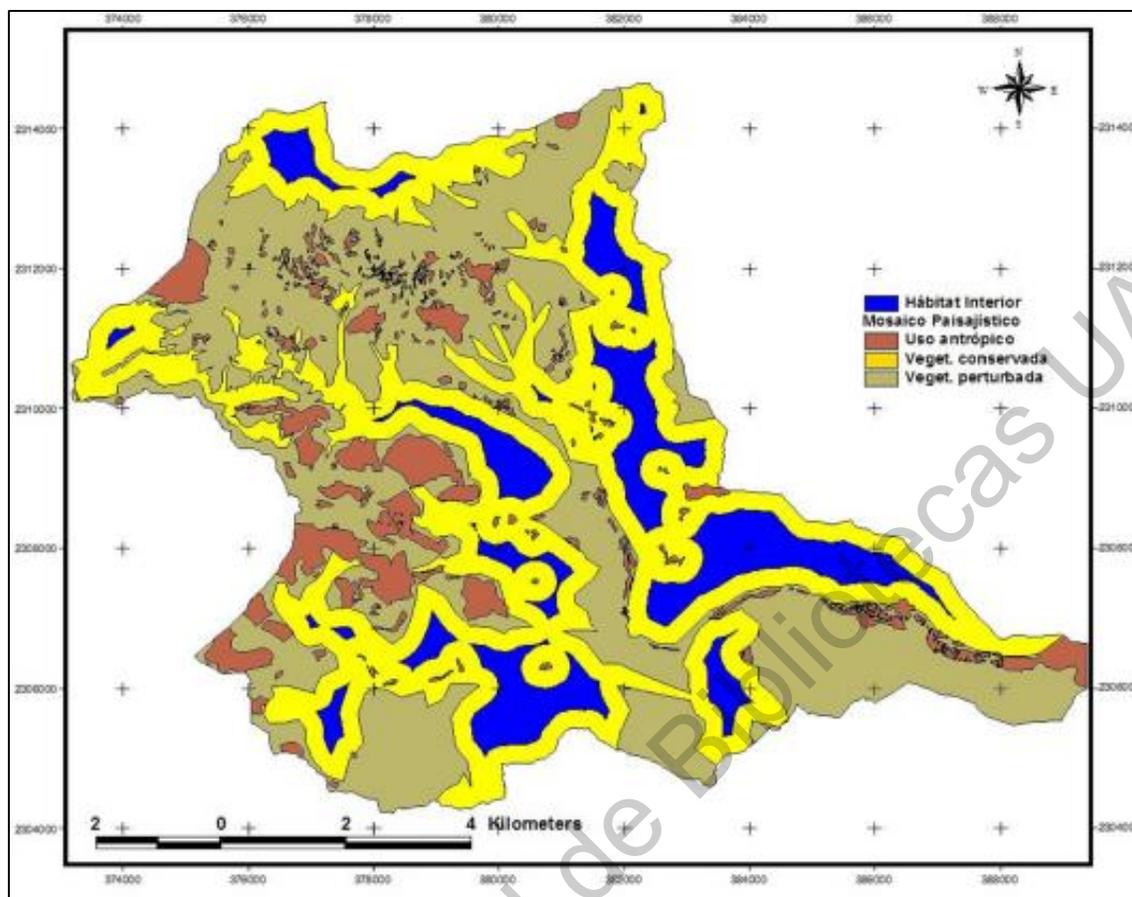


Figura 2. Áreas de hábitat interior con un efecto de borde hipotético de 300 metros.
Fuente: Tomado de Fernández (2009).

El procedimiento de evaluación multicriterio llegó al resultado, en el que se presentan las áreas más aptas para la conservación, que principalmente son aquellas con mayor riqueza biológica, es decir, en las zonas que la cubierta vegetal presenta bajos o nulos indicadores de alteración presentados en la Figura 3. Mediante el análisis del paisaje, la aplicación del método de ponderación lineal, la integración del balance hídrico y el modelo de erosión hídrica el autor determinó que la microcuenca presenta un alto valor para su conservación, el fuerte potencial de sus recursos naturales pueden perfilarse hacia el desarrollo de una amplia gama de proyectos de manejo y aprovechamiento sustentable, que implican la participación de sus habitantes, y se vería reflejado en la reducción niveles de marginación.

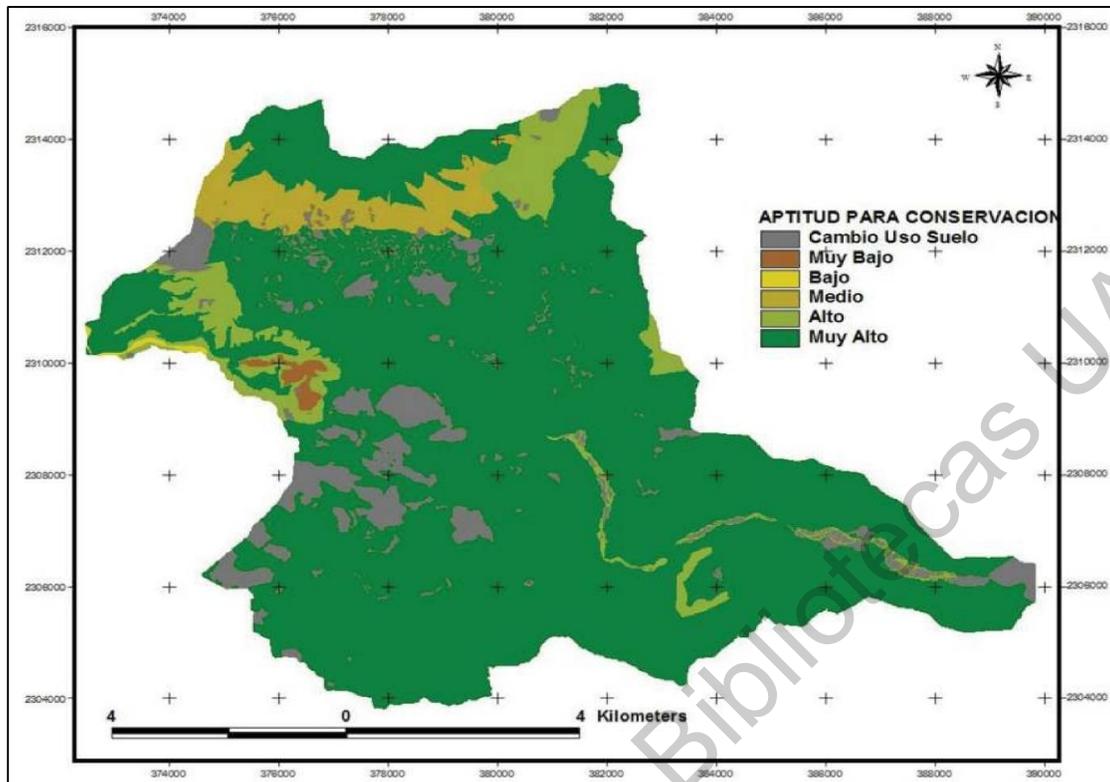


Figura 3. Aptitud para la conservación dentro de la microcuenca.

Fuente: Tomado de Fernández (2009).

En México la política de conservación ambiental ha evolucionado, las primeras ANP que se decretaron fueron restrictivas y excluían a los habitantes del territorio, actualmente se cuenta con modelos de gestión incluyentes, en los que se pretende armonizar los aspectos sociales, económicos y ambientales, en este tenor se enmarca la gestión integrada de cuencas.

La política ambiental de México, a través de la legislación nacional, establece los mecanismos, requerimientos, características y procedimientos para establecer las ANP, este bagaje legal se ha actualizado y evolucionando conforme a los requerimientos mundiales, por lo que continúan vigentes, aun así, a través de la investigación académica se buscan alternativas de manejo que respondan a las complejas y cambiantes dinámicas sociales.

La gestión integrada de cuencas representa un modelo de manejo del territorio que propicia el desarrollo sustentable, conjuntando los aspectos sociales, económicos y ambientales, que se consideran indispensables para la viabilidad temporal de los proyectos de conservación.

Dentro de la microcuenca El Zamorano y debido a su importancia ambiental, se desarrolló una propuesta de zonas para la conservación, dichos resultados se tomaron en cuenta y fueron complementados con análisis de percepción social para conferir mayor validez a la propuesta final.

4.- MÉTODOS Y HERRAMIENTAS.

4.1.- Descripción de la microcuenca El Zamorano.

Ubicación y delimitación.

Los trabajos de caracterización ambiental y social se consideran de gran importancia para la obtención de los resultados de la investigación, por lo que a continuación se presentan los rasgos distintivos que fueron de mayor relevancia para obtener los indicadores generados.

La microcuenca “El Zamorano” se encuentra enteramente dentro del territorio político administrativo del municipio de Colón en el estado de Querétaro, sus escurrimientos drenan en la Región Hidrológica no. 26, correspondiente a la Cuenca del Río Pánuco, se considera como salida del agua la concentración en la parte más baja conocida como “Presa de La Soledad”, que se ubicada en la localidad de “El Poleo”.

Esta microcuenca, se extiende por la ladera este del volcán extinto conocido como “Cerro del Zamorano”, que presenta la mayor de sus alturas en el territorio que se encuentra en el estado de Querétaro, las coordenadas extremas de la zona de estudio son: 2315499.6 y 2297335.26 Norte y 373049.49 y 391357.79 Oeste, se encuentran en sistema de referencia WGS84 Zona UTM 14N, y se encuentran representadas en la Figura 4.

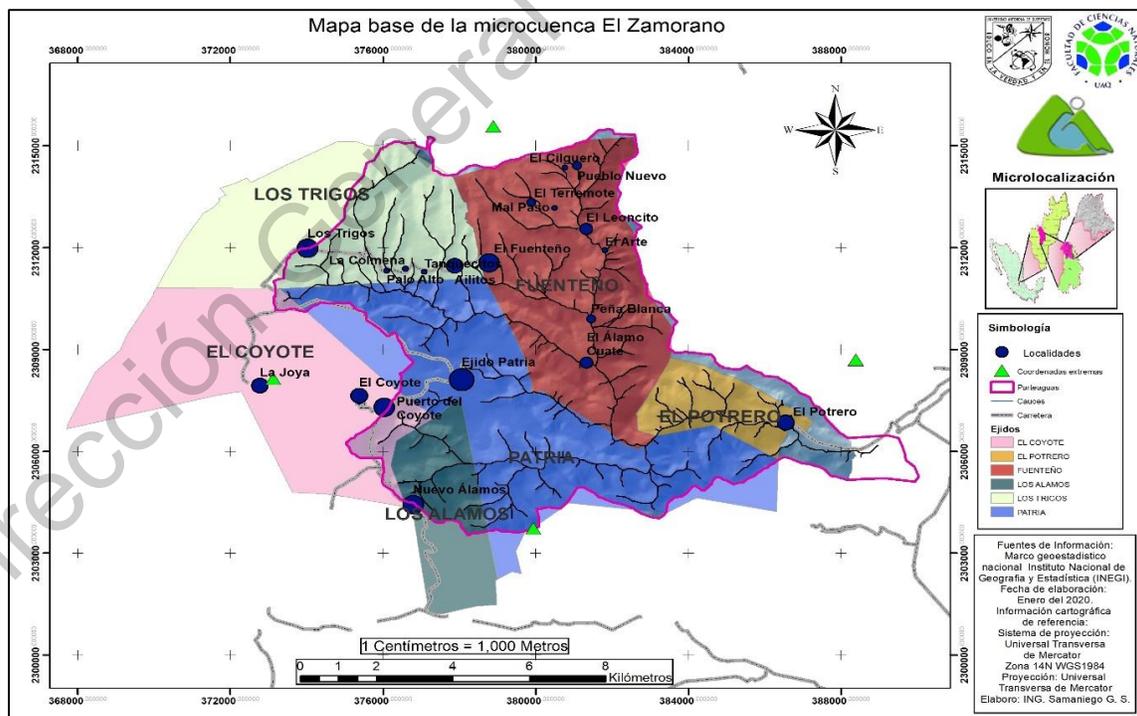


Figura 4. Mapa base de la microcuenca del Zamorano.

Fuente: Elaboración con la información modificada de: (INEGI, 2003) & (INEGI, 2013).

El estudio se enfocó en el análisis de la microcuenca el Zamorano, pero se incluyeron en el cálculo de los distintos indicadores y análisis cualitativos a las personas de una localidad que mostro interés por participar en los procesos de conservación, este ejido es El Coyote, que se localiza en la subcuenca vecina del lado oeste y pertenecen a la Cuenca Lerma-Chapala.

Gran parte del desarrollo de la investigación se llevó a cabo mediante la manipulación de las características ambientales de la microcuenca, dichas cualidades fueron analizadas mediante el uso de sistemas de información geográfica, a continuación, se realizará una descripción breve de los principales componentes ecosistémicos utilizados.

Climatología.

La microcuenca El Zamorano, presenta dos tipos de clima predominantemente, en la zona alta de la cuenca, se presenta un tipo C (w0) en la clasificación de Köppen modificado por García (1988), es un tipo templado subhúmedo con lluvias en verano. Este clima es estable en oscilación de temperaturas, presenta un régimen térmico medio anual varía de 12° a 18 °C y sus precipitaciones más abundantes se registran en verano, a la mitad de esa estación se registra un periodo seco conocido como canícula.

Este clima es el más seco de los subhúmedos con coeficiente de precipitación menor a los 43.2 mm, la precipitación anual oscila entre 630 y 860 mm y temperaturas medias del mes más frío de -3 a 18 °C y la del mes más caliente mayor a 6.5°C. En esta zona climática suceden de 60 a 90 días con heladas, desde el mes de octubre y pueden durar hasta el mes de abril. Las heladas tardías y tempranas que se presentan en primavera y otoño, son las que más afectan a la agricultura, ya que se presentan en épocas de intensa actividad productiva, en la Figura 5 se proporciona la representación gráfica de los promedios mensuales de temperatura y precipitación para los últimos 30 años.

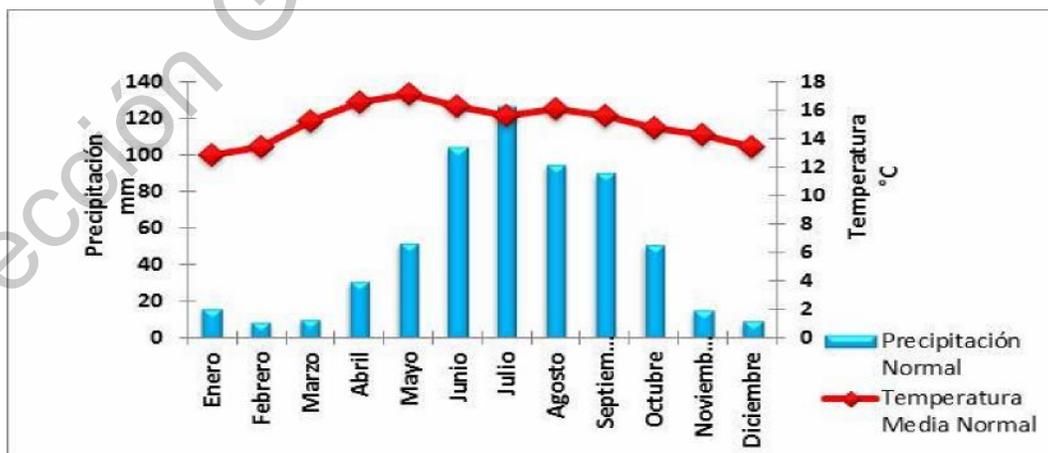


Figura 5. Climograma mensual de la estación El Zamorano, periodo de 1981 a 2010.

Fuente: Elaboración con la información modificada de (IMTA, 2009).

La zona media y baja de la microcuenca, presenta clima de tipo seco, subtipo semiárido, con un coeficiente de precipitación/temperatura mayor a 22.9, con poca oscilación térmica, en la clasificación de Köppen modificado por García (1988), corresponde a BS1kw(w). En este clima las temperaturas medias anuales son inferiores a la evapotranspiración potencial. La temperatura media anual no supera los 18°C. El invierno es frío y el verano puede ser templado o cálido. Las lluvias son escasas, la precipitación media anual es de 430 mm con porcentaje de lluvia invernal menor a 5%. Los valores de temperatura media anual en la microcuenca registran 16.2 °C, con una temperatura media mensual de 16.22 °C.

Hidrología.

La microcuenca El Zamorano pertenece a la región hidrológica número 26 del río Pánuco, a la cuenca del río Moctezuma y a la microcuenca del río Extoraz. En esta última, se ubica en su porción sur-oeste, abarcando una superficie total de 97.92 km². Se trata de una microcuenca conformada por dos unidades de escurrimiento nombradas como Ejido Patria y Nuevo Álamos, las dos unidades se ubican en los límites del municipio de Colón, en la porción norte del estado de Querétaro, en la “Figura 4. Mapa base de la microcuenca del Zamorano” se muestran los rasgos hidrológicos de la microcuenca.

El sistema de drenaje es de tipo dendrítico, según la jerarquización de Horton-Strahler la corriente principal es de orden 6, presenta una longitud de 23 km. aproximadamente, lo que muestra un nivel de desarrollo importante, con una densidad de corriente de 2.26 por km²; la microcuenca presenta forma rectangular, orientada en la dirección noroeste-sureste, el índice de Gravelius es de 1.9, siendo un valor típico de cuencas alargadas. La hipsometría del área muestra que el 50% del área está por encima de la elevación 2800 msnm.

En términos geológicos relacionados con sus coeficientes hidrográficos es una cuenca joven sin desgaste en las principales estructuras rocosas. Las elevaciones extremas se ubican en el cerro El Zamorano con 3343 msnm. y en la salida de la microcuenca la altura mínima es de 1780 msnm., tiene un desnivel máximo de 1563 m., la mayor parte de este desnivel ocurre en los primeros 10 km de desarrollo del sistema de drenaje, la pendiente del cauce principal es de 10%.

En la zona sur de la microcuenca, por la climatología de tipo semi-árida, el sistema de drenaje es intermitente, no obstante, en la época de lluvias los escurrimientos contribuyen de manera importante a la presa La Soledad, esta presa abastece a la unidad de riego “Presas La Soledad de Colón-Tolimán”.

Relieve.

La microcuenca corresponde a una forma de relieve que se encuentra delimitada por el parteaguas de las montañas, consta de valles primarios y secundarios, con las formas de relieve altas y bajas, que se complementan con la red de escurrimientos. La microcuenca de estudio presenta rasgos fisiográficos, que la ubican en dos regiones: 1) El 90% de su superficie forma parte de la Provincia de la

Mesa del Centro, caracterizada por una serie de mesetas con altitudes superiores a los 2000 msnm., y por algunas sierras abruptas; 2) El 10% de su superficie es parte de la Provincia del Eje Neovolcánico, caracterizado por un paisaje típicamente volcánico, con cerros y mesetas situados entre los 2,000 y 3,000 msnm. El desnivel de la Microcuenca es de aproximadamente 1563 metros, con un rango hipsométrico que va de los 1,780 msnm. en su punto de salida situado en la presa La Soledad, hasta los 3,343 msnm. en el cerro El Zamorano.

La pendiente en la microcuenca se caracteriza por ser fuerte en la transición de la parte alta a media y posteriormente es pendiente suave, el 13.7% de la zona de estudio presenta pendientes planas (0- 3°); el 6.5% muy suaves (3°-5°); el 17.5% suaves (5°-10°); el 27.1% moderadas o intermedias (10°- 20°); el 33.7% fuertes (20°-40°) y el 1.6% muy fuertes o abruptas (> 45°), los diferentes tipos de pendiente son representados gráficamente en la Figura 6.

Los elementos anteriormente descritos indican que la cuenca es topográficamente heterogénea, en un estado joven con tendencia a la madurez, en donde los procesos erosivos son activos, lo que implica que hay alta vulnerabilidad de la unidad hidrológica, al verse modificada estructuralmente.

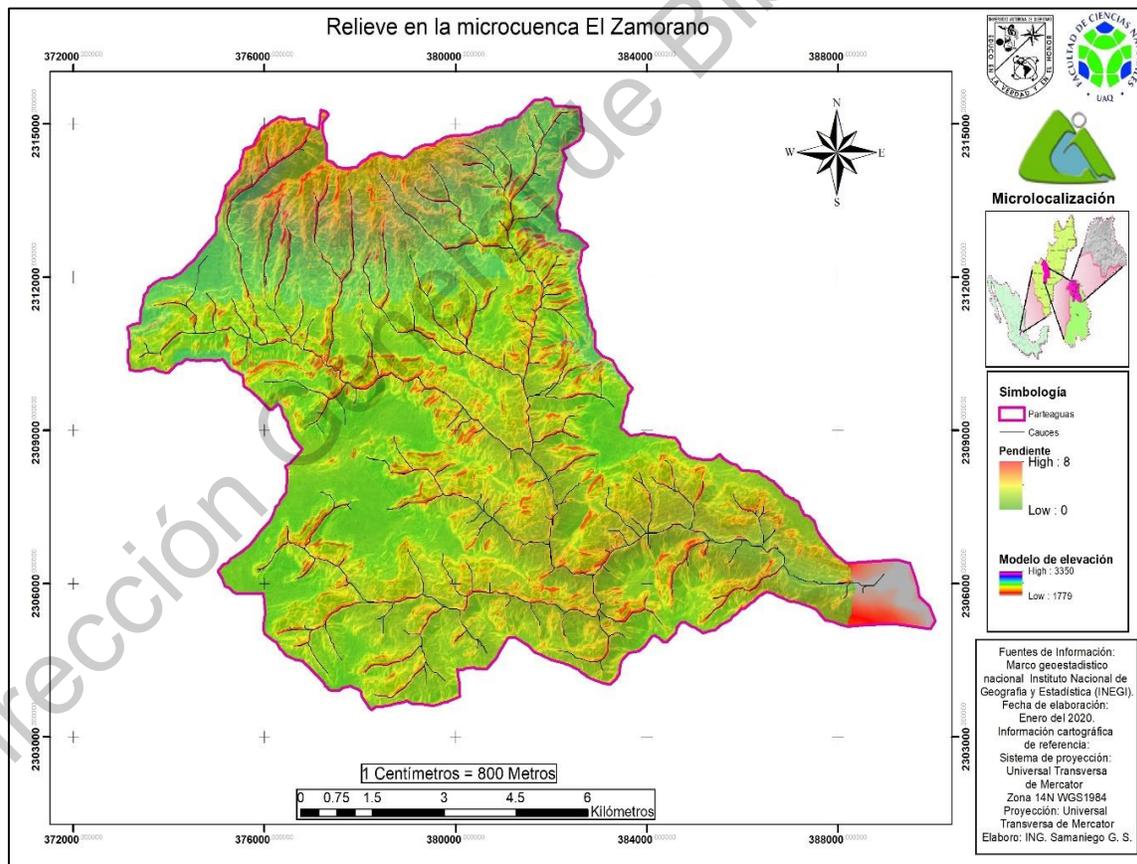


Figura 6. Pendientes y elevaciones presentes en la microcuenca El Zamorano.

Fuente: Elaboración con la información modificada de: (INEGI, 2003).

Zonas funcionales.

La identificación de estas zonas es de gran importancia si se busca mantener un adecuado funcionamiento ecohidrológico de una cuenca. La Microcuenca fue dividida en tres zonas que presentan distintas características estructurales y funcionales, que pueden ser observadas gráficamente en la Figura 7:

Parte alta. En ésta inicia la captación inicial del agua, siendo la zona que presenta mayor precipitación, y cuyas características estructurales, actúan como reguladoras de diferentes servicios o procesos que ocurren en la cuenca. La zona alta tiene una extensión de 5,294.66 ha equivalentes al 31.79% de la Microcuenca.

Parte media. En esta zona se capta la mayor parte del agua que entra al sistema, transporta agua, materiales, sedimentos y nutrientes provenientes de la zona alta, actúa como área de amortiguamiento por lo que se debe mantener la cubierta vegetal, en la microcuenca es la zona que ocupa mayor extensión con 7,768.3 ha, lo que representa el 46.64% de la superficie.

Parte baja. Es la zona de recepción de los escurrimientos de agua, también recibe todos los impactos generados en las otras partes de la cuenca. Cuenta con 3,592.52 ha, que equivale al 21.57% del área de estudio.

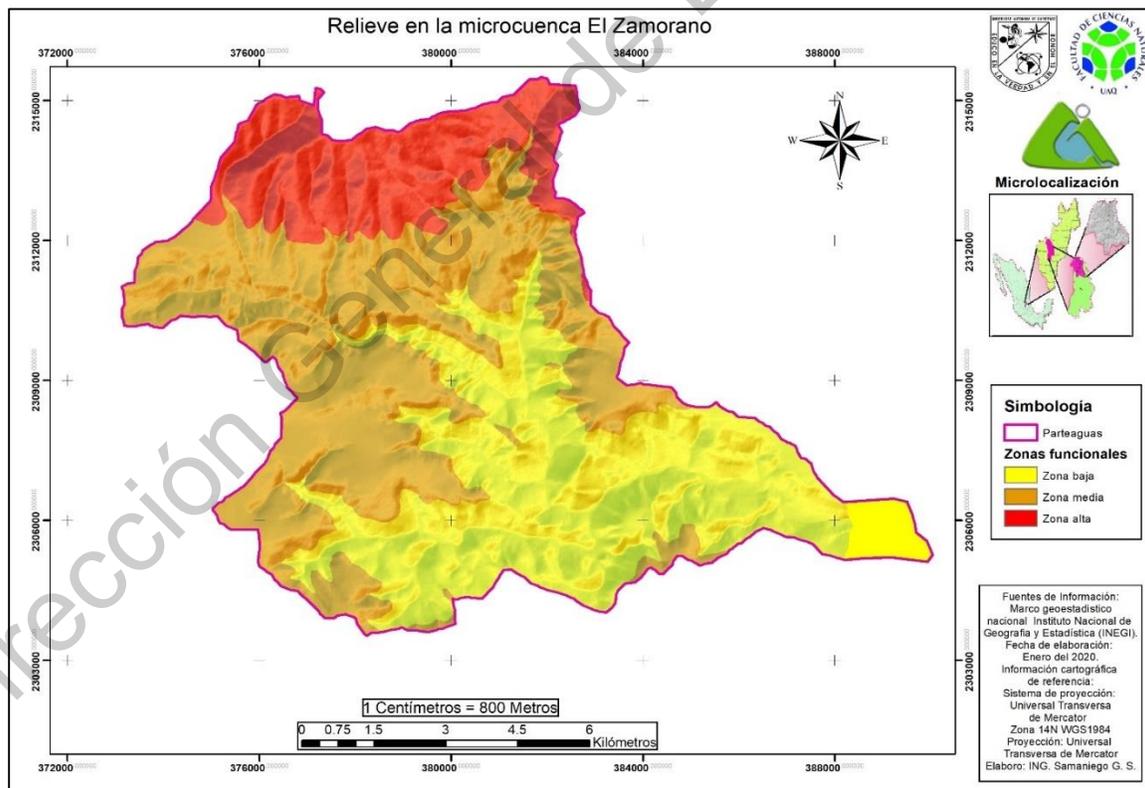


Figura 7. Zonas funcionales de la Microcuenca El Zamorano.

Fuente: Elaboración con la información modificada de: (INEGI, 2003).

Morfometría.

La microcuenca El Zamorano cuenta con una diferencia altitudinal de 1563 m. las pendientes promedio son del 27 %, lo que complica actividades de producción primaria agrícola; los parámetros morfométricos obtenidos y presentados en la Tabla 3, muestran una cuenca de rápida respuesta hidrológica, que es complementado con el coeficiente de compacidad que se comprende como respuesta rápida a moderada; la densidad de drenaje que indica un vaciamiento moderadamente rápido de la cuenca; los índices de forma corresponden a una cuenca no tan circular tendiendo a alargada; lo que en conjunto presenta una respuesta rápida al drenaje superficial.

Tabla 3. *Parámetros morfométricos de la microcuenca El Zamorano.*

Característica	Valor
Área (ha)	16,655.48
Perímetro (m)	67,750.8
Longitud de la cuenca (m)	16,485.2
Índice de forma	0.61
Coefficiente de compacidad	1.47
Relación de elongación	0.88
Relación de bifurcación	0.53
Longitud del cauce principal.(m)	23,282
Densidad de drenaje	1.29
Densidad de corrientes	2.26
Pendiente media	27.79
Elevación mínima (msnm)	1,780
Elevación máxima (msnm)	3,343
Elevación media (msnm)	2,218

Fuente:Elaboración con la información modificada de: (INEGI, 2003).

Edafología.

A continuación, se describen las características de los principales tipos de suelos presentes en la microcuenca, se considera pertinente debido a que fueron un insumo fundamental en la obtención de los distintos indicadores ambientales calculados, esta clasificación de suelos toma como base la descripción realizada por (INEGI, 1999).

Los suelos en la microcuenca son de origen volcánico, siendo de mayor distribución espacial el Phaeozem, presente en el Ejido Patria y Nuevo Álamos, seguido por el Litosol y Vertisol, en conjunto con el tipo de suelo Yermosol, en la Figura 8 se muestra gráficamente las porciones de superficie que ocupa cada tipo de suelo.

Los suelos tipo Phaeozem se localizan en diferentes condiciones climáticas, desde zonas semiáridas, hasta templadas o tropicales muy lluviosas, así como en diversos tipos de terrenos, desde planos a muy montañosos, son capaces de presentar casi cualquier tipo de vegetación. La característica distintiva de este suelo

es una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, no presentan capas ricas en cal.

Los Phaeozem profundos, localizados en terrenos planos se utilizan en agricultura de riego y temporal, en cultivos de legumbres, granos u hortalizas, con altos rendimientos; los de menor profundidad situados en laderas y pendientes, tienen rendimientos bajos y son muy susceptibles a erosión; sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables; dentro de la microcuenca cuentan con el 74.7% de la superficie total, en las partes planas donde se presentan son aprovechados para realizar agricultura de temporal, y en condiciones de fuertes pendientes, son utilizados como zonas de libre pastoreo.

En los suelos tipo Litosol, su nombre proviene del griego Lithos, que literalmente corresponde a suelos de piedra, son los más abundantes en México, se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación, en todas las sierras, barrancas, lomeríos y en algunos terrenos planos. Se caracteriza por su profundidad menor a 10 cm, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido.

Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión, es muy variable dependiendo de otros factores ambientales, el uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre, la agricultura en este tipo de suelo está condicionado a contar con sistemas de riego; dentro de la microcuenca se localiza en las partes medias con pastizal como vegetación y una parte de agricultura, este suelo cubre el 15.9% de la superficie.

Los suelos tipo Vertisol, su nombre proviene el latín verteré, que significa voltear, son suelos de climas templados y cálidos, su textura por lo general es fina arcillosa, con pendientes suavemente onduladas, pudiendo presentarse en regiones de lomeríos, su color es negro; estos suelos tienen una capacidad de alta retención de nutrientes, en tiempo de sequía son duros, mientras que, en la temporada de lluvias, son lodosos y se adhieren con mucha facilidad, esto se debe a los altos contenidos de arcillas expansivas; los vertisoles ocupan el 8% de la superficie de la microcuenca, localizados en la parte baja, cerca de los cauces principales.

Los suelos tipo Castañozem, tienen una capa superficial de color pardo, y su textura es de migajón arcillosa y arcillosa, son suelos profundos que descansan sobre capas de arcilla con contenidos bajos de materia orgánica y acumulación de carbonatos de calcio en el subsuelo, presentan baja susceptibilidad a la erosión, y son de regiones semiáridas, en la microcuenca abarcan el 0.8 % de la superficie.

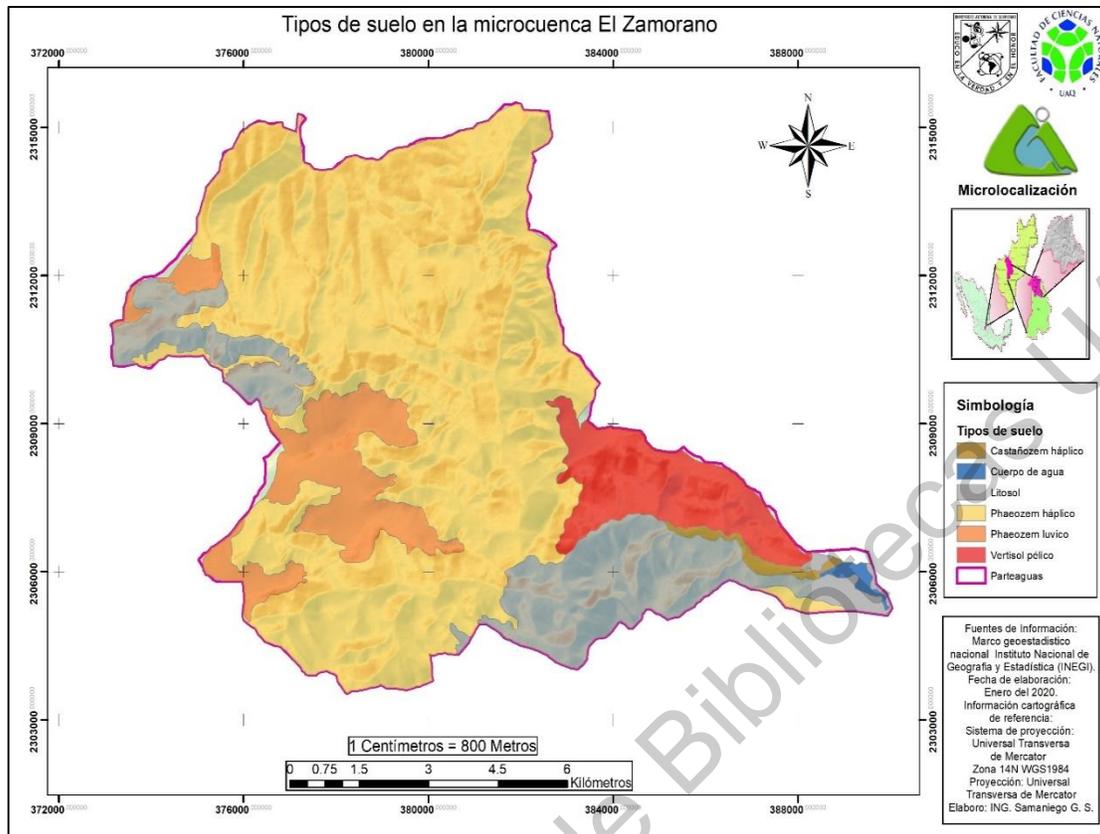


Figura 8. Edafología de la microcuenca del Zamorano.
Fuente: Elaboración con información del (INEGI, 1973).

Geología.

La geología de la microcuenca El Zamorano principalmente corresponde a rocas ígneas extrusivas andesíticas, este tipo de rocas se forman cuando el magma se enfría y se solidifica en la parte exterior de la corteza terrestre, se encuentran combinadas con basaltos del cuaternario y una mezcla del terciario superior de Riolita y Toba básica. Principalmente se dividen el rocas extusivas básicas, acidas e intermedias, donde las básicas están compuestas por minerales de colores oscuros, en general pobres en silicio y ricos en Fe-Mg que se denominan melanocratos máficos o ferromagnesianos, como biotita, anfíboles, piroxenos, olivino y óxidos de Fe-Ti; las rocas acidas e intermedias están compuestas por minerales de colores claros, ricos en silicio y/o zinc Fe-Mg denominados leucocráticos o félsicos, como cuarzo, feldespato potásico y plagioclasas sódicas (Geology.com, s/f), en la Figura 9, se muestra gráficamente la distribución de la geología de la microcuenca.

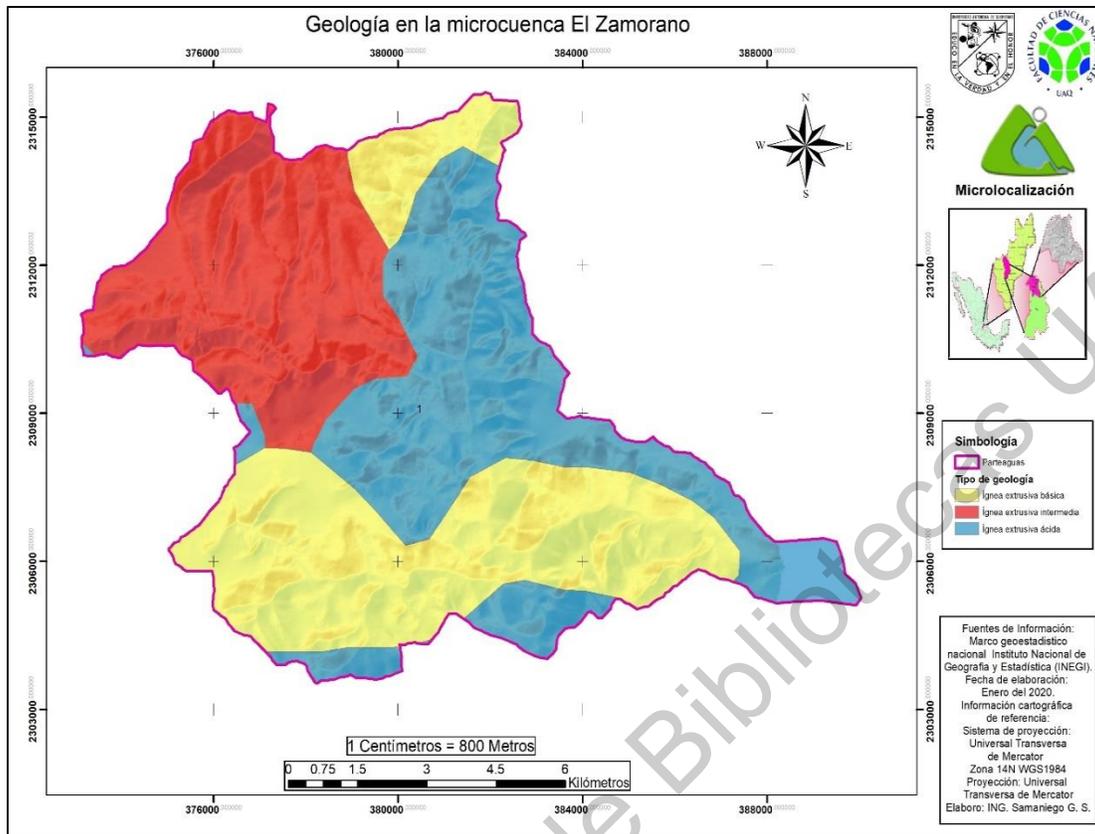


Figura 9. Geología de la microcuenca El Zamorano.
 Fuente Elaboración con información del (INEGI, 1974).

Vegetación.

En la microcuenca se cuenta con ocho tipos de vegetación descritos con base en la guía para interpretación de cartografía y uso del suelo y vegetación, consultada en (INEGI, 2017), estos incluyen tres tipos de bosque templado, donde podemos observar: pino, encino y oyamel, que juntos cubren el 19.6% de la superficie total de la microcuenca, se encuentran ubicados en las zonas de mayor elevación, en la zona norte del ejido Patria, existen algunas aglomeraciones de pinos en la zona media de la microcuenca, en la localidad del Fuenteño, pero derivado de las entrevistas realizadas y su distribución espacial, se concluyó que pertenecen a trabajos de reforestación.

También se encuentran tres tipos de matorral que corresponden a: matorral subtropical, matorral crasicaule y el chaparral, este tipo de vegetación cubre la mayor extensión de la microcuenca, abarcando el 68.7% de la superficie, los dos primeros tipos se concentran en la zona funcional media, y el de tipo chaparral abarca la zona baja.

La vegetación de tipo pastizal cubre el 3.7% de la microcuenca y corresponden a pastizales inducidos para realizar aprovechamientos pecuarios

extensivos de baja escala; menos del 1% de la superficie de la microcuenca está desprovista de vegetación y se encuentra en el territorio del Ejido Patria.

La flora de la microcuenca El Zamorano, comprende 311 especies, 6 de las cuales se ubican en las mayores altitudes y son consideradas con diferentes estatus en la NOM-059-2010 (A. Fernández, 2009); en la Figura 10 se muestra de manera gráfica la distribución de los diferentes usos de suelo presentes en el territorio.

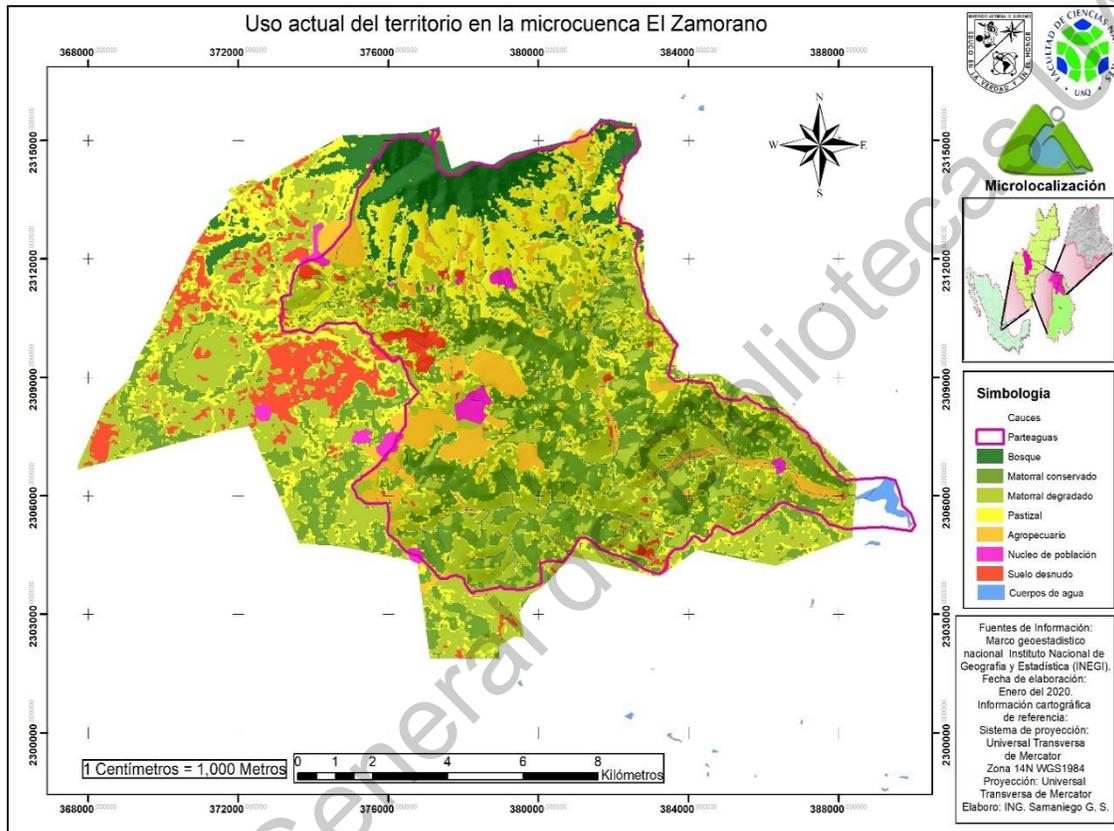


Figura 10. Uso actual del territorio en la microcuenca El Zamorano.
 Fuente: Elaboración con la información modificada del (USGS, 2015).

Caracterización socioeconómica.

La Microcuenca El Zamorano cuenta con una población total de 2,733 habitantes, censados por INEGI el año 2010, el 95.5 % pertenece nueve localidades, y el restante 4.5% se encuentra distribuido en 11 caseríos aledaños.

Se considera relevante señalar que el 26. 7% de los pobladores pertenecen al Ejido El Coyote, cuyos núcleos poblacionales se encuentran fuera de la delimitación natural de la microcuenca El Zamorano, pero su territorio ejidal abarca porciones dentro de la zona de estudio, por este motivo se consideró pertinente contemplar a esta población en la totalidad de los trabajos realizados. En la Figura 11 se muestra la cantidad de habitantes por cada localidad y en la Figura 4, se muestra la localización espacial de los centros de población.

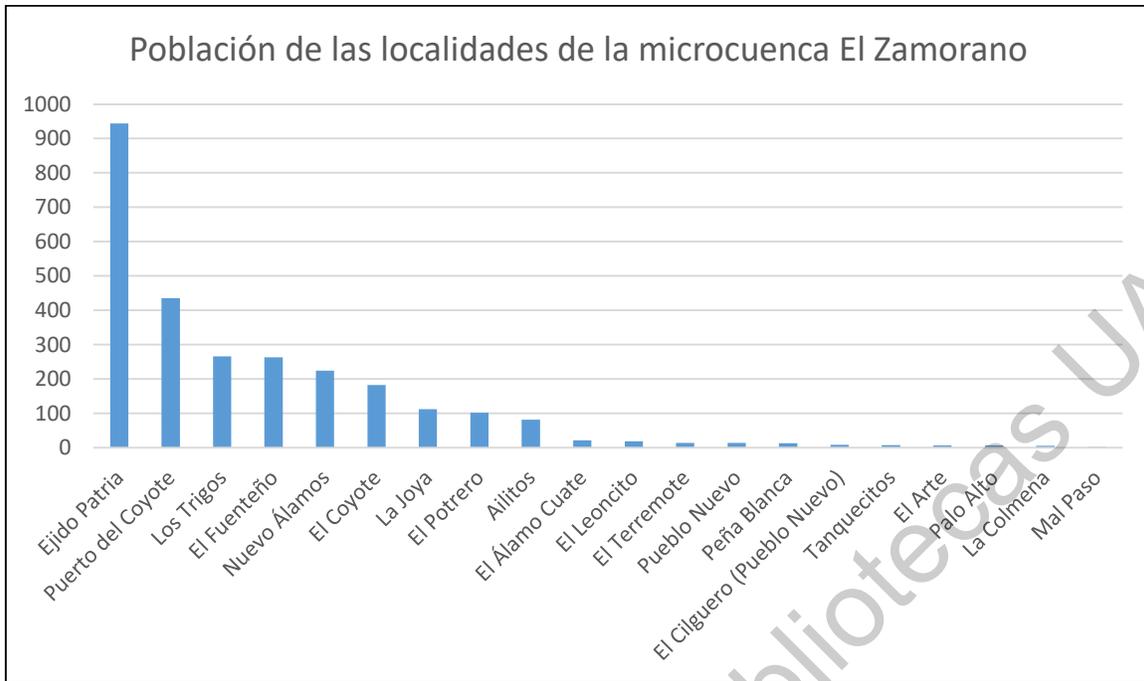


Figura 11. Población de las localidades de la microcuenca El Zamorano.
Fuente: Elaboración con información del (INEGI, 2013)

La superficie total de los ejidos que pertenecen a la cuenca, es de 143.74 km², teniendo en cuenta que la población total es de 2733 habitantes, la densidad de población es de 19.01 hab/km². La relación de sexo es de 52% hombres y 48% mujeres; en la Figura 12 se muestra la distribución de la población por rango de edad, donde se puede observar que los habitantes son predominantemente jóvenes.

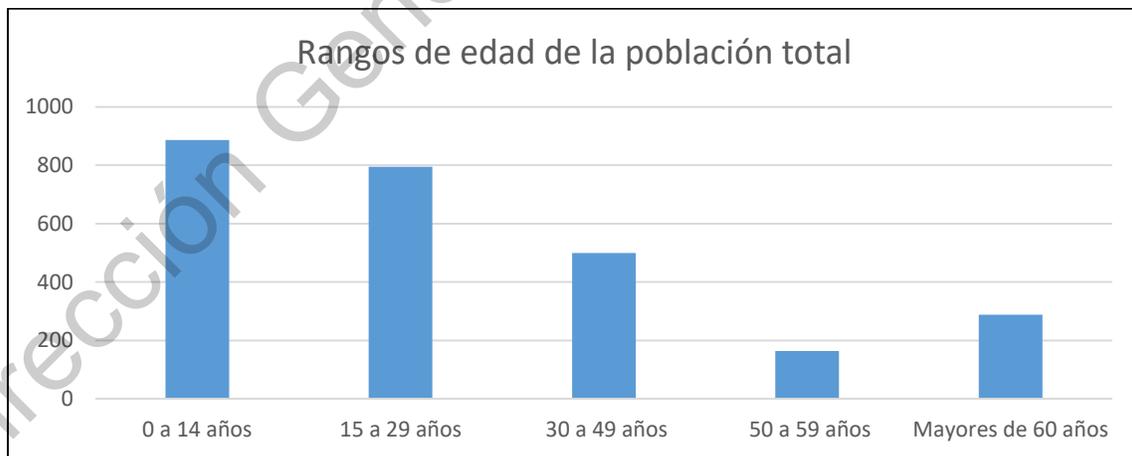


Figura 12. Distribución de la población por rango de edad.
Fuente: Elaboración con información del (INEGI, 2013)

En la

Tabla 4 se puede apreciar el estatus social de cada localidad, más del 80% de las localidades se encuentran alto grado de marginación y el resto se son de marginación muy alta y media, en cuanto al grado de rezago social publicado por el CONEVAL, una localidad se encuentra en rezago bajo y el resto en niveles de rezago medio y alto, lo que se debe principalmente a la escases de servicios de salud, educación e infraestructura de drenaje, transporte y comunicación.

Se cuenta con cuatro registros de personas hablantes de lengua indígena, en su totalidad pertenecen a la localidad de Ejido Patria, tres son mujeres y uno es hombre, las cuatro personas también hablan el idioma español, por cuestiones de confidencialidad de datos no se cuenta con registros de rangos de edad.

Tabla 4. *Estatus social por localidad.*

Localidad	Grado de marginación	Grado de Rezago Social CONEVAL
Ejido Patria	Alto	Medio
Puerto del Coyote	Alto	Bajo
Los Trigos	Alto	Bajo
El Fuenteño	Alto	Medio
Nuevo Álamos	Alto	Medio
El Coyote	Alto	Medio
La Joya	Muy alto	Alto
El Potrero	Alto	Medio
Ailitos	Alto	Medio
El Álamo Cuate	Muy alto	Alto
Tanquecitos	Alto	Medio

Fuente: *Elaboración con información del (INEGI, 2013)*

En la Tabla 5, se puede observar la cantidad de población de tres a catorce años que asiste a la escuela, y su proporción con respecto al total de la población de cada localidad.

Tabla 5. *Población de 3 a 14 años que asiste a la escuela.*

Localidad	Población de 3 a 14 años que asiste a la escuela	Porcentaje respecto a la población total
Ejido Patria	248	26.27
Puerto del Coyote	102	23.39
Los Trigos	74	27.81
El Fuenteño	73	27.75
Nuevo Álamos	47	20.98
El Coyote	32	17.48
La Joya	33	29.46
El Potrero	16	15.68
Ailitos	17	20.73
El Álamo Cuate	0	0

Fuente: *Elaboración con información del (INEGI, 2013)*

En la Figura 13, podemos observar la comparación de nivel de alfabetización en cada localidad, las dos localidades que presentan mayor nivel de analfabetismo son El coyote y El Potrero, contando con un porcentaje de 20.76 y 20.58 respectivamente, la localidad que presenta menor índice de analfabetismo es Ejido Patria, con 6.9 %.

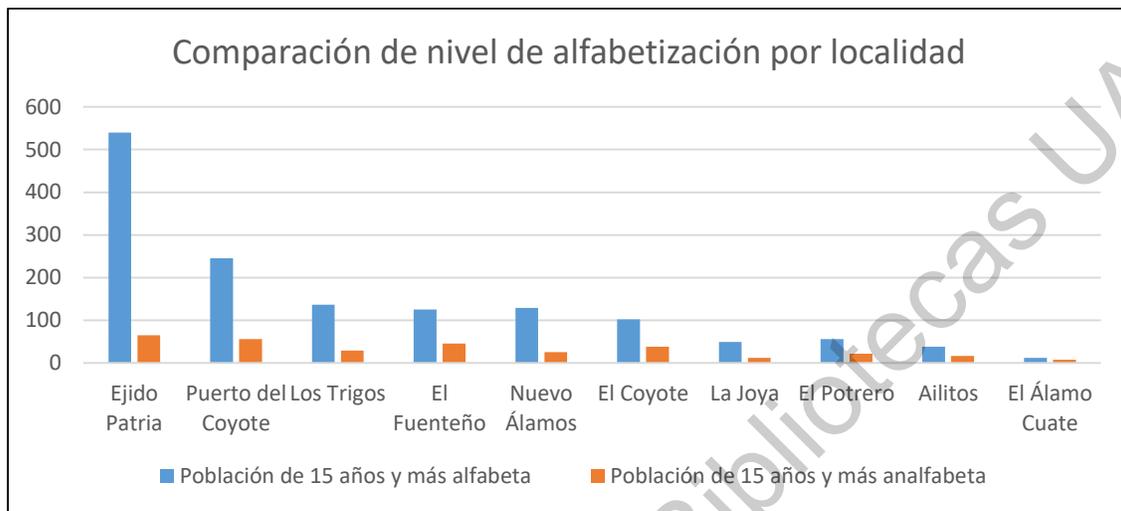


Figura 13. Comparación de nivel de alfabetización por localidad.
Fuente: Elaboración con información del (INEGI, 2013).

En la Figura 14, se puede observar la comparación de personas analfabetas, de cada localidad, desagregados por sexo, en la mayoría de localidades la mayor parte de personas analfabetas son mujeres, en la localidad de Ailitos la proporción es igual y en la localidad El Álamo Cuate es mayor la cantidad de hombres que son analfabetas.

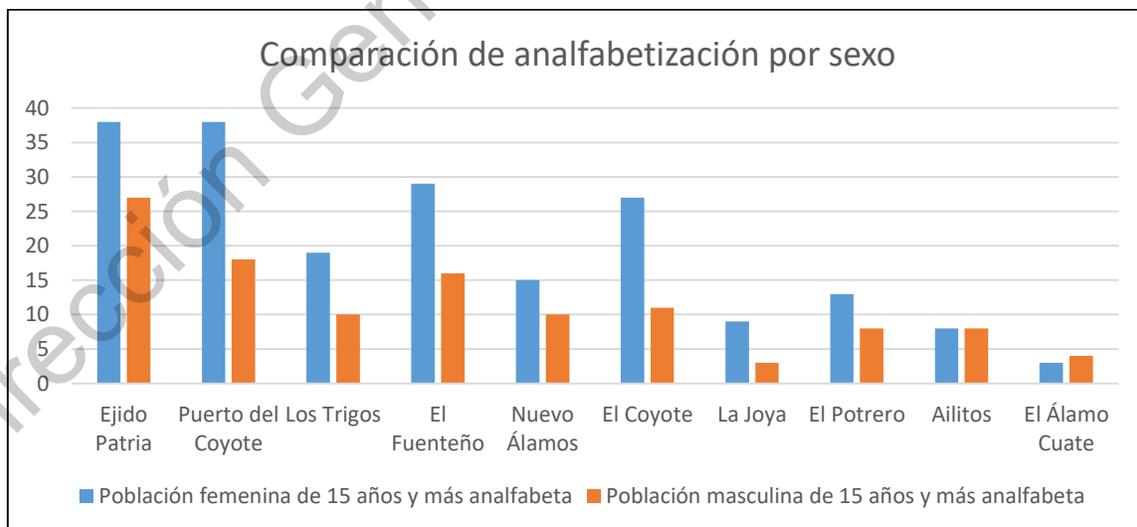


Figura 14. Comparación de analfabetismo por sexo de cada localidad.
Fuente: Elaboración con información del (INEGI, 2013).

En la Tabla 6 se compila la cantidad de personas de cada localidad que cuenta con al menos un grado cumplido en la educación media superior, en la columna de porcentaje se detalla la porción de la población que representan, la localidad con mayor proporción es El Álamo Cuate, y las que menor proporción presenta, son La joya y El potrero.

La localidad de Trigos es la única que presenta registros de personas con nivel superior concluido, contando con tres personas profesionistas.

Tabla 6. *Personas con al menos un grado cumplido en educación media superior*

Localidad	Población de 18 años y más con al menos un grado de estudio en educación media superior	Porcentaje del total de población
Ejido Patria	31	3.28
Puerto del Coyote	41	9.40
Los Trigos	12	4.51
El Fuenteño	13	4.94
Nuevo Álamos	9	4.01
El Coyote	14	7.65
La Joya	0	0
El Potrero	0	0
Ailitos	3	3.65
El Álamo Cuate	3	13.63

Fuente: *Elaboración con información del (INEGI, 2013).*

La migración registrada en el censo de población se encuentra en el orden del 2% al 5%, en cuanto a residencia y procedencia de los habitantes de las localidades casi en su totalidad nacieron en el estado de Querétaro. En la Tabla 7, se muestran los datos correspondientes a la población económicamente activa, el porcentaje varía en cada localidad, se puede observar que el rango va del 28% al 54%.

Tabla 7. *Población económicamente activa*

Localidad	Población Total	Población Económicamente activa	Porcentaje de la población total
Ejido Patria	944	316	33.47
Puerto del Coyote	436	125	28.66
Los Trigos	266	83	31.20
El Fuenteño	263	73	27.75
Nuevo Álamos	224	79	35.26
El Coyote	183	68	37.15
La Joya	112	36	32.14
El Potrero	102	49	48.03
Ailitos	82	27	32.92
El Álamo Cuate	22	12	54.54

Fuente: *Elaboración con información del (INEGI, 2013).*

El capítulo de métodos y herramientas consiste en la descripción de los procedimientos utilizados para poder cumplir con los objetivos de la investigación, a continuación, se presenta un esquema en el que se pueden apreciar las técnicas utilizadas.

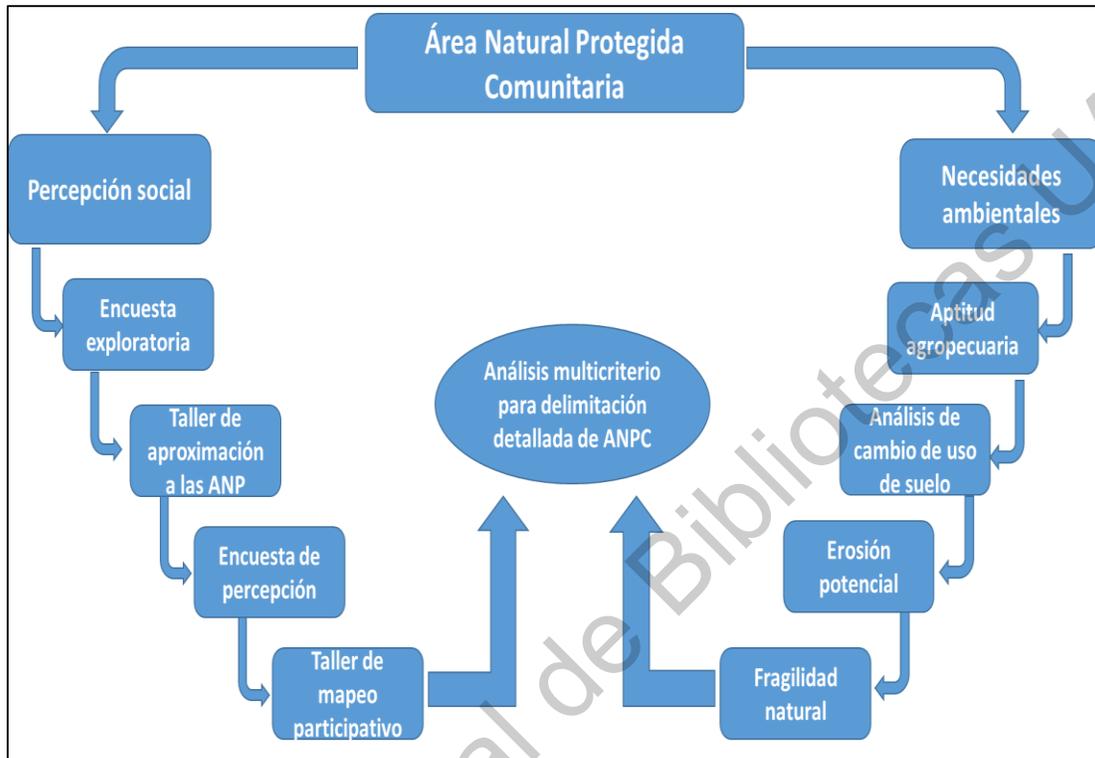


Figura 15. Esquema metodológico de la investigación
Fuente: Elaboración propia.

4.2.- Conociendo la percepción local a través de técnicas cualitativas

Para conocer la percepción de las personas es necesario aplicar instrumentos que permitan acceder de modo indirecto a dicho proceso hipotético, por medio de inferencias realizadas a partir de datos objetivos (Arias, 2006). Las principales dificultades que se presentan en los estudios de tipo cuantitativo provienen de la naturaleza de las repuestas, que se encuentran condicionadas por diferentes factores, en los que se encuentran: el aprendizaje, la memoria, la motivación, la emoción.

Derivado de observaciones directas, realizadas en recorridos exploratorios en las localidades que conforman la microcuenca, se contempló la probabilidad de que los habitantes no cuenten con claridad en el concepto e implicaciones respecto a la figura legal de ANP, por lo que se encuestaron a 35 habitantes de la microcuenca, para documentar el conocimiento respecto al concepto de ANP, la percepción que poseen respecto a la condición ambiental de su entorno y si consideran pertinente realizar conservación de los recursos naturales.

Posteriormente y al realizar el análisis de los resultados obtenidos en la aplicación de encuestas, se consideró pertinente realizar en cada localidad talleres de aproximación en los que se desarrollaron los conceptos de ANP y sus implicaciones de decreto; seguido del taller se aplicó la segunda encuesta a 92 personas, en la que el objetivo consistió en conocer si las personas comprendían las implicaciones del establecimiento de un ANP, así como si estarían dispuestas a que se decretará una en su territorio.

Finalmente, en las localidades donde fue positiva la respuesta sobre el establecimiento de un ANP, se realizó el taller de mapeo participativo, con el objetivo de conocer las zonas del ejido que las personas estarían de acuerdo en contemplar como zona de conservación.

Percepción local sobre las ANP a través de encuestas.

Realizar investigación sobre el entendimiento y la percepción de las condiciones de la naturaleza por parte de los habitantes de un territorio, sirve para comprender las dinámicas de relación sociedad-medio ambiente, que se desarrollan en la microcuenca (Aboytes, 2008).

El diseño se realizó tomando en cuenta la metodología descrita por (Ortega, 2009), en la que se utilizó la encuesta semi-estructurada como herramienta principal de trabajo, al ser considerada una de las técnicas de mayor confiabilidad en las investigaciones cualitativas, según (Tafur, 2005) la encuesta es la herramienta adecuada para la obtención de información directamente de los actores.

En esta fase inicial primero se realizó una aproximación con autoridades locales, que para la microcuenca El Zamorano son los comisarios ejidales, en este primer acercamiento se conversó con los comisarios de cada ejido, para compartir con ellos el objetivo de la investigación y pedir su apoyo para corregir la encuesta, se tuvo la oportunidad de reunirse con un total de seis comisarios.

El objetivo de la primera aproximación consistió en solicitar autorización para realizar la encuesta a una primera muestra de la población; durante la conversación se describieron los objetivos del trabajo de investigación, la información que se buscaba obtener con la encuesta y una retroalimentación hacia el diseño de las preguntas, así como el orden y el lenguaje que se utilizaría.

La fase de retroalimentación con autoridades locales, fue de suma importancia en el diseño de la encuesta, puesto que ayudo a homogenizar el lenguaje, a desechar preguntas que resultaron irrelevantes, y generar empatía para que se permitiera el acceso a las localidades.

Durante esta etapa de sondeo y acercamiento con autoridades, se realizaron doce encuestas, repartidas dos en cada ejido, primeramente se conversaba y encuestaba al comisario ejidal y posteriormente se aplicaba el cuestionario a una persona de manera aleatoria; durante esta etapa de aplicación y pruebas, se contó con la asistencia y acompañamiento de un Licenciado en

Antropología y un licenciado en Sociología Rural, cuyo apoyo fue fundamental en la redacción y estructuración del lenguaje utilizado en el cuestionario.

Al ser denotadas las inconsistencias en el diseño de la encuesta, se procedió a su corrección y su posterior aplicación en las fechas acordadas con las autoridades, que permitieron el acceso a las localidades, para así encuestar al 10% aproximado de la población elegible que consistió en personas mayores de 18 años que llevaran más de diez años viviendo en la localidad.

La versión final de la encuesta aplicada en las localidades se presenta como anexo “9.1. Cuestionario aplicado en la etapa exploratoria de la percepción local.” Consiste en un cuestionario estructurado de la siguiente manera:

Sección I. Identificación del sitio: Es información que captura el encuestador de manera autónoma, consiste en fecha, nombre de la localidad, coordenadas y características sobresalientes del sitio de realización de la encuesta.

Sección II. Características de la persona encuestada: son preguntas relacionadas a las características personales del encuestado, donde se preguntan siete componentes que van de sexo, edad al grado de alfabetización y tiempo de residencia en la localidad.

Sección III. Percepción sobre los recursos naturales de su localidad: esta sección consiste en cuatro preguntas abiertas y tres preguntas de opción múltiple, donde se busca conocer cómo se relaciona el encuestado con su entorno natural y que partes considera más importantes.

Sección IV. Conocimiento personal acerca de las ANP: consta de tres preguntas abiertas y tres preguntas de opción múltiple, las preguntas fueron diseñadas para saber si las personas conocen sobre el concepto legal de la ANP, las implicaciones en manejo de los recursos naturales que implica su establecimiento y la existencia de un ANP contigua a su microcuenca.

Sección V. Pertinencia del establecimiento de un ANP: cuenta con seis preguntas de opción múltiple y siete preguntas de respuesta abierta, en esta sección se plantean preguntas sobre los lugares que le gustaría conservar de su ejido y cuestionamientos sobre la aceptación de un ANP, así como si conocen las implicaciones de uso y legales del establecimiento de una zona de conservación.

Sección VI. Saberes personales sobre las cuencas: esta sección está compuesta por doce preguntas de opción múltiple y cuatro de respuesta abierta, con las que se obtuvo información sobre la percepción del concepto de cuenca, el conocimiento de los pobladores sobre los talleres que ha realizado la Universidad Autónoma de Querétaro, así como la participación personal en proyectos productivos y obras de conservación de suelos, para finalizar con preguntas relacionadas a la mejor ubicación que ellos considerarían en caso de que se decretará un ANPC.

Posterior a la aplicación de las encuestas, y al realizar el análisis de las respuestas que proporcionaron los habitantes, se procedió a diseñar un taller explicativo, en el que se presentaron conceptos relacionados con las ANP, que fue complementado con el manejo de cuencas, para posteriormente aplicar otras herramientas de análisis cualitativo.

Taller de aproximación al concepto de ANP.

En los recorridos exploratorios realizados en la microcuenca El Zamorano, y como resultado de la aplicación de encuestas, se observó que los habitantes de las localidades de la microcuenca, no cuentan con claridad en el concepto de ANP, y del manejo integrado de cuencas.

Por las razones anteriores se consideró necesario compartir información que apoye la toma de decisión, ya sea de aceptación o rechazo respecto a un ANP, por lo que se contempló la impartición de talleres de aproximación a estos conceptos, y así posteriormente las personas pudieran emitir una opinión más fundamentada sobre el tema.

Los principales conceptos que se expusieron han sido seleccionados en función de los recorridos exploratorios y son: los recursos naturales, la importancia de su conservación, las áreas naturales protegidas, los diferentes tipos de ANP, los requerimientos en superficie, tiempo que abarca el decreto y las implicaciones en el manejo del territorio, haciendo énfasis en la limitaciones que representa para las actividades de producción primaria convencionales y en los beneficios económicos de ofertar servicios turísticos de bajo impacto ambiental.

El taller de aproximación consistió en una breve exposición donde se expusieron los conceptos necesarios para la comprensión del establecimiento de un ANP; la estructura de la presentación es la siguiente:

- Descripción del taller: En el primer dialogo, se expusieron los contenidos de la presentación, el objetivo y las etapas que se abordarían.
- Recursos naturales: Como resultado de la primera encuesta, se observó que los habitantes reconocen a la naturaleza como parte esencial de su vida, por lo que se describieron los recursos naturales con los que cuenta su territorio.
- Áreas Naturales Protegidas: Se describió que son las ANP y las características del territorio en el que se pueden decretar.
- Tipos de ANP: Una vez que las personas confirmaron haber comprendido el concepto de ANP, se les describió los tipos de ANP que existen.
- Propuesta académica: Se expuso el objetivo de la investigación y se adquirió el compromiso de proporcionar la información generada para su utilización en la microcuenca.

- Implicaciones de un ANP: en esta sección se presentó una tabla con las implicaciones en el uso del territorio que ocuparía el ANP, las actividades que se pueden realizar y las limitaciones que conlleva, así como las actividades que si se pueden realizar y el tiempo mínimo de decreto.
- Programas a los que se puede acceder: Para finalizar la presentación se presentó un compendio de los programas gubernamentales que se aplican a las zonas de protección.

Los talleres se realizaron en tres de los seis ejidos, la fecha de realización se acordó con las autoridades ejidales, que permitieron se realizará el taller inscribiéndolo en el orden del día de la última asamblea ejidal del año 2014 y en un ejido en la primera asamblea del año 2015, los talleres se presentaron a los ejidatarios que se asistieron a las asambleas, puesto que ellos son los principales poseedores del territorio y pueden tomar decisión de las acciones que en él se realicen; cada taller tuvo una duración aproximada de 40 minutos, en los que el expositor interactuaba con los asistentes para resolver las dudas que surgieron.

Posterior al taller de aproximación se realizó un cuestionario con el objetivo de conocer el grado de asimilación de la información proporcionada.

Cuestionarios de monitoreo de la percepción respecto a las ANP.

Después de realizar el taller de aproximación a las ANP, se aplicó un cuestionario en el que se documentó el conocimiento local referente a los recursos naturales las ANP, y la efectividad del taller de aproximación a las ANP, y conocer cuál es la disposición al establecimiento, una vez que ya conocieron las implicaciones.

El cuestionario se aplicó a los asistentes del taller, quienes principalmente son los ejidatarios y vecindados de cada ejido, siendo tres ejidos y un total de 91 personas encuestadas.

La estructura del segundo cuestionario es similar a la de la primera encuesta, solo que en esta ocasión las preguntas son más directas y enfocadas a conocimientos específicos. A continuación se detalla el contenido de la encuesta, la cual se puede consultar en su totalidad en el Anexo 8.2 9.2. Cuestionario aplicado después del taller de aproximación a las ANP:

Sección I. Identificación del sitio: incluye los apartados de Fecha y nombre de la localidad.

Sección II. Características de la persona encuestada: en esta sección se incluyen preguntas de identificación como son: sexo, edad, alfabetización, si es ejidatario y tiempo de residencia en la localidad.

Sección III. Percepción sobre los recursos naturales de su localidad: se realizan preguntas sobre la manera en la que perciben la naturaleza de su localidad,

el estado de conservación, así como la importancia que se le da a los recursos naturales.

Sección IV. Conocimiento personal acerca de las ANP: consiste en tres preguntas abiertas y tres de opción múltiple, en las que se pide describan con sus palabras que entienden por ANP, las actividades que se realizan en su interior, si estarían o no de acuerdo en que se estableciera una en su ejido y de ser afirmativa la respuesta en qué lugar considera mejor su establecimiento.

La aplicación del cuestionario se realizó de manera asistida por el expositor del taller y los asistentes técnicos, puesto que, al repartir los cuestionarios, varios participantes expresaron no saber leer y escribir, se les brindó apoyo y se aclararon dudas de manera personal, ya que dichas personas mostraban timidez para expresar sus inquietudes en público.

Una vez aplicado el cuestionario, se procedió a preguntar si estarían de acuerdo en que se estableciera un ANP en su territorio, y en caso de ser afirmativa la respuesta se procedió al planteamiento del taller de mapeo participativo.

Taller de mapeo participativo.

El mapeo participativo es una estrategia de investigación geográfica, que sirve para entender cómo se da la interacción con los recursos naturales por parte de las personas que habitan las localidades, esto permite desarrollar una planificación basada en la experiencia de los habitantes. El proceso consiste en la elaboración de mapas temáticos por parte de las personas, para que en ellos plasmen las características que ellos consideren representativas de su territorio; los mapas reflejarán una fracción del conocimiento que los habitantes tienen de su espacio vital (Hernández, 2017).

La justificación del taller de mapeo participativo surge en el marco del segundo objetivo específico, en el que se delimitaran las zonas socialmente pertinentes para la conservación.

Para desarrollar el taller de mapeo participativo se llevaron a cabo los siguientes pasos:

1. Diseño de los mapas temáticos: Para elaborar los mapas temáticos se utilizó la cartografía base de la microcuenca El Zamorano, donde se incluyeron las siguientes capas:
 - a. Localidades rurales tomado de (INEGI, 2013).
 - b. Curvas de nivel extraídas del modelo de elevación digital escala 1:50,000, proporcionado por (INEGI, 2003), para decidir la equidistancia de las curvas de nivel que se colocarían en el mapa temático de cada ejido, se tomó en cuenta la variación altitudinal del total del territorio ejidal, realizando pruebas a distintas equidistancias, con el objetivo de evitar la saturación visual del mapa, y que fuera de mayor comprensión para los asistentes del taller.

- c. Carreteras escala 1:50,000, tomado del conjunto de datos vectoriales de las cartas topográficas del estado de Querétaro (INEGI, 2011).
- d. Ríos y cuerpos de agua tomado del conjunto de datos vectoriales escala 1:50,000 de la red hidrológica # 26 (INEGI, 2010).
- e. Conjunto vectorial de superficie ejidal nacional.

Los mapas temáticos fueron impresos en tamaño doble carta, con el objetivo de que fueran trabajados de manera cómoda, en equipos pequeños y no fuera complicada su manipulación.

2. Al finalizar la aplicación de las encuestas respectivas del taller de aproximación al concepto de ANP, se procedió a explicar el objetivo del taller de mapeo participativo, que consiste en: Plasmar en el mapa temático las zonas del ejido, que los participantes del taller consideran pertinentes para ser conservadas bajo la figura legal de ANP.
Adicionalmente, fueron mostrados los mapas temáticos a los asistentes, se les explico el significado de la simbología, y se resolvieron dudas respecto a la ubicación de la localidad, las distancias y la orientación del mapa.
3. Una vez que ya no existían dudas y los asistentes se encontraban familiarizados con el mapa temático, se formaron equipos de manera aleatoria, principalmente respondía a grupos de interés que ya estaban establecidos en cada localidad, para esto se respetaron sus maneras organizacionales.
4. Al estar conformados los equipos, el expositor abandono la sala del taller, con el objetivo de causar la menor interferencia posible y que la decisión de las zonas fuera completamente responsabilidad de cada equipo.
5. Una vez que todos los equipos concluyeron la etapa de dibujo, se permitió el ingreso al aplicador del taller para que recogiera los mapas y así poder realizar su posterior análisis.

El taller de mapeo participativo fue aplicado en tres de los seis ejidos de la microcuenca con las personas que asistieron al taller de aproximación al concepto de ANPC y consensuaron su participación.

En un ejido no se logró concertar el taller de aproximación a las ANP, las autoridades locales, acompañadas de su mesa directiva realizaron el dibujo de las zonas de interés para la conservación.

De los polígonos obtenidos se realizó el cálculo del radio promedio siguiendo la metodología propuesta por (I-ciencias, 2014), posteriormente se multiplico por el factor del 10% acumulativo para cada anillo concéntrico.

Los anillos concéntricos se realizaron con la herramienta “buffer”, se categorizaron de la siguiente manera:

- Zona núcleo dibujada en el taller: Muy alta viabilidad social para establecer un ANP.

- Primer anillo con factor del 10%: Alta viabilidad social para establecer un ANP.
- Segundo anillo con factor del 20%: media viabilidad social para establecer un ANP.
- Tercer anillo con factor del 30%: Baja viabilidad social para establecer un ANP.
- Cuarto anillo con factor del 40%: Muy baja viabilidad social para establecer un ANP.

Posteriormente los anillos obtenidos fueron recortados con el polígono de superficie de cada ejido, para evitar la invasión de territorios ajenos y asegurar que solamente se ubicaran en los límites ejidales del lugar donde se desarrolló el taller de mapeo participativo.

4.3.- Obtención de zonas ambientalmente pertinentes para la conservación.

En esta etapa se utilizaron los métodos que a continuación se describen, que en conjunto permitieron el análisis de las características ambientales de la microcuenca, el desarrollo de estos procedimientos principalmente se realizó mediante la utilización de sistemas de información geográfica (SIG).

Los procedimientos que se utilizan son las siguientes:

- Aptitud del uso del territorio, que se divide en aptitud agrícola y pecuaria: Se determinó con el objetivo de conocer las zonas del territorio que son aptas para realizar actividades productivas primarias, y así poder excluirlas de las zonas que conformarían la ANP, puesto que, por regulaciones legales, es limitado el tipo de actividades que se pueden realizar dentro de las ANP.
- Análisis de cambio de uso de suelo: Por medio de las diferencias encontradas al contrastar dos imágenes satelitales, que proceden de diferentes épocas, una primera del año 1986 y otra para el año 2015, de esta manera se pudo observar de manera cualitativa y cuantitativa las tendencias del cambio uso del suelo dentro de la microcuenca.
- Zonas propensas a la pérdida de suelo: la metodología utilizada, para determinar las zonas que son más propensas a perder suelo, se llama erosión potencial, el objetivo de utilizarla es conocer las partes del territorio que son más propensas a sufrir procesos de degradación por pérdida de suelo, con esta información, se puede proponer la conservación o rehabilitación de la cobertura vegetal en estas zonas, y con esto evitar la degradación y pérdida de suelo, además de reducir la velocidad de asolvamiento en la presa de La Soledad.
- Zonas con mayor fragilidad ambiental: La fragilidad ambiental se determinó mediante tablas de correlación entre la sensibilidad conjunta de los componentes naturales, principalmente relieve-pendiente-suelo-vegetación, el objetivo fue conocer las zonas de mayor fragilidad, y así incluirlas como prioritarias en el esquema de conservación.

A continuación, se describe la metodología detallada, que fue utilizada para obtener los mapas resultantes de cada herramienta de análisis ambiental.

Determinación de la aptitud del uso del territorio.

El territorio posee distintos tipos de suelos y usos que se dan a los mismos, cada unidad de suelo tiene distintos niveles de capacidad para soportar las actividades que se realizan, la metodología empleada para la elaboración del mapa de aptitud territorial se obtuvo de la Guía metodológica para el programa estatal de ordenamiento territorial, que fue presentada en el año 2000 (Zeballos, 2000), donde los niveles de potencialidad se expresan en clases o categorías, desde la máxima potencialidad, sin limitantes; hasta la mínima o nula potencialidad, con limitantes importantes.

Se consideró imperante realizar el mapa de aptitud agrícola y aptitud pecuaria de la microcuenca El Zamorano, puesto que, en el análisis socioeconómico, realizado a los centros de población se vislumbró la importancia de las actividades económicas primarias, al ser el sustento principal de los habitantes de la microcuenca, por lo que al proponer un ANP, no se deben incluir los terrenos aptos para realizar actividades agrícolas o pecuarias; puesto que una vez decretado el espacio para entrar en el esquema legal de ANP, no se podrán realizar actividades extractivas primarias dentro de su territorio.

Los insumos principales para la obtención de los mapas de aptitud son:

- 1) Mapa de unidades taxonómicas de suelos
- 2) Mapa de pendientes
- 3) Mapa de humedad del suelo
- 4) Mapa de fases físico-químicas del suelo

La manipulación de la información contenida en las bases de datos de las capas, se realizó mediante la aplicación de árboles de decisión, contenidos en la Guía metodológica para el programa estatal de ordenamiento territorial, que muestran los criterios o parámetros que debe contener cada clase de capacidad, sea ésta agrológica o pecuaria.

Cada parámetro está relacionado con los otros a través de algunos conectores lógicos, principalmente “y” y “o”. Cuando se utiliza y se indica que se requiere de dos o más condiciones para cumplir con los requisitos de la clase ($a+b=c$), y cuando se utiliza o muestra que basta una sola condición para completar la clase ($a=c$ ó $b=c$), esto es, el conector “o” señala una condición más.

A continuación, se presenta el árbol de decisión utilizado para determinar las clases de aptitud del uso agrícola.

CLASE 4.- Son suelos de muy baja o nula calidad agrológica, en muchas ocasiones inadecuadas para esta actividad. Poseen suelos muy someros (litosoles), o fases líticas, con alta pedregosidad superficial que impide la penetración de raíces al suelo. Pueden tener pendientes superiores a 25°, con alta susceptibilidad a la erosión hídrica. Las actividades agrícolas que se efectúan en suelos de esta clase generalmente tienen rendimientos muy bajos, y no es posible efectuar técnicas para aprovechar intensivamente los suelos; o bien, requieren de insumos en cantidades y costos muy elevados.

Dentro de la microcuenca El Zamorano, la actividad pecuaria representa una de las principales actividades económicas, por lo que se calculó el mapa de aptitud pecuaria, que sirve para conocer las diferentes capacidades de producción ganadera de la microcuenca, y con ello dejar fuera de la propuesta de ANP las mejores zonas para la actividad pecuaria.

Para las actividades pecuarias se tienen 4 clases, considerándose limitantes como: pendientes fuertes, presencia de suelos salinos o sódicos que usualmente dan lugar a especies poco o nulamente apetecibles, suelos someros que limitan la regeneración natural de la vegetación, y suelos inundados. En este último aspecto, cabe mencionar que en suelos que se inundan únicamente durante una época del año se pueden tener pastos de buena calidad para el pastoreo.

A continuación, se presentan los criterios para determinar las clases de capacidad pecuaria mediante un árbol de decisión.

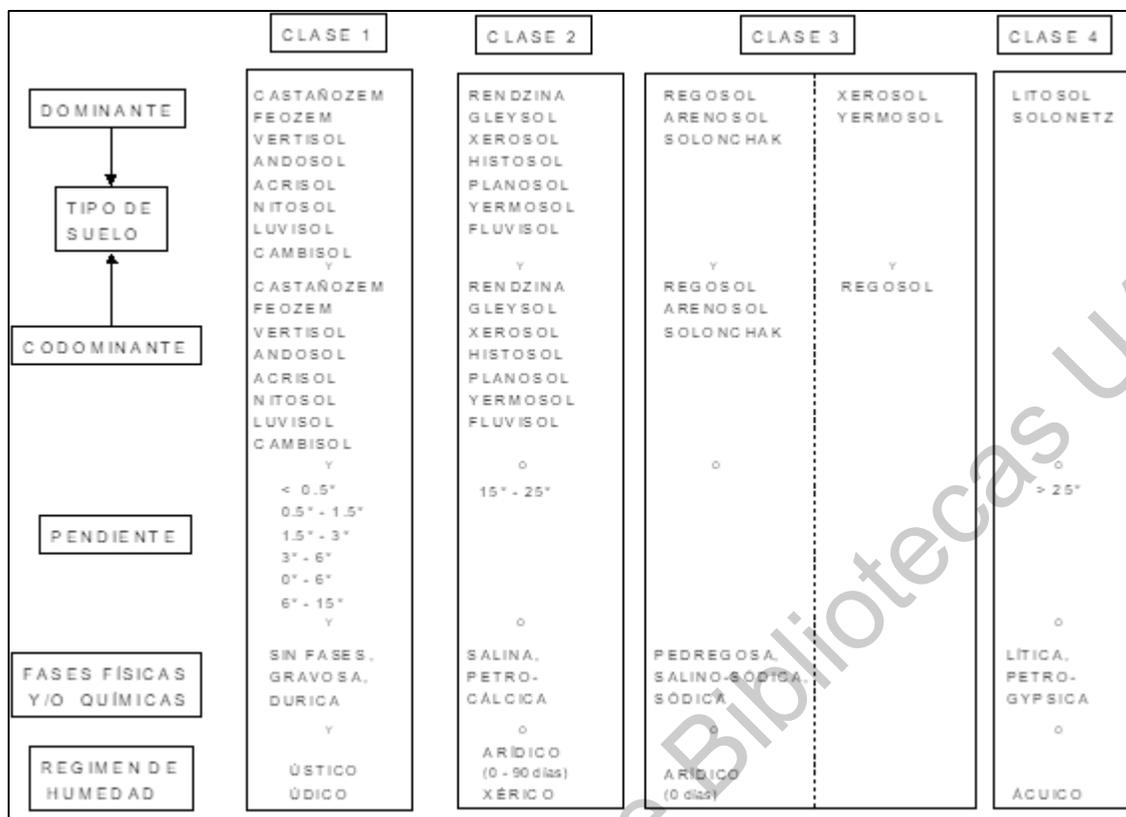


Figura 17. Árbol de decisiones para la capacidad pecuaria.

Fuente: Tomado de (Zeballos, 2000).

La interpretación de las capacidades de cada clase se presenta a continuación:

CLASE 1.- Los suelos de esta clase presentan características que permiten el desarrollo de actividades de pastoreo, ya que son suelos con poca o nula pendiente, con tipos de suelos que permiten el crecimiento de buenos pastos para el ganado, etcétera, esto permite que la actividad pecuaria que se lleve a cabo en áreas incluidas en esta clase, no requieran de un alto grado tecnificado o algún otro tratamiento para su utilización. Las características de los suelos consideradas para esta clase son las siguientes.

CLASE 2.- Dentro de esta clase se incluyen suelos que por sus características necesitan de técnicas de bajo costo para poder llevar a cabo pastoreo o suelos que pueden ser utilizados por cierto tipo de ganado. Algunas técnicas que se podrían aplicar para suelos con esta clase son: tratamiento de pastizales, rotación de potreros, irrigación, etcétera.

CLASE 3.- Los rasgos que definen esta clase presentan limitantes que obligan al uso altamente tecnificado para poder aprovechar los suelos que pertenecen a esta clase, lo cual se refleja en un alto costo económico y/o deterioro para llevar a cabo esta actividad. Pueden aplicarse técnicas como lavado de suelos,

rotación intensiva de potreros, limpieza de los terrenos, control del número de cabezas, etcétera.

CLASE 4.- Esta clase agrupa suelos con características completamente desfavorables para esta actividad; las limitantes que presentan hace incosteable el aprovechamiento por la producción o por los insumos requeridos, además que pueden generar impactos considerables.

Análisis de cambio de uso de suelo.

Para realizar el análisis de cambio de uso de suelo, se utilizaron imágenes satelitales de distintas épocas, posteriormente se llevó a cabo una comparación visual cualitativa y cuantitativa de la superficie que abarca cada tipo de cobertura de suelo.

Con lo anterior se logró determinar cómo fue el cambio en las diferentes coberturas vegetales, y conocer cuáles son las tendencias de cambio, se utilizaron dos imágenes, obtenidas por los satélites Landsat: El satélite Landsat 5, para el año de 1986 y Landsat 8, para año de 2015.

A continuación, se describen las características específicas para cada escena y para cada banda a utilizar, los datos fueron obtenidos de la página oficial del servicio geológico de Estados Unidos.

Tabla 8. *Características de las imágenes utilizadas.*

Sensor	Escena	Banda 1 (μm)	Banda 2 (μm)	Banda 3 (μm)	Banda 4 (μm)	Banda 8 (μm)
Landsat 5	LT50270461986073XXX09	0.45-0.52	0.52-0.60	0.63-0.69		
Landsat 8	LC80270452015057LGN00		0.45-0.51	0.53-0.59	0.64-0.67	0.50-0.68
Resolución espacial (m)		30	30	30	30	15

Fuente: *Elaboración con la información modificada del (USGS, 2015).*

Para realizar el análisis de cambio de uso de suelo a las imágenes satelitales obtenidas, se deben ejecutar diferentes procesos para corregir factores que limiten la generación de clases de mejor nitidez, y con esto obtener una clasificación de mayor confiabilidad el proceso de clasificación supervisada se realizó siguiendo la metodología propuesta en (UEGPS, 2018).

Las herramientas SIG que se utilizaron para obtener los mapas de uso de suelo para cada año, son los siguientes:

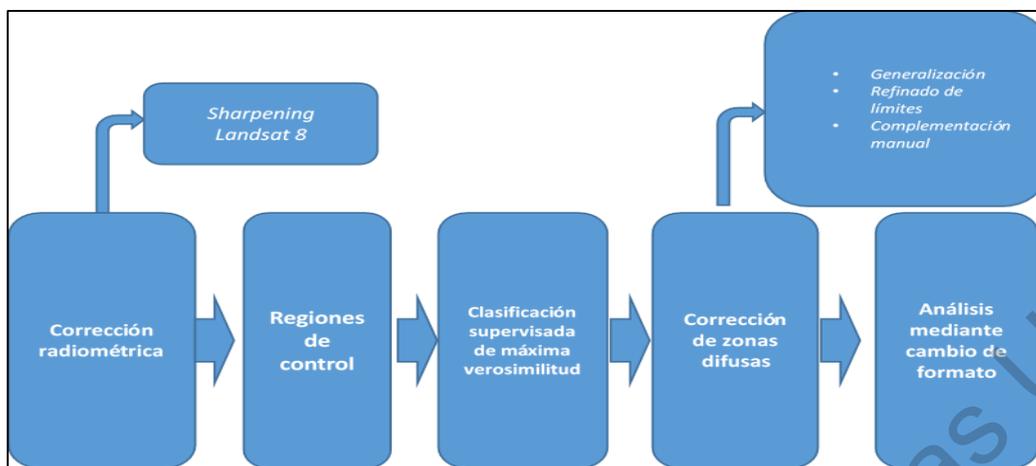


Figura 18. Herramientas para análisis de cambio de uso de suelo.
Fuente: Elaboración propia.

Corrección radiométrica de las bandas a utilizar: El proceso se realizó de manera individual a cada una de las bandas que se utilizaron, esto con el objetivo de corregir el nivel digital de una escena con un factor que considera la variación del flujo solar incidente en esa escena respecto a una escena de referencia.

Esta corrección se realizó con la herramienta “Radiometric Calibration” que se encuentra en la caja de herramientas del software ENVI 5.3. El procedimiento utilizado corresponde al propuesto en (SIG, 2017).

Pan Sharpening: es un método de fusión de imágenes en el que los datos pancromáticos de alta resolución se fusionan con datos multispectrales de baja resolución para crear un conjunto de datos coloreados de alta resolución (L3arris, s/f); este procedimiento se realizó de manera individual a cada banda utilizada para la conformación de la imagen multispectral, el procedimiento para realizar el procedimiento se puede consultar el en (Geomap, 2015).

Regiones de control: mediante polígonos y píxeles de referencia, cuyo objetivo es ubicar espacialmente los diferentes tipos de vegetación, que se identificaron mediante recorridos en campo en la microcuenca, donde se establecieron sitios representativos mediante el uso de GPS y cámara fotográfica, posterior a la realización de los recorridos se elaboraba un mapa de puntos en el que se vaciaban las coordenadas tomadas con el GPS y se comparaba la visualización de la imagen de satélite con la fotografía tomada en cada sitio; de esta manera se obtuvieron las siguientes clases: Bosque, pastizal, matorral conservado, matorral degradado y suelo desnudo, que son citadas en estudios similares por(Valdez et al., 2011).

Clasificación supervisada de máxima verosimilitud: al contar con las regiones de control, se utilizó la herramienta “maximum likelihood classification” del software ENVI 5.3. Esta clasificación supone que las estadísticas para cada clase en cada grupo sean normalmente distribuidas y calcula la probabilidad que un pixel

dado pertenece a una clase específica. El resultado es una imagen en la que los píxeles se agrupan y colorean en función del número de clases propuestas en las regiones de control; se puede consultar el procedimiento para dicha corrección mediante el software ENVI 5.3 en (Ramos, 2016).

A la imagen resultante se le realizó un post-procesamiento para corregir las zonas difusas, píxeles aislados y píxeles que no hubieran sido clasificados correctamente (Arcgis, 2015), las herramientas utilizadas fueron: generalización y refinado de límites, que pertenecen a la caja de herramientas del software Arcgis 10.5. Posteriormente se realizaron correcciones y supervisiones de forma manual, para afinar los detalles en la clasificación.

Una vez que se contaba con las imágenes de cobertura de suelo de ambos años, se realizó un cambio de formato, de raster a vectorial, esto con el objetivo de analizar de manera individual las diferentes zonas generadas, obtener el área que abarca cada clase de cobertura vegetal y poder realizar una matriz de cambio de uso de suelo.

Cálculo de erosión potencial.

El objetivo de realizar este análisis, es conocer las zonas más susceptibles a perder suelo por procesos de erosión hídrica y proponerlas como prioritarias para entrar en un esquema de conservación y con esto preservar la vegetación existente y propiciar la revegetación de las zonas que sean necesarias.

La capacidad potencial que tiene un suelo para favorecer o detener los procesos erosivos está determinada por factores climáticos y físicos, estos pueden ser analizados y cuantificados mediante la ecuación universal de pérdida de suelos en su versión revisada (RUSLE) (Uribe, 2012).

En la RUSLE se consideran los siguientes factores: R: Factor de erosividad de la lluvia, K: Factor de erosionabilidad del suelo, L: Factor de longitud de la pendiente, y S: Factor de grado de la pendiente, con lo que obtenemos la cantidad máxima de erosión anual, donde no se contempla la cobertura vegetal y obras de conservación de suelo. Adicionalmente se pueden añadir el Factor C: manejo y cobertura del suelo, además de Factor P: prácticas de conservación, y con ello realizar una estimación de la cantidad de erosión anual, cuyas unidades son toneladas de suelo perdido por año.

La ecuación se expresa de la siguiente manera:

$$A=R*K*L*S*C*P$$

Donde:

A: Promedio anual de pérdida de suelo (Ton./Ha./año)

R: Factor de erosividad de la lluvia (MJ mm/ha/hr)

K: Factor de erosionabilidad del suelo (Ton./Ha./año)

L: Factor de longitud de la pendiente (Adimensional)

S: Factor de grado de la pendiente (Adimensional)

C: Factor de manejo de cultivos (Adimensional)

P: Factor de prácticas mecánicas de control de erosión (Adimensional)

Los factores RKLS, determinan la influencia de los factores físicos del territorio, generalmente no se pueden modificar mediante acciones antrópicas; de manera aislada, representan la pérdida de suelo que ocurriría en ese lugar si no contase con ningún tipo de cobertura vegetal u obra de conservación; este producto parcial se le denomina erosión potencial (EP) o riesgo de erosión.

El producto de RKLS por los valores de C y P permite estimar la erosión actual (EA), estos valores dependen del tipo, calidad y cantidad de cobertura vegetal, así como del manejo que cada productor haga de su terreno; para diferentes manejos corresponden diferentes valores de C y P (L. Ramírez, 2010).

El sistema de clasificación de erosión hídrica más empleado corresponde al propuesto por la FAO- PNUMA-UNESCO (FAO, 1980) y contempla cuatro niveles de erosión.

Tabla 9. Clasificación de los niveles de erosión hídrica.

Clase de erosión	Pérdida de suelo (Ton./Ha./año)	Descripción
Nula a ligera	Menor a 10	Agrupar suelos que han perdido parte del horizonte "A" original, pero en porcentajes inferiores al 25%
Moderada	10– 50	Suelos que han perdido entre 25 y 75% de la profundidad del horizonte "A" original. En su mayor parte, el estrato superficial consiste en una mezcla de horizonte "A" y del estrato subyacente.
Alta	50 – 200	Suelos que han perdido más del 75% del horizonte "A" original. En su mayor parte, la capa arable consiste enteramente o en gran medida, del material que subyace al horizonte "A"
Muy alta	Mayor a 200	Estos suelos han perdido todo el horizonte "A", más parte o todo el horizonte inmediatamente inferior. La mayor parte de estas áreas pueden presentar un intrincado patrón de cárcavas.

Fuente: Elaboración con la información modificada de.(FAO, 1980).

Factor R: Erosividad de la lluvia

Representa la capacidad potencial de las lluvias para generar erosión y está en función de las características físicas de las mismas, como: intensidad, duración, velocidad y tamaño de las gotas (L. Ramírez, 2010); este factor es medido por medio de los índices de erosividad como el EI30 propuesto por que es el producto de la energía cinética total de la lluvia (E) y su máxima intensidad en un intervalo de 30 minutos (I30). El factor R resulta de promediar totales anuales de $E \cdot I_{30}$ para un período de por lo menos 20 años.

En el caso de México, (Cortés, 1991) regionalizó las estaciones del país a fin de caracterizar áreas sujetas a condiciones similares de lluvia, obteniendo 14 regiones; de las que generó mediante un análisis de regresión, ecuaciones que permiten estimar el factor R en función de la lluvia mensual, estas ecuaciones para cada región se pueden observar en la Tabla 10.

Tabla 10. Ecuaciones para estimar EI30.

Región	Ecuación	R2
I	$Y = 1.20785X + 0.002276X^2$	0.92
II	$Y = 3.45552X + 0.006470X^2$	0.93
III	$Y = 3.67516X - 0.001720X^2$	0.94
IV	$Y = 2.89594X + 0.002983X^2$	0.92
V	$Y = 3.48801X - 0.000188X^2$	0.94
VI	$Y = 6.68471X + 0.001680X^2$	0.90
VII	$Y = 0.03338X + 0.006661X^2$	0.98
VIII	$Y = 1.99671X + 0.003270X^2$	0.98
IX	$Y = 7.04579X - 0.002096X^2$	0.97
X	$Y = 6.89375X + 0.000442X^2$	0.95
XI	$Y = 3.77448X + 0.004540X^2$	0.98
XII	$Y = 2.46190X + 0.006067X^2$	0.96
XIII	$Y = 10.74273X - 0.001008X^2$	0.97
XIV	$Y = 1.50046X + 0.002640X^2$	0.95

Fuente: Elaboración con la información modificada de (Cortés, 1991).

Y: EI30 anual (MJ mm/ Ha. /hr)

X: Lluvia anual en mm

Para realizar el cálculo del Factor R se consideraron las tres estaciones meteorológicas más cercanas y con influencia territorial observada al realizar la triangulación de Polígonos de Thiessen en la microcuenca El Zamorano, en el siguiente cuadro se enlistan las características de las estaciones:

Tabla 11. Estaciones meteorológicas de la microcuenca El Zamorano.

Clave	Nombre	Año de inicial	Año final	Latitud	Longitud
22026	Colón	1973	2006	20.786	-100.045
22049	El Zamorano	1979	2005	20.904	-100.212
22068	La soledad	1986	2007	20.853	-100.062

Fuente: Elaboración con información de (IMTA, 2009).

Para cada estación meteorológica se extrajo la información de precipitación, incluyendo el detalle diario, posteriormente se realizó una depuración de datos para obtener la precipitación mensual, y con esto calcular promedios de precipitación total anual.

El cálculo del Factor R, se realizó con la aplicación de la ecuación de la Región V tomado del folleto técnico No. 29 (Loredo et al., 2007), que fue propuesta por (Cortés, 1991).

Región V	Ecuación $Y = 3.48801X - 0.000188X^2$	R² 0.94
--------------------	---	------------------------------

El Factor R, se calculó para cada mes y cada estación, posteriormente se realizó un promedio mensual cuyo resultado se utilizó en un mapa tipo raster a 10 m. de resolución para poder realizar la multiplicación de los factores.

Factor K: Erosionabilidad del suelo

Es la susceptibilidad del suelo a ser erosionado, a mayor erosionabilidad, menor resistencia a la acción de los agentes erosivos, su valor depende de la composición del suelo (Loredo et al., 2007), siendo los principales factores considerados la textura, estructura y profundidad del suelo.

El factor K se calcula a partir de la textura superficial y la unidad de suelo a que pertenece según la clasificación FAO/UNESCO (INEGI, 1999), para lo cual se siguen los siguientes pasos:

- Determinar la unidad de suelo o grupo de unidades de suelos asociados entre sí, tal y como se presenta en los mapas de suelos de DETENAL que actualmente es INEGI.
- Determinar la clase de textura que presenta la unidad o grupo de unidades de suelos asociados entre sí, tal y como se presenta en esos mapas.
- Una vez determinada la unidad de suelo y la clase de textura, obtener el valor correspondiente de erosionabilidad de acuerdo a la tabla 7 que se presenta en la página 26-28 de (Loredo et al., 2007) .
- En aquellos suelos que están formados con dos o más unidades de suelo, se obtiene el valor de K, de cada unidad de suelo que forma la asociación y se procede a realizar una ponderación de cada una de las unidades para estimar el valor de K.

Como fue descrito en la sección Edafología. las unidades de suelo presentes en la microcuenca El Zamorano, son: Phaeozem háplico, Litosol, Phaeozem lúvico, Castañozem háplico, Vertisol pélico, Yermosol háplico, y se pueden observar visualmente en el mapa de tipos de suelo que se encuentra en: Figura 8. Edafología de la microcuenca del Zamorano

Factores LS: Longitud e inclinación de la pendiente

El factor LS se conoce con el nombre de factor topográfico, expresa el efecto del relieve sobre la pérdida de suelo, representando el efecto del largo y grado de la pendiente, se obtuvo mediante la manipulación del modelo de elevación digital con resolución de 10 m. obtenido del INEGI, este factor conlleva la utilización de diferentes fórmulas que se aplican mediante el álgebra de mapas en un SIG, la metodología que se siguió se obtuvo de (Pérez et al., 2018) y (GisGeek, 2016).

Los pasos para realizar el cálculo del factor LS son los siguientes:

1. Realizar el procedimiento de rellenado de espacios vacíos en el MDE, mediante la herramienta de "Fill".

- Utilizar el resultado de "Fill" para calcular la pendiente mediante la herramienta "Slope", indicando que las unidades de salida sean en grados.
- Convertir el mapa de pendiente de grados a radianes, este procedimiento se realiza mediante la aplicación de la siguiente fórmula en la herramienta de "Raster Calculator", el archivo de salida se guardó como "factor_f".

$$\frac{((\sin "Pendiente" * 0.01745)/0.0896)/(3 * Power(\sin "Pendiente" * 0.01745), 0.08) + 0.056)}{}$$

- Adicionalmente se calculó el "factor_m", utilizando la siguiente fórmula:

$$"factor_f"/(+ "factor_f")$$

- Posteriormente se determinó la dirección de flujo con la herramienta "Flow Direction", para esta herramienta se utiliza el raster resultante del proceso de rellenado "Fill".
- Utilizando el raster resultado de "Fill", se ejecuta la herramienta de "Flow Accumulation", con el objetivo de conocer las zonas de acumulación de flujo.
- Una vez que se contó con todos los componentes necesarios, se realizó el cálculo del Factor L, aplicando la siguiente fórmula en la calculadora raster:

$$\frac{(Power(("Flow_acum" + 625), ("factor_m" + 1)) - Power("Flow_acum", ("factor_m" + 1)))}{(Power(25, ("factor_m" + 2)) * Power(22.13, "factor_m"))}$$

- Después se realizó el cálculo del Factor S, aplicando la siguiente fórmula en "Raster Calculator":

$$Con((Tan("pendiente" * 0.01745) < 0.09), (10.08 * Sin("Pendiente" * 0.01745) + 0.03), (16.8 * sin("pendiente" * 0.01745) - 0.05))$$

- Para finalizar se realizó el cálculo del factor compuesto denominado "Factor_LS", que se obtiene de la multiplicación directa de ambos factores.

$$"Factor_L" * "Factor_S"$$

Una vez teniendo calculados y convertidos en formato raster con resolución de diez metros todos los factores que componen la fórmula para conocer la erosión potencial, se utilizó la herramienta de "Raster Calculator" para realizar la multiplicación directa de los factores mediante la siguiente fórmula:

$$"Factor_R" * "Factor_K" * "Factor_LS"$$

El resultado es un raster con resolución de diez metros, en el que se pueden observar las zonas más propensas a sufrir procesos de erosión hídrica.

Obtención de la fragilidad ambiental.

La fragilidad natural del territorio se encuentra determinada por la correlación entre la sensibilidad conjunta de los componentes naturales, principalmente la relación relieve-pendiente-suelo-vegetación (Zeballos, 2000) donde la condición de irreversibilidad-reversibilidad de los cambios que se realizan en el territorio, se asocian con las categorías de fragilidad; el análisis de fragilidad se elabora desde un punto de vista natural, sin considerar elementos sociales o económicos.

Los criterios para evaluar los niveles de fragilidad se evalúan de la siguiente manera:

Relieve: se evalúa en función de la estabilidad-inestabilidad del tipo de relieve, apoyado con el grado de inclinación del terreno y algunos parámetros climáticos asociados con el humedecimiento.

Suelo: se evalúa en función del nivel de erodabilidad y la posibilidad de cambio de sus propiedades físicas y químicas.

Vegetación: se utilizan los requerimientos de hábitat y la capacidad de autoregeneración, a partir de las categorías de vegetación y uso del suelo de (INEGI, 2017).

Se establecen cinco niveles de fragilidad: muy alta, alta, media, baja y muy baja, de acuerdo con la convergencia de los parámetros y los criterios para la determinación de la fragilidad.

Se considera que en el país no existe ningún tipo de vegetación, de suelo, o de relieve que por sí mismo pudiera considerarse de fragilidad muy baja y que sea determinante para que toda el área tenga este nivel, dado que cualquiera de sus variantes está expuesta de alguna manera a agentes limitantes.

A continuación, se presenta la forma de correlacionar los factores que influyen en el cálculo de la fragilidad natural:

Tabla 12. Correlación de factores para obtener la fragilidad natural.

	Fragilidad Muy alta	Fragilidad alta	Fragilidad media	Fragilidad baja	Fragilidad muy baja
Vegetación	Manglar, Vegetación acuática, Bosques mesófilos, Selvas húmedas, Bosques templados, Vegetación de galería	Selvas subhúmedas, Praderas de alta montaña, Matorrales, Bosques templados	Pastizales naturales, Vegetación halófila, Vegetación halófila, Vegetación de dunas costeras	Palmares, Sabanas	Se considera que no existen en el país condiciones de muy baja fragilidad debido a las características del medio natural
Relieve	Y	Y/O	Y/O	Y	
	Montañas muy disectadas y edificios volcánicos	Montañas de disección moderada, volcanes poco disectados y pie de montes	Relieve kárstico, terrazas con disección alta, procesos costeros, planicies acumulativas	Terrazas con disección moderada	
Pendiente	O >25° Y	O 15-25° Y/O	O 6-15° Y/O	Y 0-6° Y	
Suelos	Gleysoles	Solonchaks, Regosoles, Luvisoles, Cambisoles, Acrisoles, Andosoles	Vertisoles, Remdzinas, Planosoles, Arenosoles, Nitisoles, Litosoles	Xerosoles, Feozems, Castañozems	

Fuente: Tomado de (Zeballos, 2000).

4.4.- Zonas propicias para la conservación ambiental.

Finalmente, la delimitación detallada de las zonas para la conservación, se realizó mediante la valoración multicriterio de las diferentes herramientas e insumos que fueron generados en el proceso metodológico, que en su conjunto permitieron realizar una delimitación objetiva en la que sean compatibles las necesidades ambientales y las percepciones sociales.

Este proceso se realizó mediante la intersección, sobre posición y ponderación de los siguientes insumos: resultado del taller de mapeo participativo, análisis de cambio de uso de suelo, zonas que no son aptas para actividades agropecuarias, zonas que presentan mayor fragilidad ambiental, y zonas que presentan mayor potencial de erosión.

Las parcelas individuales que resultaron de las sobreposiciones anteriores son enlazadas mediante clústeres que tomaran como eje de referencia las zonas funcionales y cauces delimitados en la microcuenca, para así lograr el objetivo de mantener la estructura y función del ecosistema mediante la implementación de un

área natural protegida que propicie la conectividad en los diferentes estratos altitudinales del territorio.

El método de valoración se realizó mediante un análisis multicriterio, en que se obtuvo un valor de ponderación el factor generado en el software "Super decisions", del que a continuación se presentan capturas de pantalla de la matriz de comparación.

En la Figura 19, se puede observar el valor asignado a cada variable con respecto al resto de parámetros en forma de matriz de valoración.

	Aptitud agrí-	Aptitud pecu-	Erosión	Fragilidad	Pertinencia ~
1. Aptitud agrí-	9.5	2.3	2.3	2.3	2.3
2. Aptitud pecu-	0.43	9.5	2.3	2.3	2.3
3. Erosión	0.43	0.43	9.5	2.3	2.3
4. Fragilidad	0.43	0.43	0.43	9.5	2.3
5. Pertinencia ~	0.43	0.43	0.43	0.43	9.5

Figura 19. Matriz de comparación de variables.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 20 se observa el resultado numérico y gráfico de la comparación entre variables, de donde se tomó el valor para la ponderación de cada capa resultante en el SIG.

Variable	Valor de ponderación
Aptitud a~	0.05146
Aptitud p~	0.03567
Erosión	0.10188
Fragilidad	0.08671
Pertinenc~	0.43230
Uso actual	0.29198

Figura 20. Valor de ponderación por variable.

Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente se presenta la ecuación que se utilizó para sumar cada capa en formato raster por su valor de ponderación, para su posterior utilización como capa base de prioridad de conservación:

$$\begin{aligned}
 & ("apti_agri" * 0.05146) + ("apti_pecu" * 0.03567) + ("ero_cuenca" * 0.10188) \\
 & + ("fragilidad" * 0.08671) + ("viab_soci_cu2" * 0.43230) \\
 & + ("uso_cuenca" * 0.29198)
 \end{aligned}$$

Una vez que se obtuvo la capa base para la conservación, se siguieron los pasos propuestos por (Arcgis, 2015), con lo que se reclasifico en cuatro niveles de priorización, para después eliminar pixeles dispersos mediante la herramienta de filtro mayoritario, posteriormente se suavizaron los bordes con la herramienta de refinado de límites; a continuación, se presenta la tabla de parámetros de clasificación aplicada:

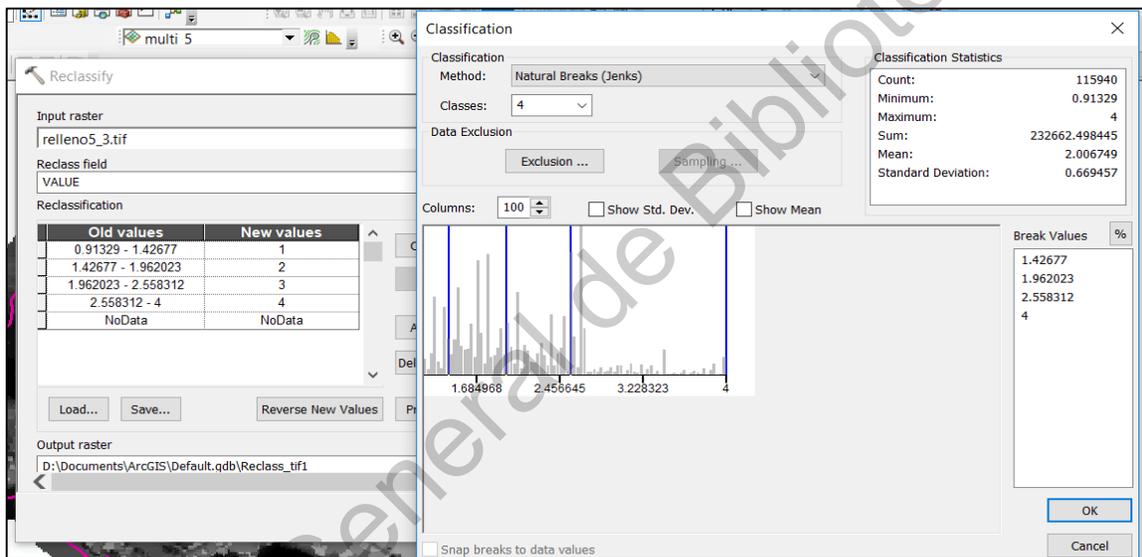


Figura 21. Parámetros de reclasificación.

Fuente: Elaboración propia.

5.- RESULTADOS.

5.1.- Encuesta exploratoria.

El primer objetivo específico, consiste en documentar el conocimiento que los habitantes de la microcuenca El Zamorano poseen respecto a las ANP, para lo que se utilizó la herramienta de encuesta, esta se encuentra dividida en seis secciones, estructuradas para obtener información de lo general a lo particular.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante el análisis de las encuestas aplicadas.

La primera encuesta se aplicó en tres localidades de la microcuenca, conocidas como: El Fuenteño, Ejido Patria y Trigos, resultando un total de 35 personas encuestadas; en la segunda sección se recabo información personal para registrar las características de las personas encuestadas, donde se obtuvieron las siguientes respuestas: se encuestaron a 12 hombres y 23 mujeres, cuyas distribuciones de edad se presentan en la siguiente imagen.

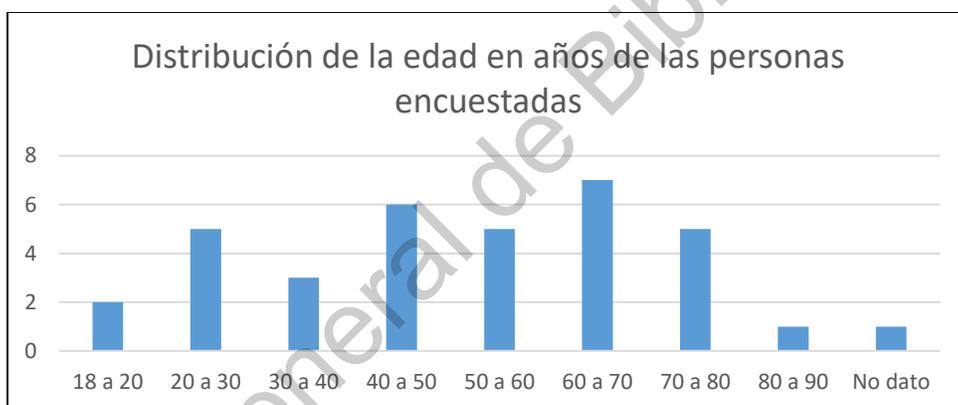


Figura 22. Edad de las personas encuestadas.

Fuente: Elaboración propia.

De las 35 personas encuestadas, 27 saben leer y escribir y ocho no cuentan con esas habilidades, a continuación, se presenta el gráfico de escolaridad de las personas encuestadas.



Figura 23. Escolaridad de las personas encuestadas.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan los resultados de ocupación de las personas que fueron encuestadas, donde sobresale la actividad del hogar o ama de casa y la labor campesina.

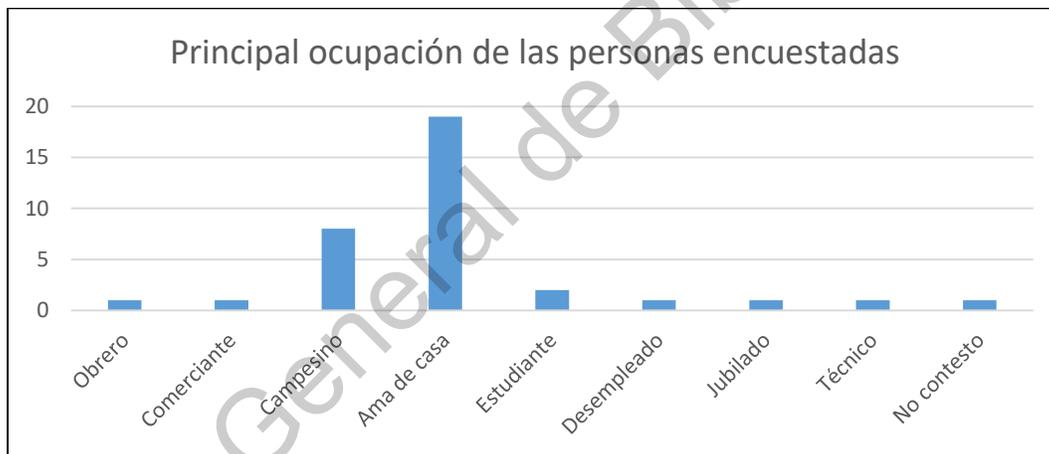


Figura 24. Principal ocupación de las personas encuestadas.
Fuente: Elaboración propia.

Todas las personas encuestadas, manifestaron haber vivido la mayor parte de su vida en la localidad en la que fueron encuestados, a excepción de una persona que se trasladaba a la localidad contigua para asistir a la preparatoria.

La tercera sección de la encuesta, corresponde al apartado de "Percepción sobre los recursos naturales de su localidad", se encuentra enfocada en conocer que es lo que los habitantes consideran naturaleza, así como las condiciones de conservación del medio ambiente en su ejido, y así poder analizar cuál es la parte que consideran más importante y como la relacionan con en su vida diaria.

Al ser una pregunta abierta que buscaba que las personas se expresarán con libertad, las respuestas fueron variadas con cierto patrón de concordancia, los encuestados respondían que para ellos la naturaleza es: el campo, lo que los rodea, el aire, las plantas, los cerros, los animales del campo. Las respuestas concuerdan en un estado personal de satisfacción y bienestar, donde la naturaleza se entiende como algo que complementa una buena vida.

En la siguiente pregunta, indaga sobre la percepción del cuidado de la naturaleza en su ejido, se observa una curva de distribución normal, donde la mayoría de los encuestados perciben que la naturaleza se encuentra cuidada de manera regular.

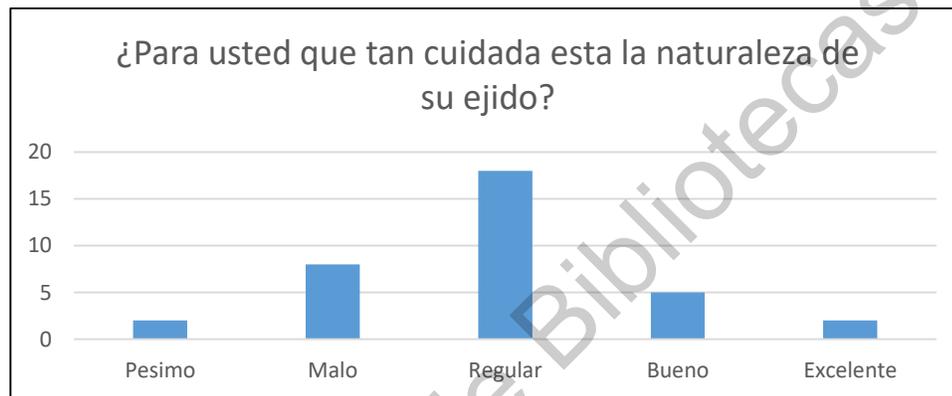


Figura 25. Percepción del estado de la naturaleza.
Fuente: Elaboración propia.

Cuando se les pregunto, sobre que parte consideraban más importante, las primeras respuestas muestran un patrón de separación entre los diferentes factores que componen el medio ambiente, para después responder que todas las partes de la naturaleza son importantes, a continuación, se presenta el grafico correspondiente.



Figura 26. priorización de los componentes ambientales
Fuente: Elaboración propia.

Al preguntar el porque lo consideran lo más importante, las respuestas fueron variadas, siendo las más representativas las siguientes: Son las que nos dan vida, todo se ve alegre, si no se cuida todo no funciona, para la salud respirar aire limpio, vivimos de todo por eso no tumbamos todo, cada uno tiene una función y ayuda, todo está unido esta enlazado.

Posteriormente se preguntó, si la naturaleza forma parte importante de su vida diaria, a lo que la totalidad de los encuestados respondió afirmativamente; seguidamente se les pregunto el porqué, las respuestas aluden a estados de bienestar, provisión de materias primas y recibir aire puro.

La cuarta sección corresponde al apartado “Conocimiento personal acerca de las ANP”, consta de tres preguntas abiertas y tres preguntas cerradas, donde se obtuvo información sobre el conocimiento previo que las personas tienen sobre las ANP.

La primera pregunta es directa, si saben o no lo que es un ANP, el 74% de las personas respondió afirmativamente, y el restante 26% respondió que no sabe lo que es un ANP.

La siguiente pregunta es abierta, y sirve para conocer el concepto personal que poseen acerca de las ANP, las principales respuestas son las siguientes: Es una plantación de árboles y está cerrada con alambres, donde nadie entra y no se saca nada, zona cuidada para que no entre el ganado, donde hay una cierra privada y protegida por el gobierno.

Seguidamente se pregunta si conocen o han visitado alguna ANP, el 57% de los encuestados respondió negativamente, el 43% restante si ha visitado un ANP, principalmente realizaron las visitas en el proceso de establecimiento de una UMA dentro del ejido EL Fuenteño; por lo que su referencia principal de ANP, son diferentes UMAS.

Debido a que su referencia principal de ANP, son las UMAS, al realizar la pregunta sobre las actividades que se pueden realizar dentro de las ANP, las principales respuestas fueron: conservación y restauración, utilizar la madera muerta, crianza de venados, cuidar árboles, se puede caminar, pero no tocar nada porque es cárcel y cosecha de piñón.

En la última pregunta de esta sección se cuestionó si sabían que en la montaña que ellos viven, pero en la ladera que se encuentra del lado de Guanajuato es una ANP, el 71% de las personas contesto que no lo sabían.

La quinta sección corresponde a la pertinencia del establecimiento de un ANP, consta de siete preguntas abiertas y seis preguntas de múltiple opción, las primeras tres preguntas, se encuentran enfocadas a las personas que visitaron ANP's con anterioridad, y buscan conocer la experiencia que tuvieron en esas zonas de conservación.

El 90% de las personas contestaron que el estado de conservación de las ANP que visitaron va de bueno a excelente, por lo que si cumplieron con el objetivo por el cual fueron decretadas.

Al preguntarles por qué consideraban que habían cumplido con el objetivo de conservación, el 60% contestó que era un trabajo comunitario, que si no apoyaban todos no se puede lograr la conservación.

Cuando se les pregunto si en su ejido hay zonas que deban ser conservadas, el 85% contestó que sí, las principales razones que expusieron son las siguientes: porque si se acaba la naturaleza se acaba todo, para tener animales y árboles, de ahí viene la lluvia y para que llegue el turismo.

Posteriormente se les pregunto si consideran que, con el estado de conservación actual de su ejido, se pudiera establecer un ANP, a lo que el 85% contestó afirmativamente, aludiendo que hay zonas que están degradadas, pero hay regiones llenas de naturaleza y estas se deben de conservar.

Cuando se les pregunto si estarían de acuerdo en que se estableciera un ANP en el territorio de su ejido el 88% respondió afirmativamente, pero con reservas, puesto que la mayoría conoce que, en un ANP, no se puede realizar actividades agropecuarias, y además consideran que va a estar completamente cerrada con alambres, por lo que no podrán entrar, ni dejar que pastoreen sus animales.

Cuando se les pidió relacionar el ingreso económico actual comparado con el posible establecimiento de un ANP, respondieron que el ingreso aumentaría o se quedaría igual, pero nadie manifestó que su ingreso disminuiría, a continuación, se presenta la gráfica de resultados:

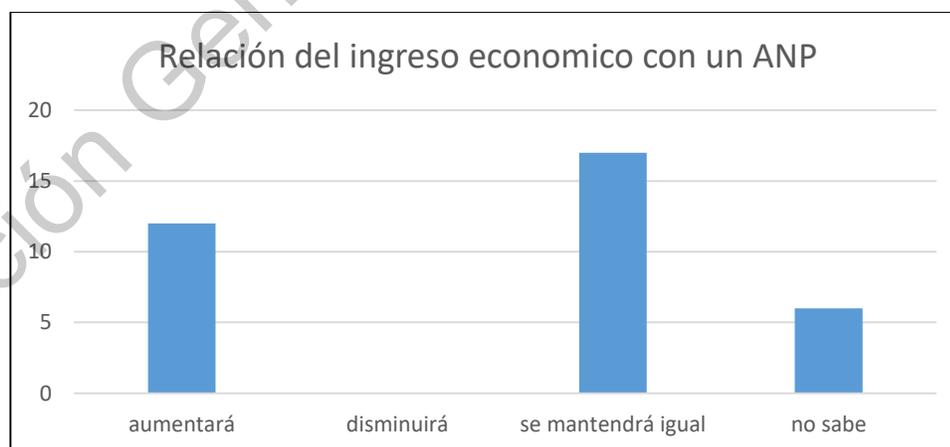


Figura 27. Expectativa de relación ingreso económico-ANP.
Fuente: Elaboración propia.

Al preguntar qué actividades se verían afectadas, al establecer un ANP, las principales respuestas obtenidas son las siguientes: el aprovechamiento de leña y carbón, la cacería, la tala y la ganadería.

En la sexta y última sección se plantearon preguntas sobre la participación en proyectos de conservación de suelo, reforestación y conocimiento de ecotecnias, el 90% afirmó conocer y haber participado en dichos proyectos, además de que los consideran muy convenientes y necesarios, por lo que refieren que la mayoría de los habitantes participa gustosamente cuando son convocados.

La última pregunta corresponde al conocimiento sobre las cuencas y su manejo, pero el total de personas encuestados no contestaron lo que es una cuenca, algunos no conocían la palabra, su visión integral de la naturaleza les permite relacionar los componentes del ecosistema para realizar sus actividades de forma integral.

Derivado del análisis de las encuestas aplicadas, se tomó la decisión de realizar un taller explicativo de las ANP, para que las personas cuenten con mayor información y sean esclarecidas las dudas que plantearon durante las entrevistas.

5.2.- Taller de aproximación a las ANP.

Con el objetivo de documentar el conocimiento que los habitantes de la microcuenca el Zamorano comprendieron durante el taller de aproximación a las ANP, se realizó una encuesta en la que se obtuvieron los siguientes resultados:

Se realizaron tres talleres de aproximación, uno en la localidad de El Coyote con 47 asistentes, otro en la localidad de Nuevo Álamos con 26 asistentes, y el último en la localidad de El Potrero con 19 asistentes, resultando un total de 92 personas que asistieron al taller y respondieron las encuestas.

El 75% de los asistentes son hombres y el 25% son mujeres, el 100% de asistentes son mayores de edad, el 60% es mayor de 50 años y menor de 70 años; el 42% sabe leer y escribir, el 41% no sabe leer y escribir y el 18% manifestó que sabe poco; el 65% de los asistentes son ejidatarios y el 35% restante se compone de vecindados y familiares cercanos de ejidatarios que tienen dificultad para desplazarse.

A las personas que manifestaron no saber leer y escribir se les asistió en el llenado de la encuesta, con el apoyo de los demás asistentes que si contaban con esas habilidades.

La primera pregunta que se realizó en la encuesta, relacionada con las ANP, consistió en que con sus palabras dijeran que es la naturaleza, las respuestas principales, y que siguen un patrón de similitud son: Arboles plantas y animales, todo lo que nos rodea, el agua y el aire, todo lo bonito y verde del campo.

Cuando se les cuestionó qué tan cuidada esta la naturaleza en su ejido, para conocer su percepción sobre la conservación actual de su territorio, ninguna persona considera que su territorio está en condiciones pésimas, y la mayoría de las personas consideran viven en un estado de conservación ambiental que va de regular a bueno.

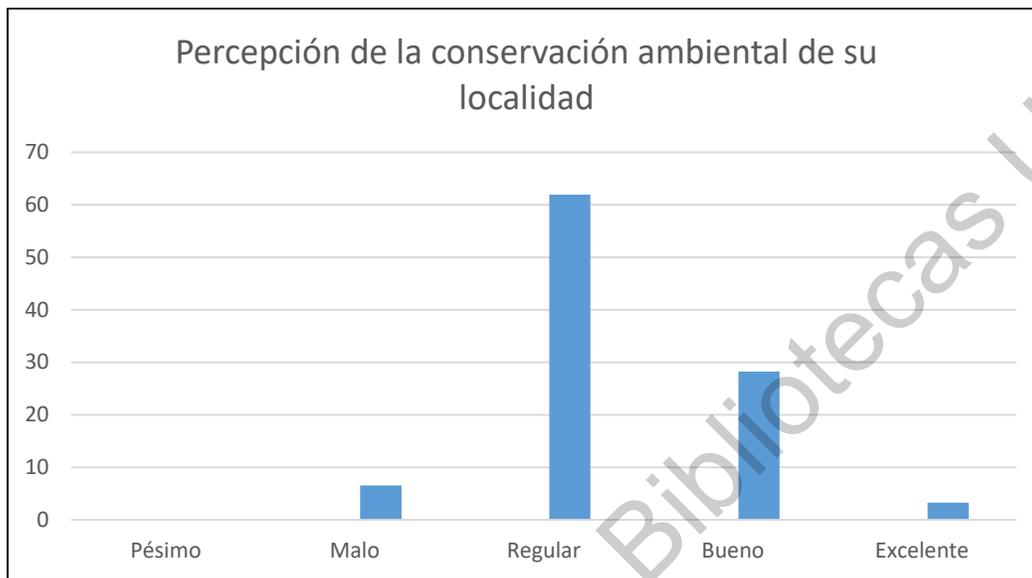


Figura 28. Percepción de la conservación ambiental.
Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se indagó qué parte de la naturaleza consideran más importante, sobresalen las respuestas relacionadas con las plantas, agua y todos los recursos naturales.

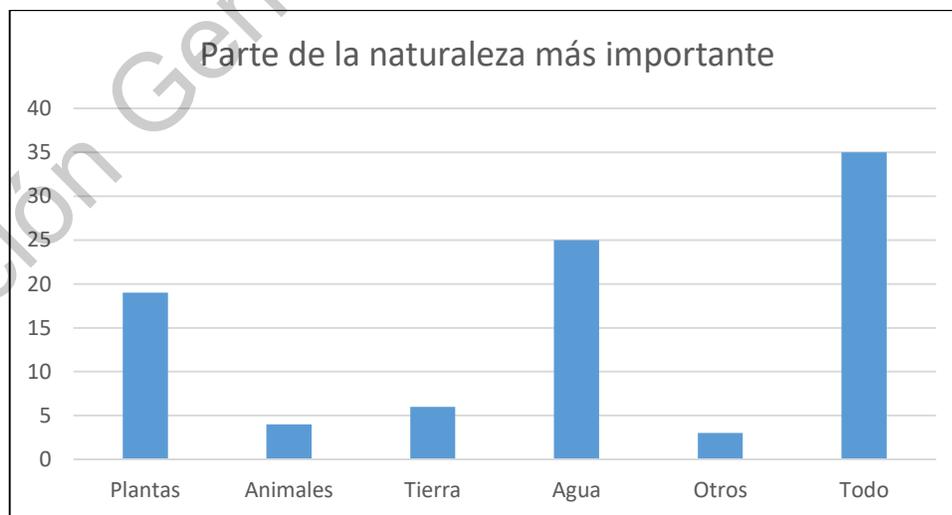


Figura 29. Parte de la naturaleza que considera más importante.
Fuente: Elaboración propia.

Estas respuestas se encuentran íntimamente ligadas a la escasez de servicios de agua potable en la microcuenca, a la dependencia de lluvia para realizar cultivos de temporal, la falta de zonas boscosas que para ellos representa el ideal de naturaleza, y finalmente a la comprensión de la importancia de la conservación de todos los elementos ecosistémicos, para asegurar la provisión de servicios ambientales y con ello mantener la calidad de vida en la que ellos contemplan principalmente la salud relacionada con respirar aire puro.

Posteriormente se les solicitó que describieran con sus palabras lo que es un ANP, las principales respuestas obtenidas son las siguientes: es un área cuidada donde se pueden conservar plantas y animales, donde se protege para no destruir plantas y animales, es un área donde se busca preservar la vida silvestre y vegetal para tener recursos naturales, una superficie delimitada para conservar animales y plantas en peligro de extinción; dos personas contestaron no saber lo que es un ANP y 38 no contestaron esa sección de la encuesta.

Al preguntar sobre las actividades que se realizan dentro de una ANP, las principales respuestas son las siguiente: Reforestación, cuidar fauna y plantas de todo tipo y reducir la entrada del hombre, construir presas (obras de conservación de suelo); 53 personas no contestaron la pregunta y dos personas respondieron que no sabían.

Las respuestas obtenidas manifestaron que las personas comprendieron que no pueden realizar actividades de producción primaria dentro de las ANP, relacionan el decreto con la conservación de plantas y animales silvestres y una estrecha vigilancia de la zona destinada para la conservación.

5.3.- Disposición a establecer zonas de conservación.

La última sección de la encuesta aplicada después del taller de aproximación al concepto de ANP, tuvo el objetivo de documentar la disposición social para el establecimiento de zonas de conservación dentro de la microcuenca; a continuación, se muestra el resultado grafico en el que se puede apreciar que el 90% de las personas encuestadas están de acuerdo en el establecimiento de zonas para la conservación.

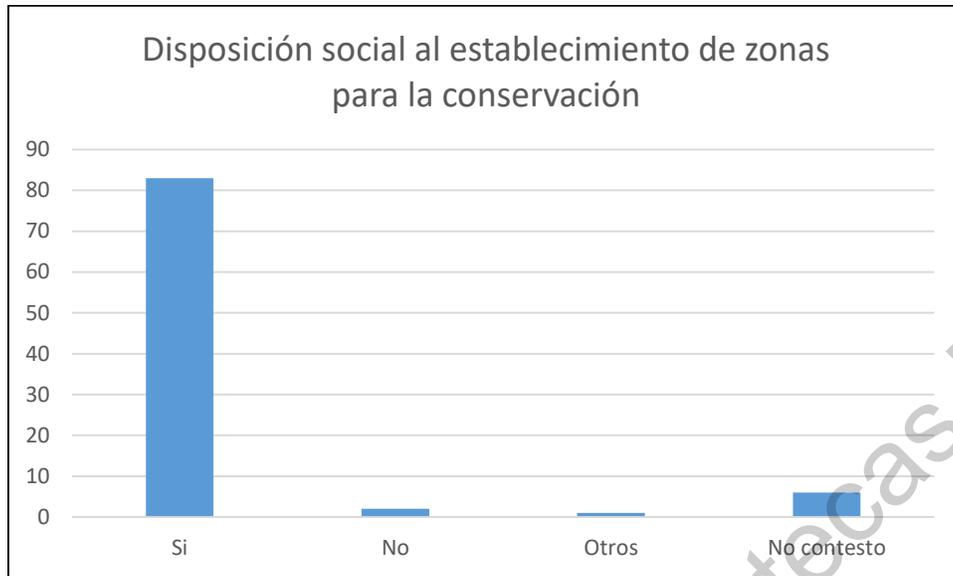


Figura 30. Disposición social al establecimiento de zonas para la conservación.
Fuente: elaboración propia.

Posteriormente se les pregunto el porqué de la reacción anterior, las respuestas principalmente aluden a condiciones de mejora del medio ambiente, que se relacionan con bienestar de salud, para asegurar la calidad de vida de la gente del mañana, para que este más bonito, obtener apoyos y fuentes de empleo.

Las dos personas que no están de acuerdo en la instalación de zonas de conservación pertenecen al ejido Nuevo Álamos, los motivos que expresaron se relacionan con la ejecución de un proyecto ganadero para la crianza de vacas doble propósito, ya que ellos perciben que de instalarse zonas de conservación no podrán alimentar a su ganado, en esa misma localidad una persona manifestó que solo estaría de acuerdo si todos participan, dicha respuesta fue catalogada en la columna de "otros".

La última pregunta tuvo el objetivo de conocer que parte del territorio estarían dispuestos a decretar como zona de conservación, el 32% de las personas manifestaron condiciones de cercanía a la localidad, preferentemente en partes altas con el 18% de repeticiones e inclinadas con el 23% de frecuencia, el 14% de los encuestados respondió que considera que se encuentre en zonas lejanas, el 5% refiere que abarque zonas planas y el 5% no contestó.

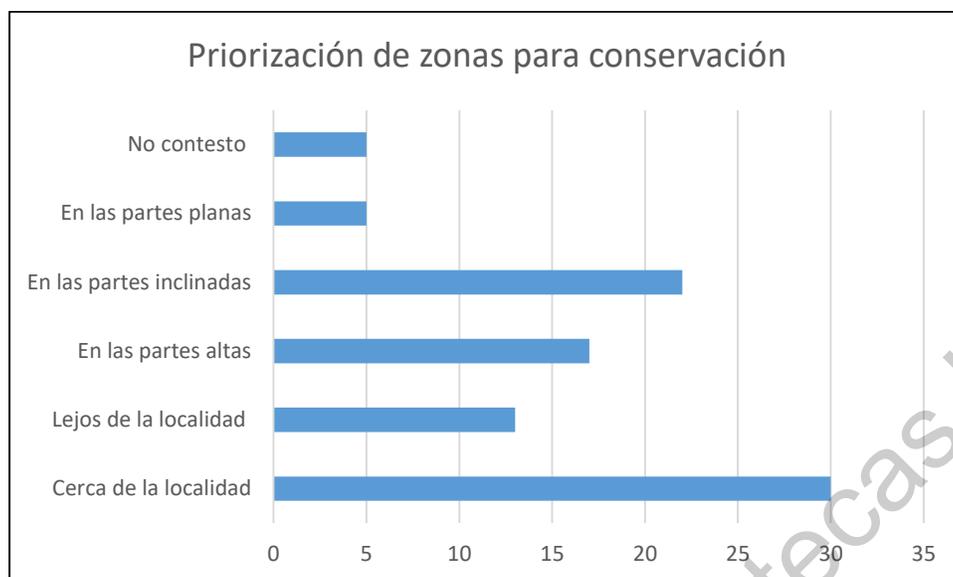


Figura 31. Priorización de zonas para la conservación.

Fuente: Elaboración propia.

Al responder la encuesta las respuestas fueron individualizadas y en función de las necesidades e intereses de la persona que respondía, situación que se contrasta con el resultado del mapeo participativo, en el que se manifestaron las prioridades colectivas, que se plasman en la siguiente sección.

5.4.- Taller de mapeo participativo

El taller de mapeo participativo se realizó cuatro de los seis ejidos, en ellos fue permitido el acceso para realizar el taller teniendo resultados diversos que a continuación se describen.

El primer ejido donde se realizó el taller fue en Nuevo Álamos, donde asistieron 27 personas, teniendo como resultado la delimitación de dos polígonos, que por consenso general fueron dibujadas en la región que ellos denominan las Cañadas, cabe señalar que son de difícil acceso por sus pronunciadas pendientes, que son superiores al 20%, en esta zona ellos no realizan actividades de producción primaria.

Lo anterior denota comprensión del concepto de ANP, y las limitantes de aprovechamiento que conlleva su instauración mediante un decreto legal. A continuación, se presentan las imágenes resultantes del taller.

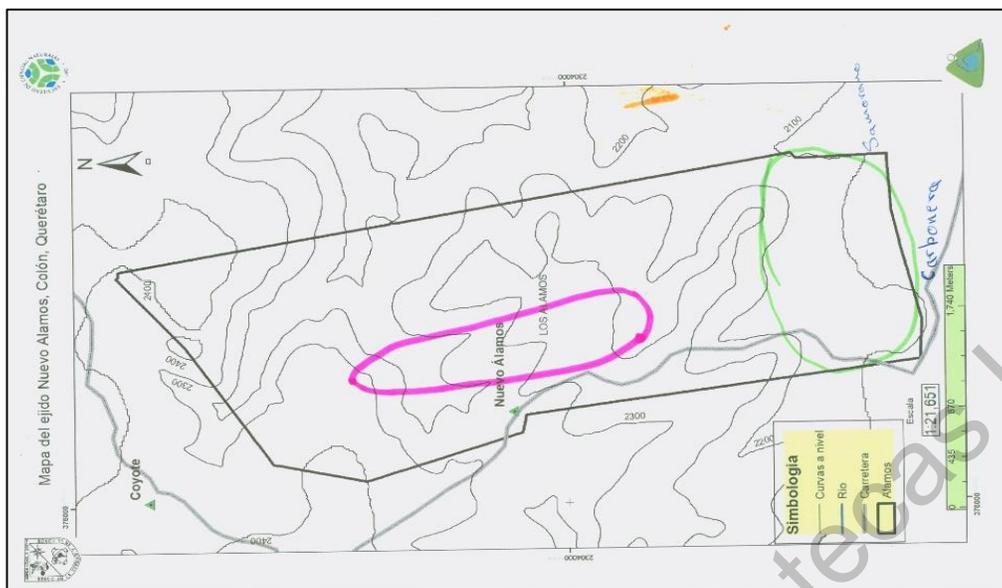


Figura 32. Resultado taller de mapeo participativo en el Ejido Nuevo Álamos, equipo #1.
Fuente: Elaboración propia.

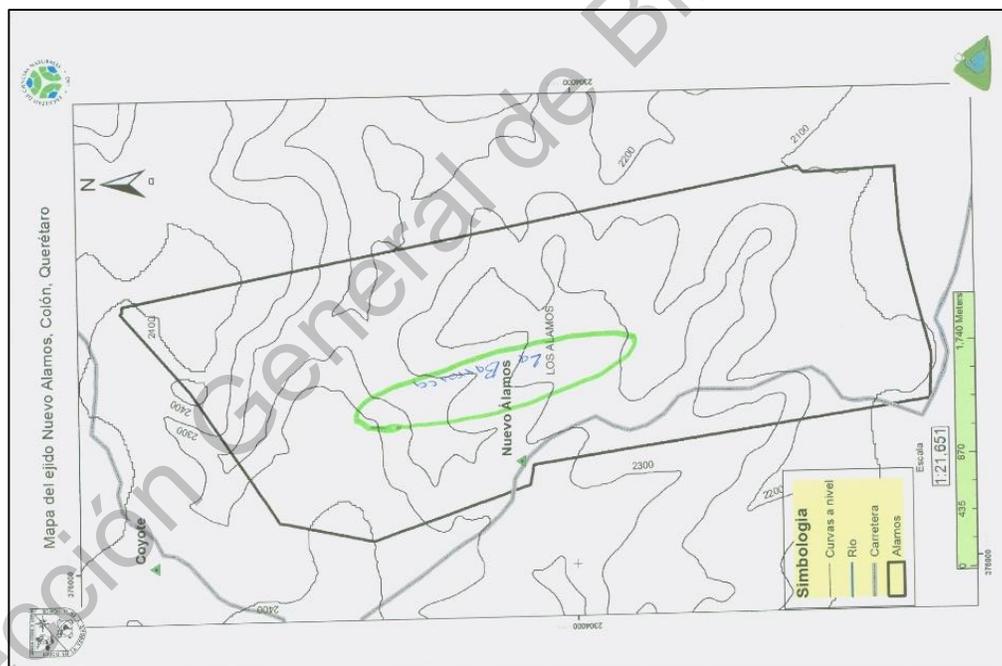


Figura 33. Resultado taller de mapeo participativo en el Ejido Nuevo Álamos, equipo #2.
Fuente: Elaboración propia.

El segundo taller se realizó en el ejido El Potrero, asistieron 19 personas, que en consenso dibujaron un polígono, el cual se encuentra alrededor del núcleo de población, en una zona de altas pendientes y donde no realizan actividades de producción primaria, a continuación, se presenta la imagen del mapa obtenido en el desarrollo del taller.

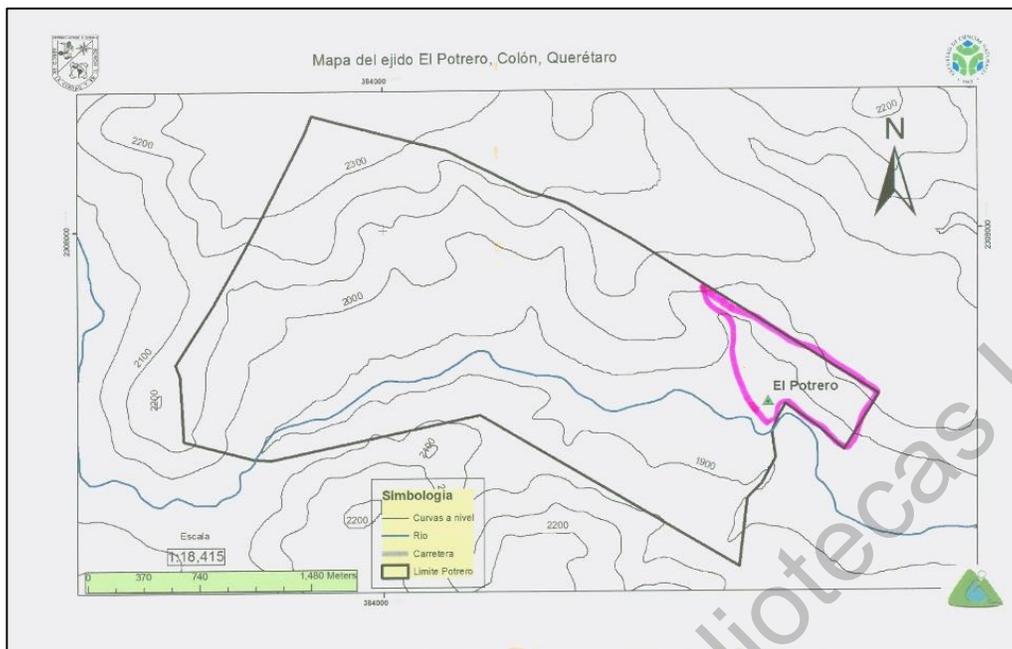


Figura 34. Resultado taller de mapeo participativo en el Ejido El Potrero.
Fuente: Elaboración propia.

Los asistentes manifestaron que ellos seleccionaron esta porción del territorio para poder cuidarla bien, y poder realizar trabajos de conservación, puesto que la mayoría de los pobladores de la localidad son de edades avanzadas, y se les facilitaría más realizar labores si se encuentra cerca de sus viviendas.

El tercer taller se realizó en el ejido El Coyote, asistieron 45 personas, las cuales en consenso decidieron delimitar la zona para protección en la porción norte de su territorio, dibujando una franja sobre el borde ejidal limítrofe con el ejido Trigos.

En este taller se percibió la intención generalizada de disminuir el acceso de los pobladores del ejido vecino, la zona de conservación fue propuesta en la parte más alejada del núcleo poblacional donde las personas van muy pocas veces. A continuación, se presenta el mapa obtenido en el taller.

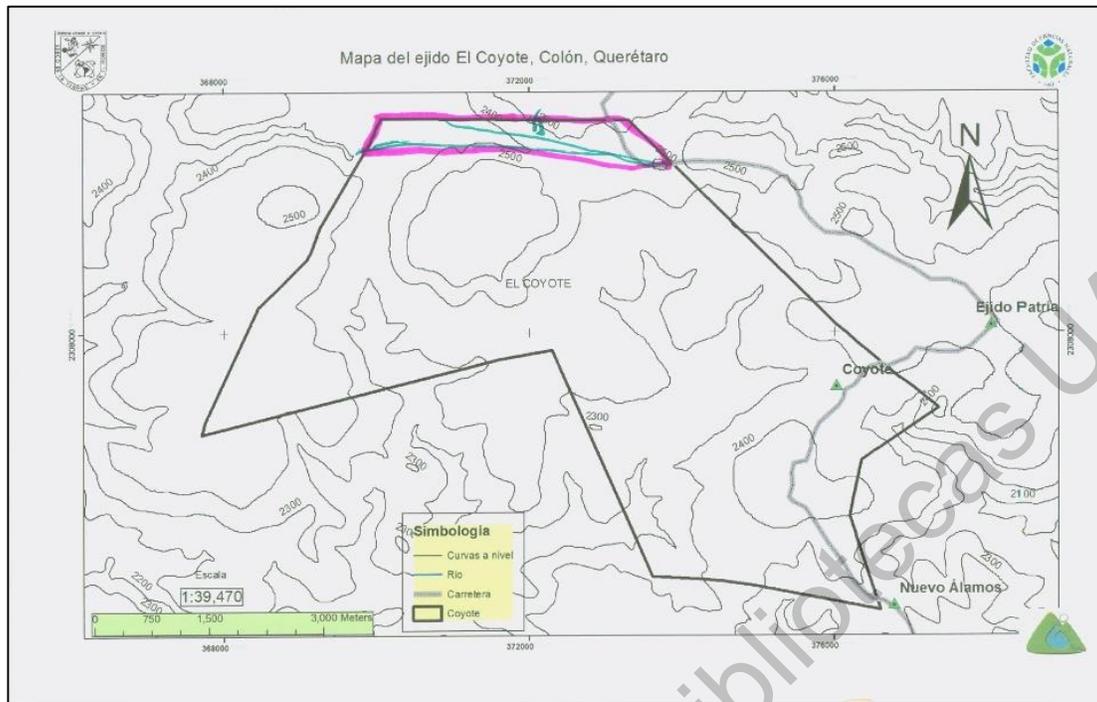


Figura 35. Resultado taller de mapeo participativo en el Ejido El Coyote.
Fuente: Elaboración propia.

En el ejido Patria, que cuenta con la mayor extensión y mayor población de la microcuenca, no fue posible realizar el taller de aproximación al concepto de ANP, ya que los pobladores manifestaron tener saturada la agenda de la asamblea ejidal, por lo que dicha información fue expuesta de manera personal a las autoridades locales, quienes posteriormente delimitaron la propuesta de zona de conservación.

Dicha delimitación consiste en un polígono en el límite inferior del territorio ejidal, al cual denominaron UMA, cabe señalar que ellos se encontraban previamente familiarizados con el concepto de UMA, por la relación que mantienen con los pobladores del ejido Fuenteño, donde se encuentra instaurado una zona para aprovechamiento de fauna silvestre para el aprovechamiento del venado.

La zona de conservación fue propuesta en una porción del territorio en la que no realizan actividades productivas primarias, que se encuentra alejada del núcleo poblacional, y que, por las condiciones de fuertes pendientes, prácticamente es inaccesible para ellos.

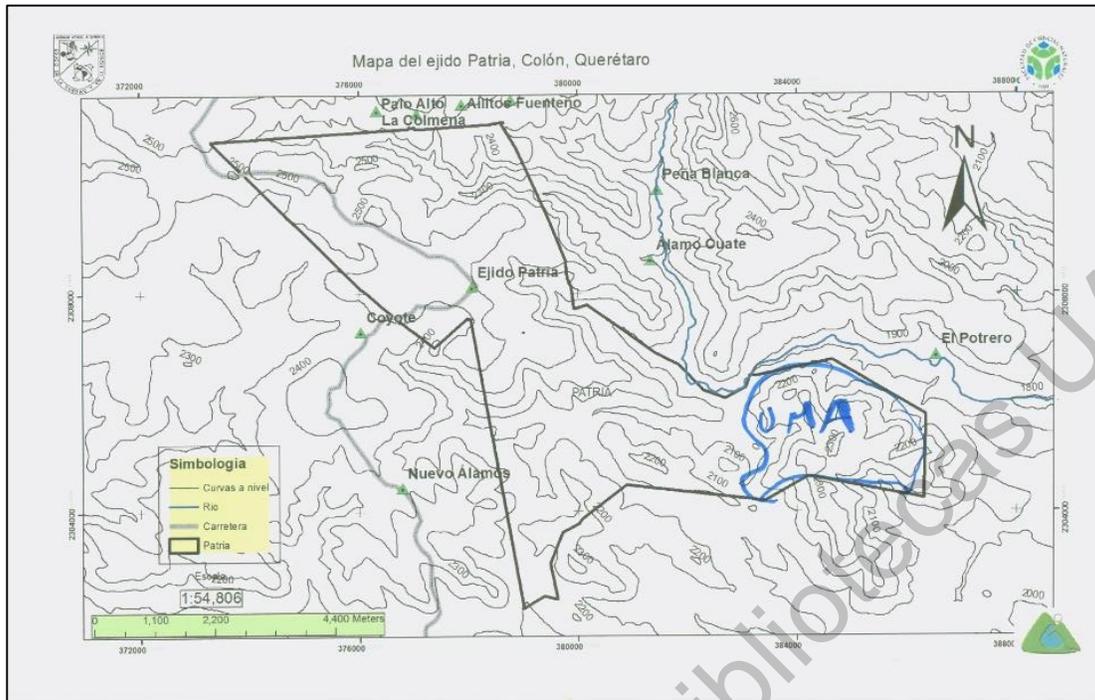


Figura 36. Resultado taller de mapeo participativo en el Ejido Patria.
 Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta un mapa en el que se agrupan las zonas de conservación propuestas en cada ejido, en el que se puede observar que el patrón de distribución que siguieron el 60% de los polígonos, que corresponde a zonas alejadas del núcleo poblacional, limítrofes con ejidos vecinos, con condiciones de difícil acceso y donde no realizan actividades productivas primarias.

El 40% de las zonas delimitadas son cercanas a los núcleos de población, son zonas en las que no realizan agricultura, se realiza pastoreo el cuál manifestaron podrían cambiar de región, los habitantes consideraron pertinente la conservación ambiental de una zona cercana a su población para poder realizar las actividades que sean necesarias dentro de la ANP y poder acceder con mayor facilidad a los beneficios naturales que representa un área conservada.

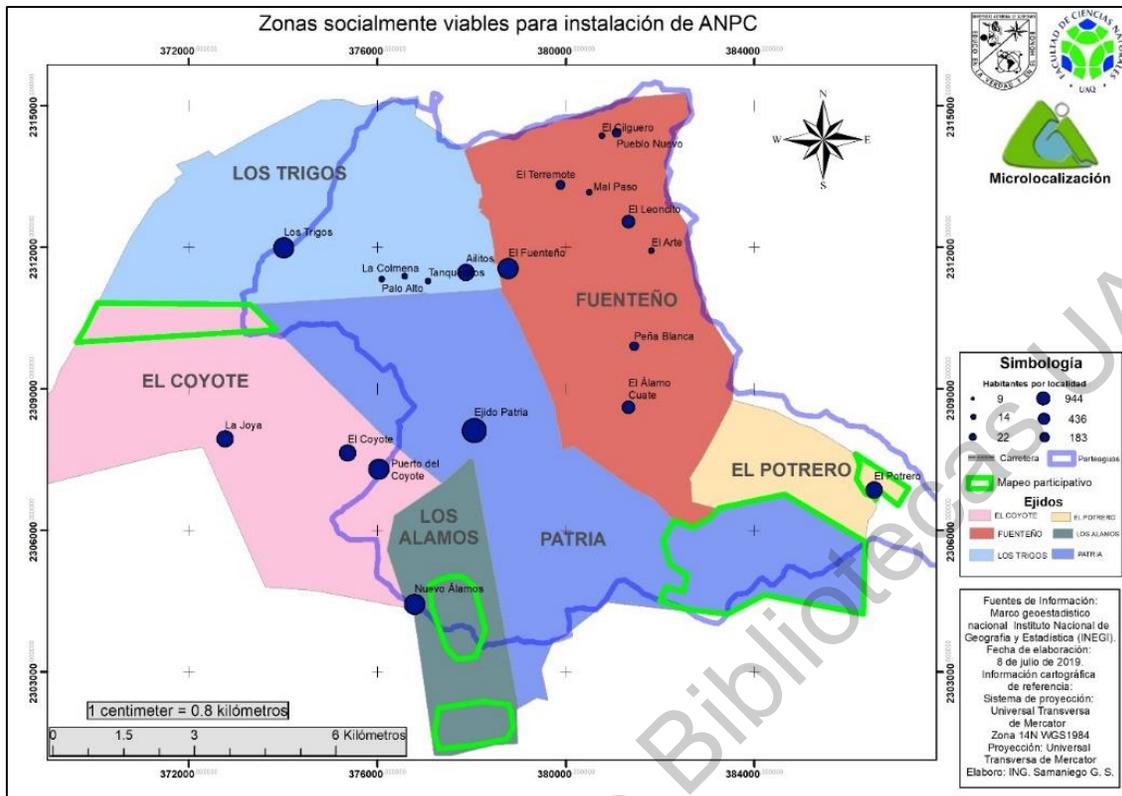


Figura 37. Resultado de los talleres de mapeo participativo.
 Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se contó con el resultado de los talleres de mapeo participativo se delimitaron anillos de aproximación, que corresponden a secciones del 10% del radio promedio de cada polígono, se respetaron los límites del ejido en el que fue dibujado cada polígono, para evitar influencia en territorios ajenos; en la Figura 38 se puede observar la distribución de cada polígono con sus respectivos anillos.

La superficie total del resultado del mapeo participativo, con los anillos concéntricos, suman 2078 ha. de 14374 de la superficie total de los ejidos, representando el 14.5% de la superficie ejidal y el 22.9% de la superficie total de la microcuenca.

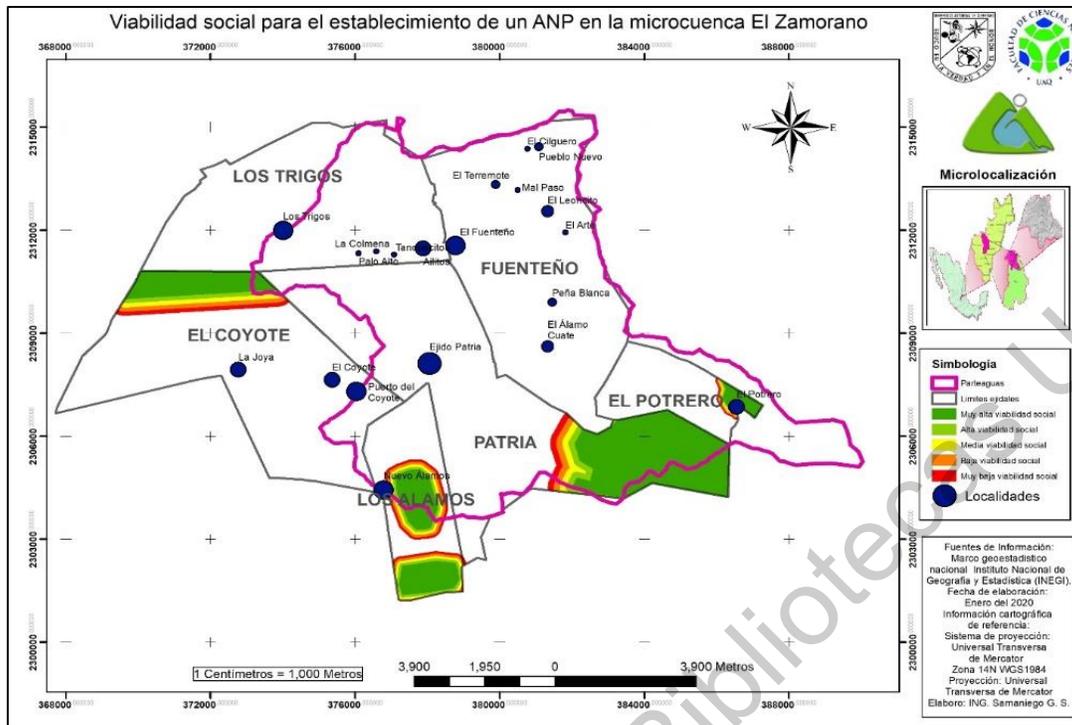


Figura 38. Anillos periféricos al resultado de mapeo participativo.
Fuente: Elaboración propia.

5.5.- Aptitud de uso del territorio.

Aptitud pecuaria.

Con base en las características de la microcuenca El Zamorano, se determinó la aptitud territorial para actividades ganaderas, enfocadas principalmente a ganado vacuno y caprino.

La aptitud pecuaria de la microcuenca se divide en cuatro clases principales, debido a las condiciones naturales descritas en el Capítulo 3, la microcuenca cuenta con un 20% de superficie en condiciones muy favorables para desarrollar actividades pecuarias, el 19% en condiciones de alta aptitud, un 46% en situación de baja capacidad y un 14% en condiciones de muy baja aptitud.

En la Figura 39 se puede observar la distribución territorial de las diferentes clases de aptitud, donde las mejores zonas se encuentran en la parte media de la microcuenca, y la parte baja y alta no se consideran aptas para la ganadería de especies mayores.

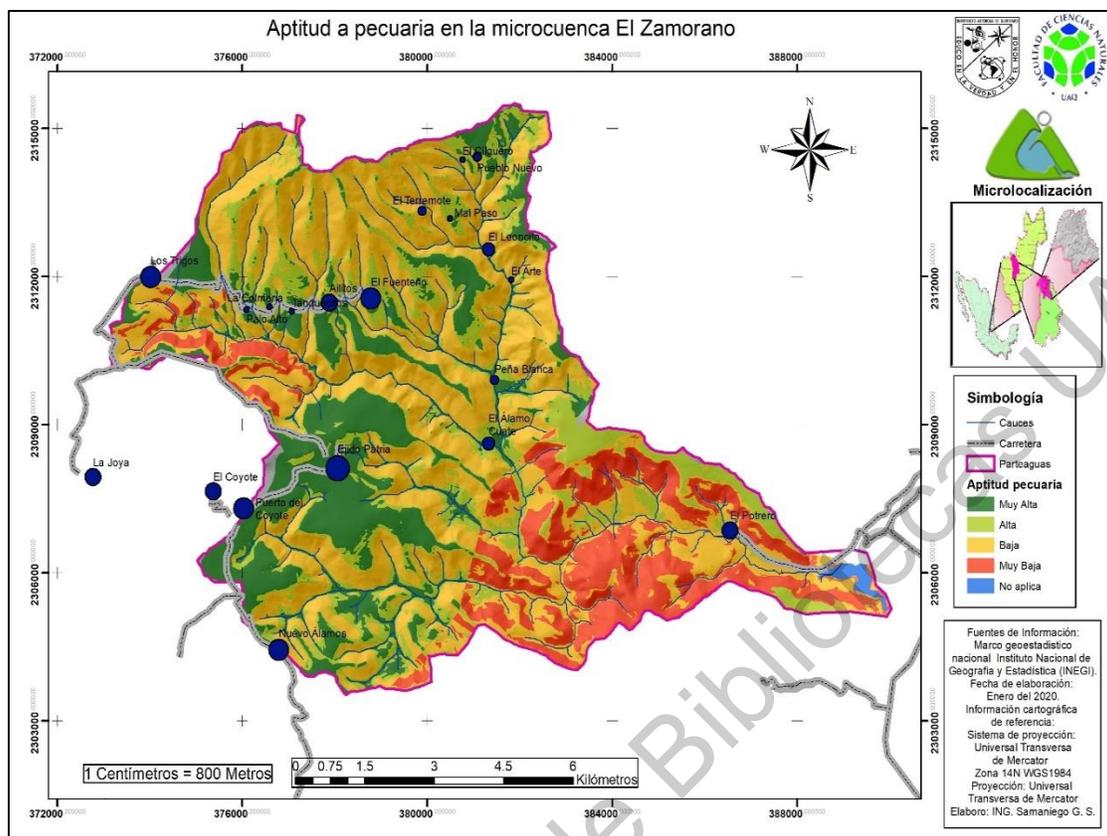


Figura 39. Resultado de la aptitud pecuaria.
 Fuente: Elaboración propia.

Aptitud agrícola.

Al realizar el cálculo de la aptitud agrícola se obtuvo que el 18% de la superficie de la microcuenca cuenta con condiciones muy aptas para realizar agricultura, el 4% son condiciones de alta aptitud, el 33% de la superficie tiene condiciones de baja posibilidad y el 45% presenta muy baja capacidad para soportar la actividad agrícola.

En la siguiente figura se puede observar la distribución espacial del cálculo de aptitud agrícola, dicho resultado corresponde con la información de uso del territorio presentada en la sección 3.9., donde se puede visualizar las zonas que las habitantes de la microcuenca destinan para actividades primarias.

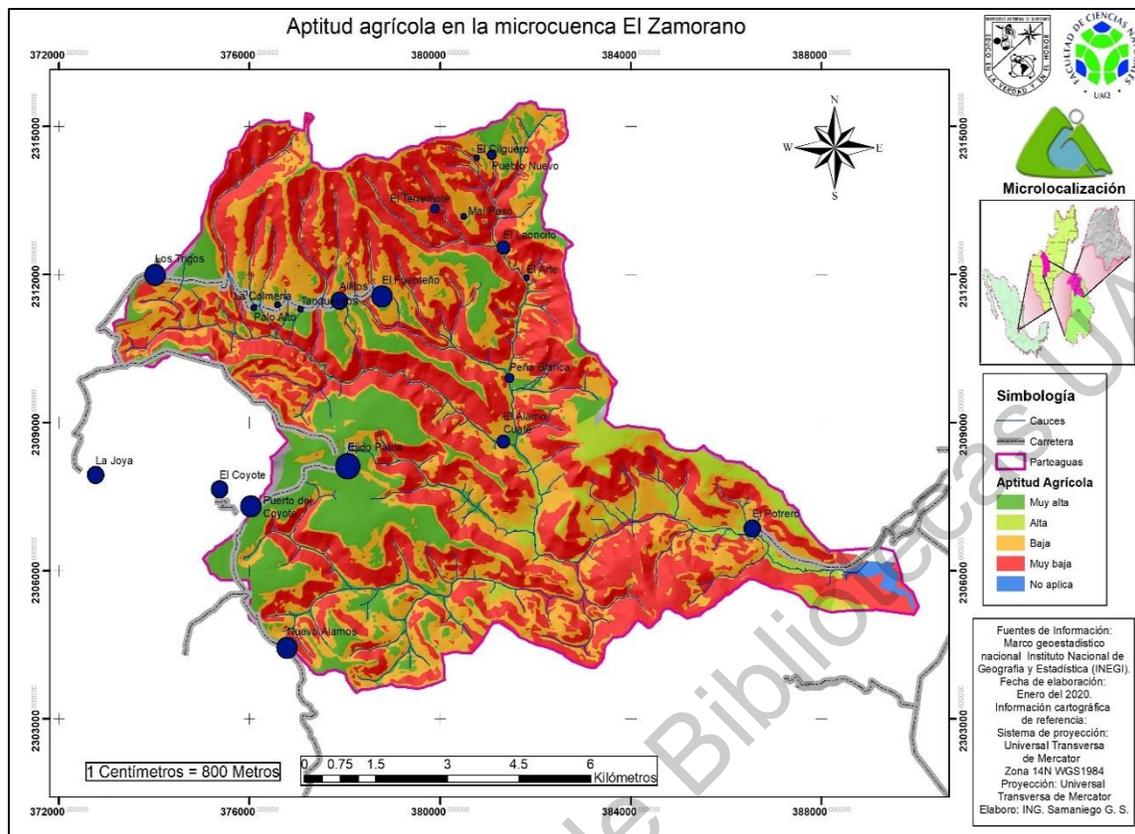


Figura 40. Resultado de la aptitud agrícola.
Fuente: Elaboración propia.

En la microcuenca el Zamorano el 39% de la superficie cuenta con condiciones favorables a muy favorables para realizar actividades agropecuarias donde se pueden obtener altos rendimientos para las actividades que se desarrollen, en el resto del territorio se tendrían que realizar inversiones significativas y que supondrían alto riesgo para la recuperación del capital.

5.6.- Cambio de uso del suelo 1986-2015.

Para realizar el análisis de cambio de uso de suelo primeramente se obtuvo una clasificación supervisada de imágenes satelitales en las que se determinaron las clases de usos de suelo para dos escenas, una del año 1986 y otra para el año 2015.

A continuación en la Figura 41 se presentan los resultados de la clasificación supervisada para las coberturas de suelo del año 1986, en ella se puede observar que las zonas altas de la microcuenca cuentan con vegetación de bosque conservado, manteniendo áreas compactas de vegetación.

Conforme se va disminuyendo en altura se aprecia que en la parte media y baja de la microcuenca, la vegetación se compone de matorral conservado, se ve combinada en las zonas de baja pendiente con porciones de matorral degradado y

zonas de pastizal, se puede apreciar que las zonas desprovistas de vegetación se encuentran en la parte media de la microcuenca y son polígonos compactos y regulares.

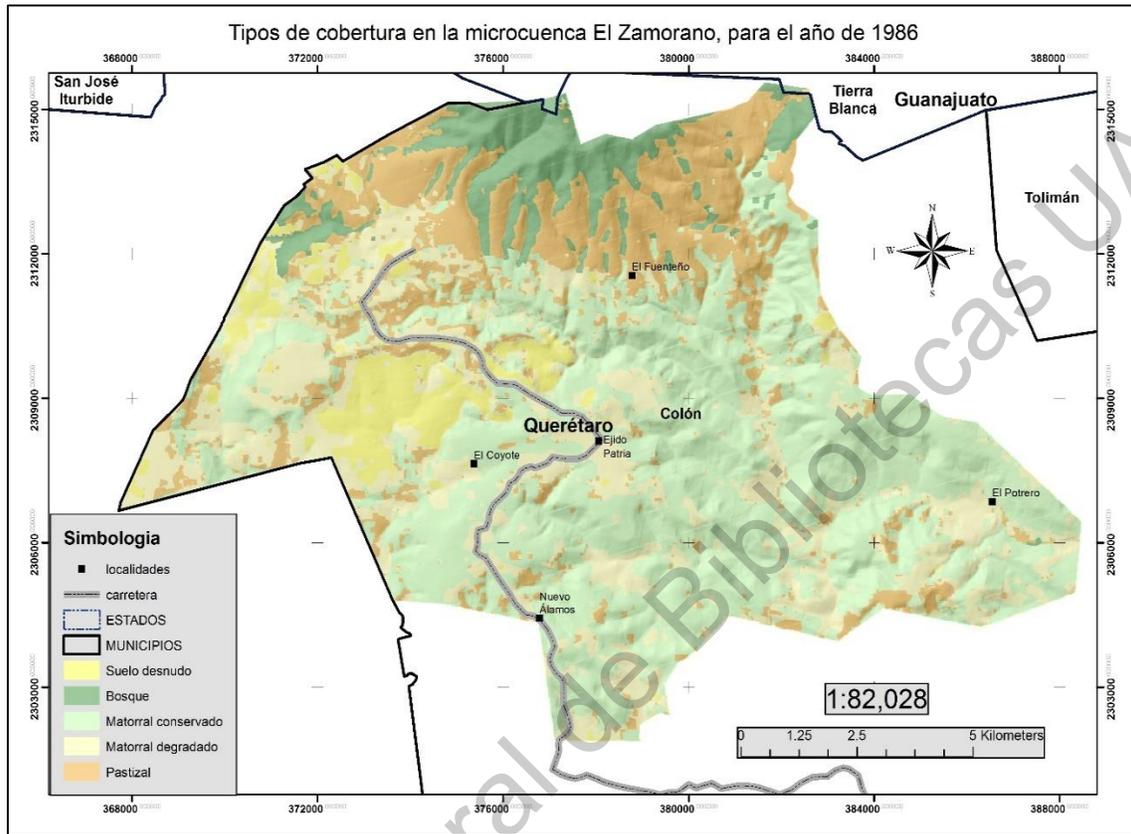


Figura 41 Clasificación de coberturas de suelo para el año 1986.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 42 se muestra la clasificación de coberturas de suelo para el año 2015, fueron homogeneizadas las categorías y colores para una visualización del comportamiento espacial de ambas clasificaciones; se puede observar la fragmentación del ecosistema de bosque presente en la parte alta de la microcuenca, así como una disminución del 40% en la superficie que abarcaba el matorral conservado.

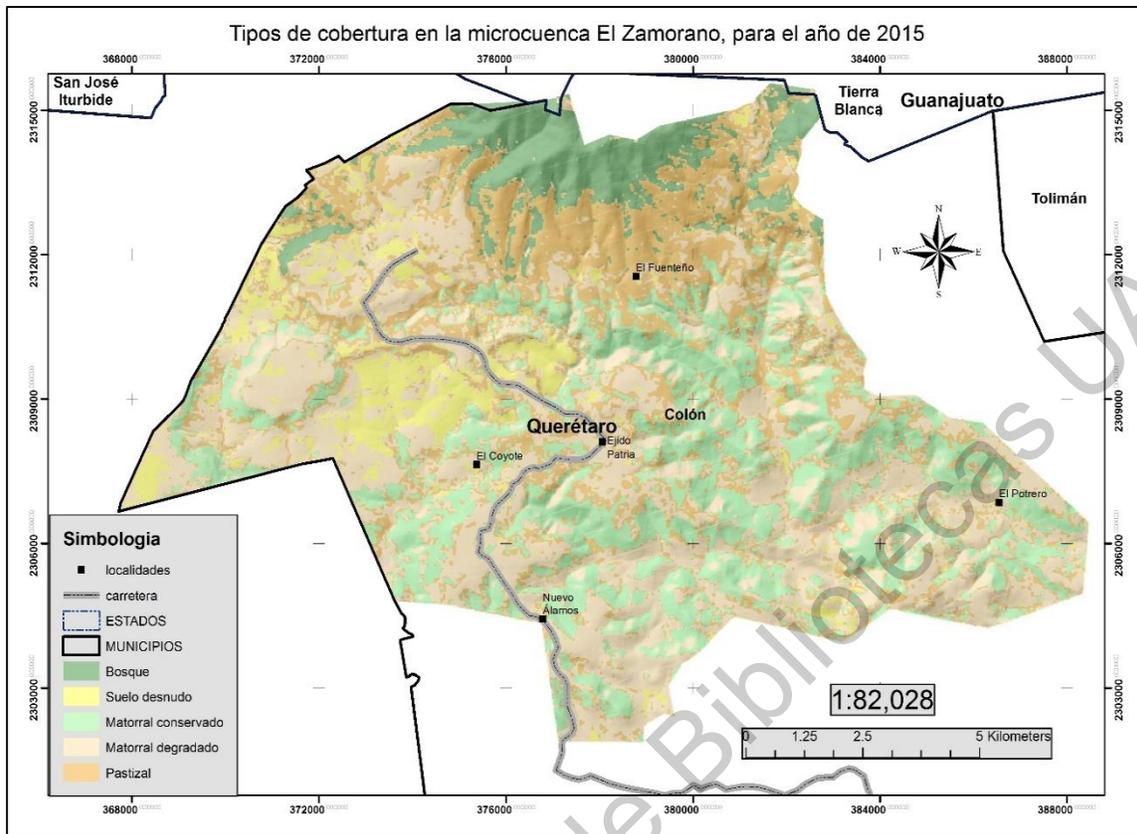


Figura 42. Clasificación supervisada de cobertura de suelo para el año 2015.
Fuente: Elaboración propia.

Al realizar una comparación visual de los usos de suelo para los años 1986-2015, se puede apreciar la disminución de zonas conservadas y la fragmentación de los ecosistemas, las zonas que se han conservado presentan altas pendientes, y son inaccesibles para realizar actividades agropecuarias.

En la Figura 43 se puede visualizar el comportamiento gráfico de los tipos de cobertura de suelo analizados, colocando en color azul y del lado izquierdo las coberturas de la escena correspondiente al año 1986, y colocando del lado derecho y en color anaranjado las coberturas de la escena del año 2015.

Se puede observar que la superficie de bosque tuvo una reducción poco significativa, pero el matorral conservado disminuyó en un 40%, lo que se correlaciona directamente con la apreciación ambiental que tienen los habitantes de la microcuenca, puesto que ellos llaman a los árboles “naturaleza” y procuran su conservación, es por esto que no realizan tala o desmontes de zonas arboladas.

Debido a las actividades agropecuarias que son el principal sustento de los habitantes de la microcuenca, principalmente a la ganadería extensiva, fue propiciado el cambio de uso de matorral conservado a matorral degradado y el aumento en las zonas de pastizales.

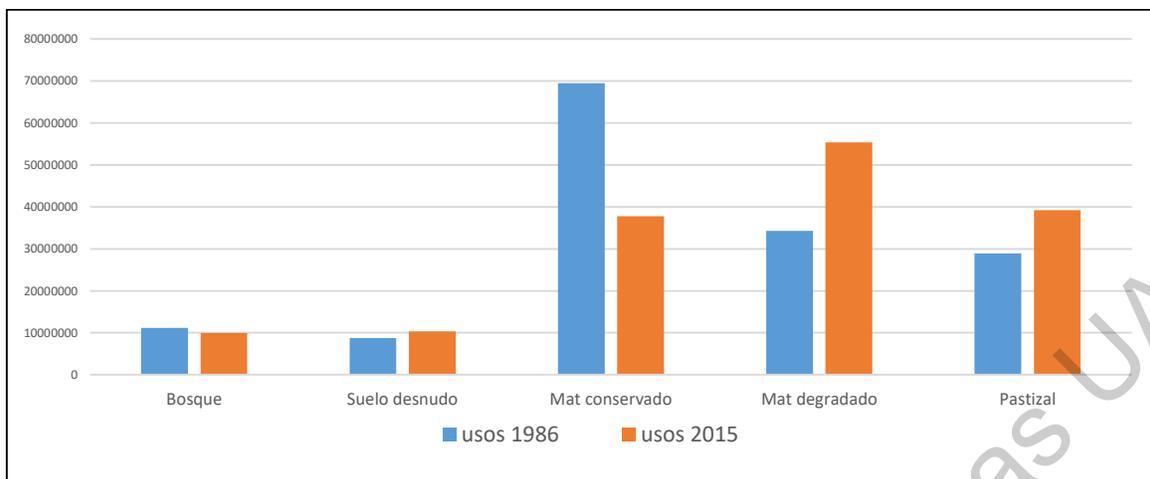


Figura 43. Representación gráfica de los cambios de superficie.
Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente al análisis de cambio de uso de suelo, se reclasifico el mapa de uso actual del territorio, para asignar categorías correlacionadas con la conservación, donde 3404.9 ha. que representan el 34.7% de la microcuenca corresponden a zonas donde el uso de suelo es propenso a entrar en un esquema legal de conservación.

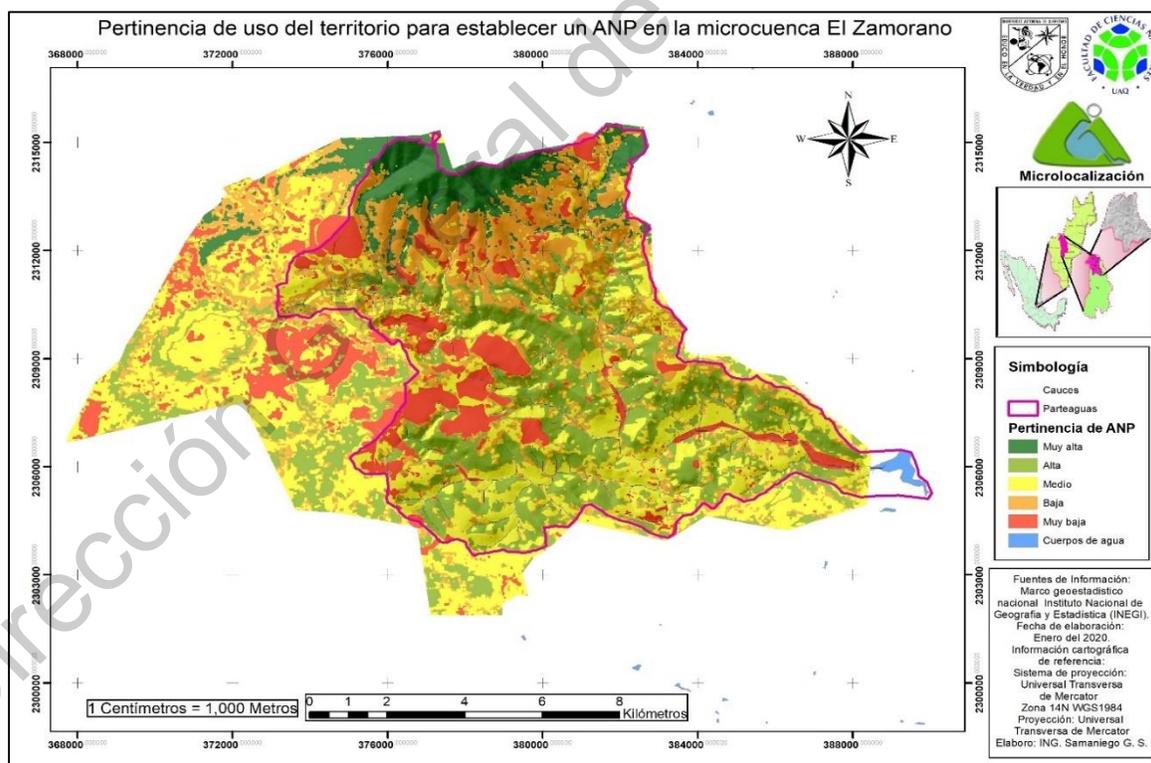


Figura 44. Factibilidad de conservación del uso actual de suelo.
Fuente: Elaboración propia.

El 37.1 % de la microcuenca no presenta condiciones de uso de suelo actual favorables para la conservación, porcentaje que es altamente similar al resultado de las zonas que son aptas y muy aptas para realizar actividades agrícolas y pecuarias.

Estos resultados sugieren que los habitantes de la microcuenca, por sus saberes históricos, han ocupado y aprovechado los espacios más productivos del territorio, pero debido al aumento de población, han comenzado a utilizar zonas de menor rentabilidad, propiciando la degradación de la vegetación de tipo matorral, principalmente para realizar actividades pecuarias, situación que prevalecerá, debido a condiciones de inaccesibilidad, propiciando zonas aisladas de conservación también llamadas relictos. Es por esta razón que propiciar el establecimiento de zonas de conservación interconectadas que propicien la creación de corredores biológicos y generen alternativas económicas sustentables para los pobladores de la microcuenca es de suma importancia.

5.7.- Zonas propensas a pérdida de suelo.

En la Figura 45 se muestra espacialmente la distribución de la erosión potencial sobre el modelo de elevación digital utilizado para contrastar el relieve, se logra apreciar que las zonas que presentan mayor erosión potencial corresponden a las laderas con mayor inclinación, que se encuentran principalmente en la zona alta de la microcuenca, y en las zonas aledañas a los cauces principales de la zona media.

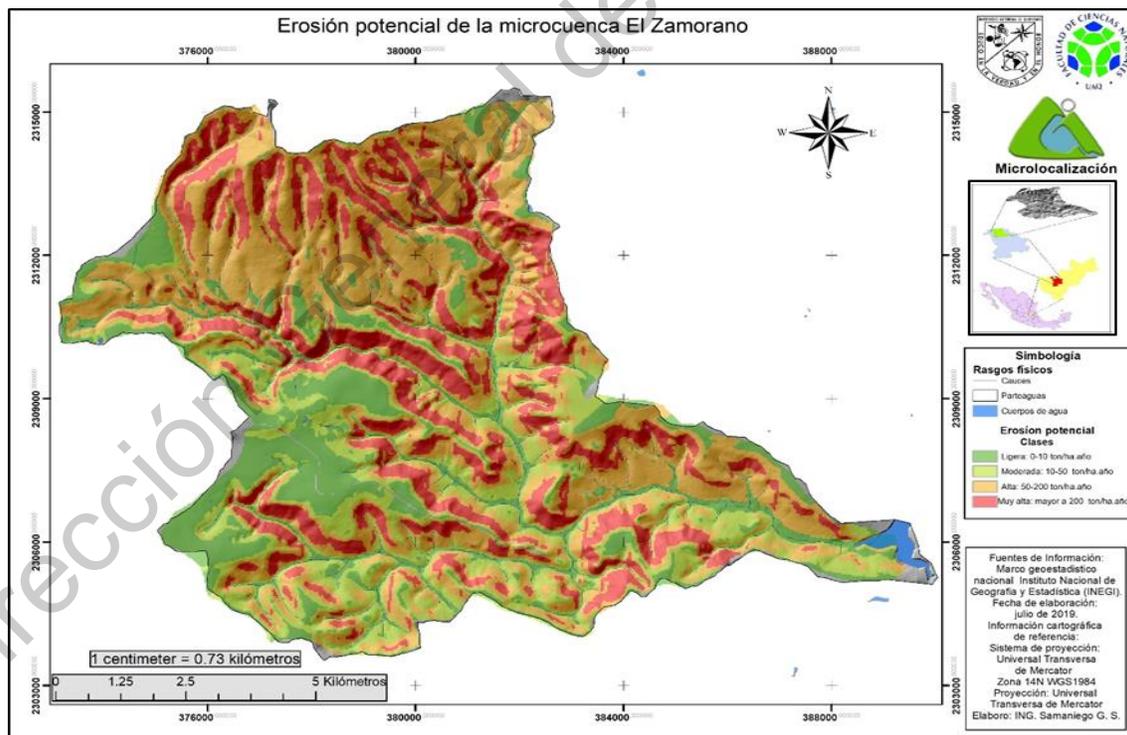


Figura 45. Resultado de la Erosión potencial.

Fuente: Elaboración propia.

Las zonas con erosión potencial ligera, representan el 18.4% de la superficie, las de moderada erosión comprenden el 16.7% del territorio, el 41.2% de la región es propensa a sufrir altos niveles de erosión potencial y el 23 % de la microcuenca es susceptible a niveles muy altos de erosión potencial.

Alrededor del 64% del territorio de la microcuenca, se encuentra susceptible de perder la cobertura de suelo existente, situación que se presentaría de ser removida la cobertura de vegetación actual, dicha condición de pérdida de suelo azolaría la presa de la soledad, inutilizándola para los fines de provisión de agua para los que fue construida.

5.8.- Fragilidad ambiental.

La fragilidad ambiental se entiende como la capacidad natural de un ecosistema a enfrentar agentes de cambio, y se encuentra determinada por la correlación de los componentes naturales, en los que se contemplaron relieve, pendiente, suelo y vegetación.

En base a los resultados obtenidos se encontró que el 52% del territorio se cataloga en fragilidad ambiental muy alta, el 20% en fragilidad alta, el 13% en fragilidad media y el 4% se encuentra en fragilidad baja, en la siguiente figura se puede observar la distribución espacial de la fragilidad ambiental.

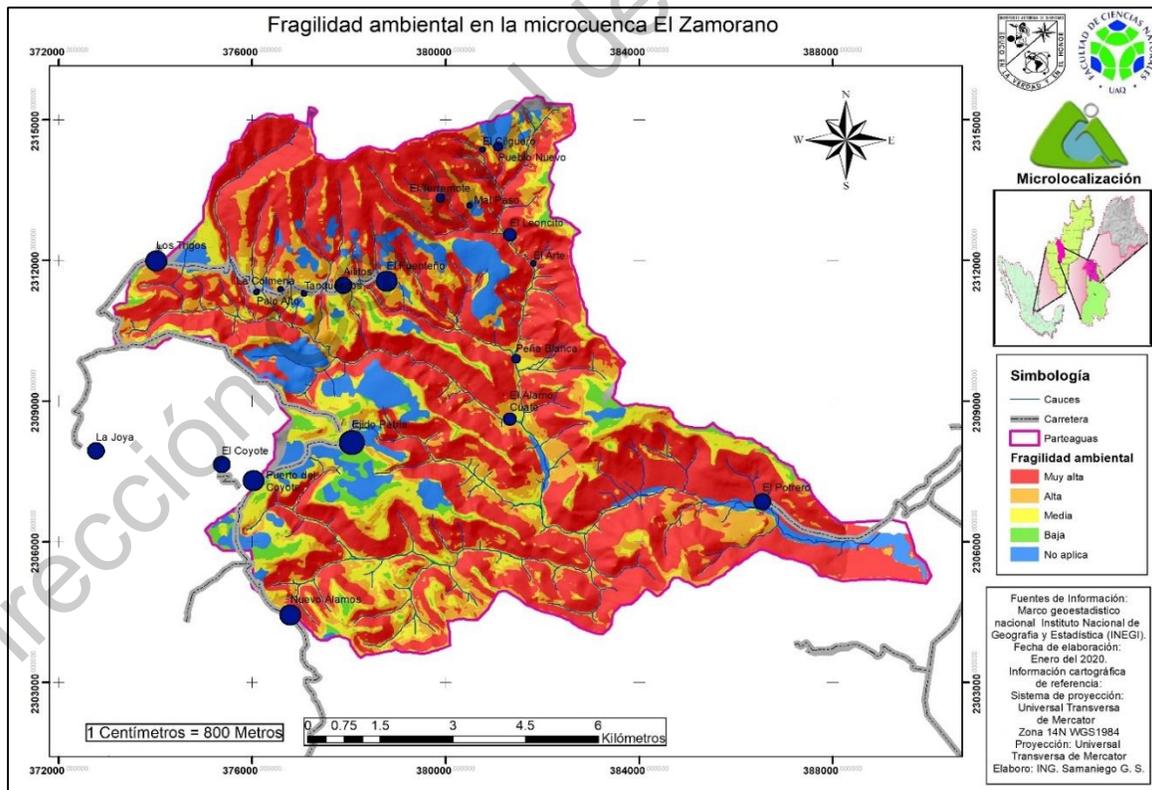


Figura 46. Resultado de la fragilidad ambiental.
Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se seleccionaron de manera automática las zonas con nivel alto de aptitud para la conservación, resultando polígonos alargados con forma irregular, que abarcan 5003 ha. representando el 51% de la microcuenca.

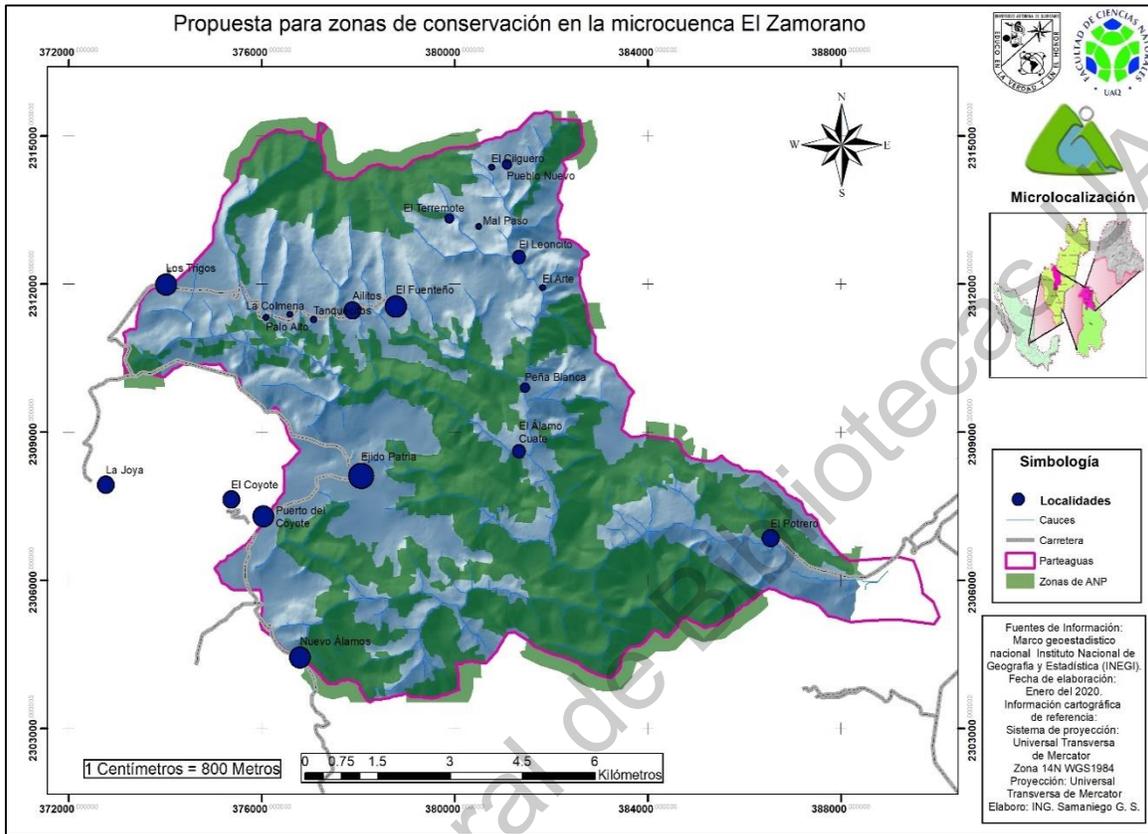


Figura 48. Zonas factibles de conservación.
Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente se dibujó de manera manual polígonos sobre los contornos, procurando suavizar los límites y compactar las zonas para obtener una delimitación final, la cual presenta cuatro zonas con alto grado de aptitud para la conservación, estas zonas se encuentran distribuidas de la siguiente manera:

La zona de conservación de la parte alta de la microcuenca, abarca 749 ha. que representa el 7.6% de la superficie total, corresponde principalmente a la zona boscosa.

Zona de conservación de la parte media y baja, abarca 2858.4 ha. que representa el 29.2% de la superficie total de la microcuenca, está conformada por un polígono irregular que se distribuye a partir de una zona núcleo posicionada al sur de la microcuenca, la cual presenta dos ramificaciones principales, que interconectan la mayoría de los ecosistemas presentes en la microcuenca, con lo que se espera minimizar el impacto de la formación de zonas aisladas, y propiciar la movilidad faunística.

La zona de conservación sureste abarca 658 ha. que representan el 6.7% de la superficie de la microcuenca, se considera importante señalar que es la única zona que cuenta con distintos puntos de acceso carretero, lo que podría significar una ventaja para la realización de actividades.

Adicionalmente hay otras dos zonas aisladas, una en la parte oeste, y otra en la zona noreste, la superficie que abarcan es de 58 y 87 ha. respectivamente, dichas zonas fueron respetadas por ser propuestas directas de los pobladores del ejido El Coyote, que como se mencionó en el CAPITULO 3, no cuentan con núcleo de población dentro de la microcuenca, pero mostraron gran interés en participar en los trabajos de investigación.

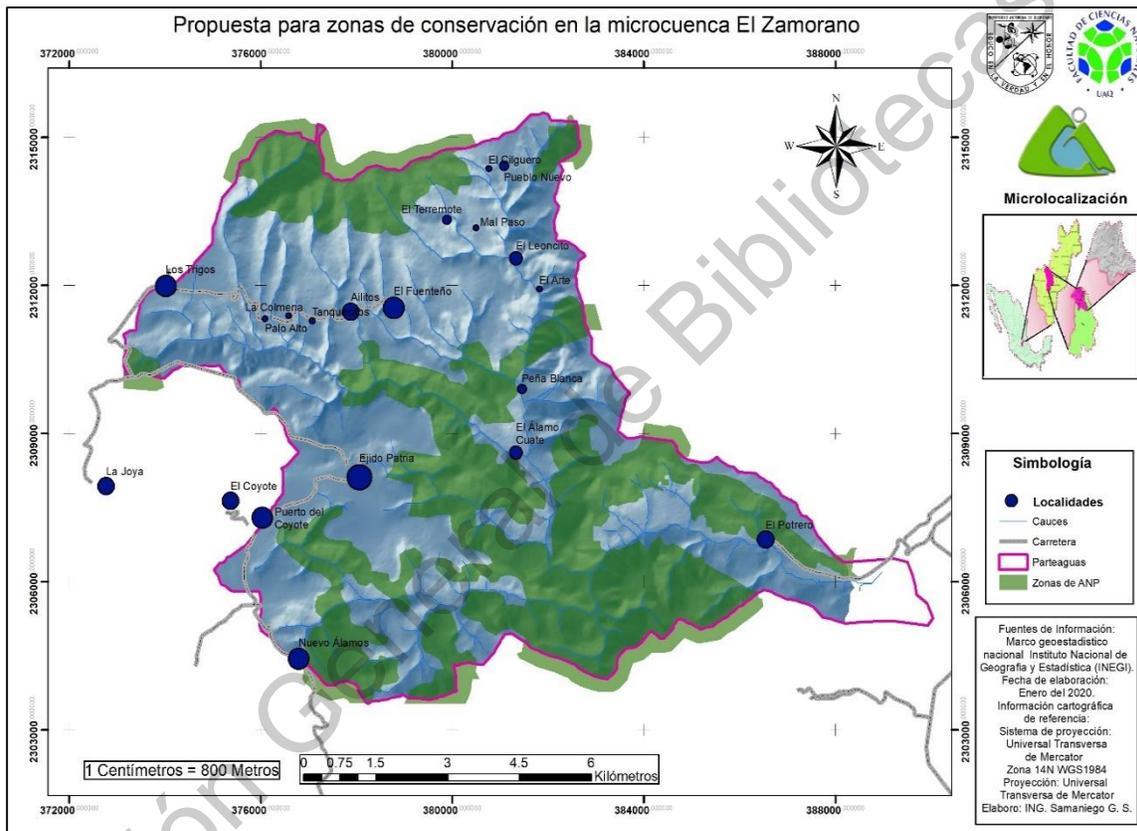


Figura 49. Compactación de zonas factibles para conservación.
 Fuente: Elaboración propia.

6.- DISCUSIÓN

La microcuenca El Zamorano presenta el paisaje característico del medio rural mexicano, donde la reducción de ingresos económicos, derivados de la depreciación de actividades de producción primaria, han orillado a las personas a satisfacer sus necesidades primarias mediante el aprovechamiento y degradación de los recursos naturales, como expone (Cruz et al., 2012).

Actualmente la percepción ambiental de los habitantes se ve mezclada con las tendencias globales que promueven la conservación, donde las instituciones pronuncian posturas a favor del medio ambiente (PNUD, 2015), (CONANP-SEMARNAT, 2014), pero las personas se encuentran en constante contradicción ideológica, puesto que ellos aspiran acceder a una mejor calidad de vida, donde los estándares son proporcionados constantemente por distintos medios de comunicación que tienden a magnificar el consumo y el acceso a servicios públicos (Garduño et al., 2005).

En este contexto la microcuenca El Zamorano, es tomada en cuenta como sitio prioritario para la conservación (Arteaga, 2012); (A. Fernández, 2009) y (Domínguez, 2018) en el que se prospecta que para el año 2030 ya deberá de estar decretada la zona de conservación denominada Pinal del Zamorano, que abarca totalmente la zona de estudio de la presente investigación.

Durante el desarrollo de la presente investigación los habitantes del El ejido Fuenteño, manifestaron que colaborarían en los trabajos, pero durante la aplicación del primer diseño de encuestas y cuando los pobladores comprendieron el objetivo del trabajo, mencionaron que ellos ya contaban con una UMA en la que conservaban las zonas boscosas para la reproducción con fines comerciales del venado, los resultados obtenidos en las encuestas realizadas en dicha localidad dan muestra del alto grado de compromiso por la conservación ambiental y los conocimientos sobre el concepto de ANP, así como sus implicaciones legales.

Caso contrario en el ejido Trigos, que al ser vecino de el Fuenteño han resentido las restricciones en el uso de los recursos naturales, que bajo fundamento legal hacen valer los responsables de la UMA, por lo que manifestaron no estar interesados en participar en la investigación, pero que ellos están conscientes de la necesidad de conservación ambiental, dicha conciencia queda de manifiesto al realizar el análisis de cambio de uso de suelo, y observar que ha disminuido menos del uno por ciento de la superficie boscosa. Dichas particularidades no son contempladas en los programas oficiales de ordenamiento del territorio.

Los resultados obtenidos en la primera sección de los dos tipos de encuestas aplicadas, corresponden a la caracterización socioeconómica de las personas encuestadas, estos se apegan a los datos obtenidos de (INEGI, 2013), además de ser similar a la información presentada para la misma microcuenca por (A. Fernández, 2009).

Al inicio de los trabajos de investigación los habitantes de la microcuenca, conocían vagamente el concepto de ANP, lo habían escuchado, pero no tenían claridad en sus implicaciones y especulaban sobre las repercusiones del decreto legal; que las personas tuvieran claridad en este tema se consideró de suma importancia, puesto que es una variable que influye directamente en la disposición y apropiación de los procesos, los resultados son concordantes con (Giles, 2015); (Correa, 2019) y (Y. Fernández, 2008).

Con la realización de talleres de aproximación al concepto de ANP, se logró difundir información para clarificar las dudas expuestas por los habitantes de la microcuenca, con lo que se logró un mayor nivel de aceptación, situación que ha sido documentada por (Montoya & Russo, 2013);(J. Sánchez, 2013); (J. Ramírez & Ramírez, 2003) y (Y. Garrido, 2016)

Lo anterior también contribuyó a la realización los talleres de mapeo participativo, herramienta que contribuyo a la priorización de zonas socialmente aceptadas para la conservación ambiental, lo cual también contribuye a la conservación cultural, manejo endógeno de los recursos naturales y gobernación comunitaria, como lo mencionan (Sletto et al., 2013) y (Smith et al., 2013).

La evaluación de la factibilidad para la conservación ambiental en la microcuenca se realizó en concordancia con diferentes estudios ambientales que corresponden al bagaje del ordenamiento territorial, y la gestión integrada de cuencas, donde se utilizaron herramientas que se consideran esenciales para la planificación del uso y manejo sustentable de los recursos naturales (SEMARNAT, 2006); (Palacios et al., 2004) y (García, 2010).

Los pobladores seleccionaron zonas ambientalmente pertinentes para la conservación, que fueron complementadas con el análisis de las zonas ambientalmente viables, con lo que se obtuvo un mapa detallado de sitios prioritarios para la conservación que se complementa con el trabajo de investigación desarrollado por (A. Fernández, 2009).

En contraste en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Colón, que se encuentra circunscrito en el Ordenamiento Ecológico del Estado de Querétaro (Domínguez, 2018) y (SEDESU, 2018), se propone para el año 2030 el decreto del total del territorio de la subcuenca El Zamorano, lo que ambientalmente promoverá la conservación, pero se encontrará con la dualidad de la aceptación de las localidades que no lo consideran conveniente.

7.- CONCLUSIONES.

En la microcuenca El Zamorano, la degradación ambiental existente, fue propiciada por la utilización de los recursos naturales, con el objetivo de satisfacer necesidades primarias, principalmente de alimentación, vivienda y calefacción.

Sus principales actividades económicas son de producción primaria acotándose a la ganadería y agricultura, situación que ha propiciado la fragmentación del paisaje, debido a la ocupación de los terrenos más aptos y simultánea creación de relictos de vegetación conservada.

El conocimiento y que poseen los habitantes de la microcuenca en relación al concepto de ANP y sus implicaciones en el uso del territorio, se encuentra estrechamente relacionado con el ejido y localidad a la que pertenecen, por lo que se realizó una descripción de los principales hallazgos obtenidos en cada localidad.

Los pobladores del ejido Fuenteño que se encuentra en la zona alta de la microcuenca, ya cuentan con una zona de conservación de tipo UMA, asisten ocasionalmente a talleres de capacitación y cuentan con prácticas de conservación ambiental muy arraigadas, ellos han transmitido a las demás localidades diversas opiniones sobre el establecimiento de una zona de conservación.

En el ejido Trigos, se pudieron aplicar las primeras encuestas, y se documentó que las personas están conscientes de la importancia de la conservación, pero no permitieron la realización de los talleres de aproximación y mapeo, puesto que al ser vecinos del ejido Fuenteño cuentan con información difusa de las implicaciones del establecimiento de una zona de conservación, y han recibido restricción en el uso de los recursos naturales de los terrenos limítrofes entre ejidos.

En las entrevistas refirieron que ya no pueden utilizar esa leña, no los dejan pastorear su ganado, y los han condicionado a colocar cercas que no dejan transitar a los venados que anteriormente cazaban y en alguna ocasión tuvieron un incidente en el que un puma se comía al ganado y no lo podían cazar porque pertenecía a la UMA, en el análisis de cambio de uso se observó una mínima reducción de la zona forestal dentro de este ejido, lo que es congruente con la importancia a la vegetación que resaltaron en las encuestas, por lo que se concluye que aunque en este ejido es muy baja la probabilidad de poder decretar una zona de conservación, la zona forestal se mantendrá de manera voluntaria.

En los ejidos de El Coyote, Patria y Álamos se desarrollaron todas las actividades de manera óptima, las personas contaban con experiencias transmitidas de manera oral por personas del ejido el Fuenteño, quienes les han manifestado las ventajas de establecer una zona de conservación, por lo que solo fue necesario clarificar los conceptos y principales implicaciones, manifestaron interés por establecer Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre, principalmente destinadas al aprovechamiento de fauna silvestre o reproducción de

las especies de cactáceas que se encuentran en el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El ejido el Potrero se encuentra en una situación de aislamiento, al no contar con vías de comunicación directas para llegar a las demás localidades, la única manera de poder llegar a las partes altas de la microcuenca es recorriendo los cauces que presentan condiciones inaccesibles, a menos de que se recorran caminando. Las personas no contaban con conocimiento previo respecto a las implicaciones del establecimiento de una zona de conservación, pero al desarrollarse los trabajos de investigación mostraron gran interés en establecer un Área Natural Protegida Comunitaria, con la que los pobladores buscan acceder a recursos públicos y promoverse como un destino para el turismo de conservación.

Al realizar la investigación con el enfoque de cuenca, se logró armonizar los conocimientos y percepciones de los habitantes con las necesidades ambientales de conservación, con ello se delimitaron detalladamente las zonas en las que es pertinente y viable establecer zonas de conservación, que contarán con características específicas compatibles con los habitantes y poseedores del territorio.

El proceso de aproximación a la microcuenca se realizó de manera gradual, siendo muy oportuna la presentación oficial de parte de los representantes académicos de la UAQ, lo que propicio un clima de confianza, aceptación y participación de los habitantes en las diferentes etapas del trabajo de investigación.

El diseño de las encuestas fue un momento clave, puesto que al ser corregido en estructura, lenguaje y temas de interés con las autoridades locales se involucraron en el proceso y comprendieron los alcances de la investigación, así como la intención de generar información que propiciara la conservación del medio ambiente.

Al complementar los resultados obtenidos en la etapa de análisis ambiental realizada mediante sistemas de información geográfica, con la información recabada en las encuestas y talleres, se comprendió la importancia de involucrar a los habitantes en las propuestas de gestión, ya que ellos son los que conocen las particularidades de su territorio, conocen las interacciones sociales e históricas de los habitantes, saben que propuestas son prioritarias y hasta qué punto se van a involucrar o empoderar de los modelos de gestión propuestos de manera oficial. Por estas razones se recomienda realizar modelos de gestión en los que sean involucrados los habitantes del territorio, la presente investigación representa el esfuerzo por compatibilizar las necesidades ambientales con la percepción social en búsqueda de la conservación del medio ambiente a través del desarrollo sustentable.

8.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Aboytes, F. (2008). *Modelo de capacitación en agricultura orgánica como alternativa de producción para el desarrollo rural sustentable de la microcuenca de San José la Laja*. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Aguilar, W., Alonzo, D., Canul, D., & Cerón, J. (2012). Percepción social sobre los beneficios de estar viviendo en un área natural protegida : Otoch Ma'ax Yetel Kooch. *Teoría y Praxis*, 34–51. <https://doi.org/10.22403/UQROOMX/TYP12/02>
- Arcgis. (2015). *Generalización de imágenes de ráster clasificadas*. <http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/009z0000003p000000>
- Arias, C. (2006). Enfoques teóricos sobre la percepción que tienen las personas. *Horizontes Pedagógicos*, 8(1), 9–22. <https://revistas.iberamericana.edu.co/index.php/rhpedagogicos/article/view/590>
- Arteaga, A. (2012). *Plan de Desarrollo Municipal 2012-2015* (pp. 1–137). <http://www.riverahuila.gov.co/apc-aa-files/65613064376135623434653162323934/pdm.pdf>
- Borrego, A., & Hernández, R. (2014). Desarrollo de comunidades rurales y degradación de recursos forestales en la región Occidente de México. *Economía Informa*, 386, 16–30. [https://doi.org/10.1016/s0185-0849\(14\)70427-x](https://doi.org/10.1016/s0185-0849(14)70427-x)
- Brooks, K., Ffolliott, P., & Magner, J. (2013). *Hydrology and the Management of Watersheds* (4a ed.). <https://doi.org/10.1002/9781118459751>
- Brundtland, G. (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro futuro común*. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Informe+de+la+comision+mundial+sobre+el+medio+ambiente+y+el+desarrollo.+nuestro+futuro+comun#5>
- Carabias, J., & Rabasa, A. (2017). *Cien años de políticas y normatividad ambiental*. www.juridicas.unam.mx
- Carranza, J. (2010). *Propuesta de Manejo Sustentable de la Ganadería Extensiva en la Microcuenca Guadalupe de Támula, Guanajuato*. Universidad Autónoma de Querétaro.
- CEDRSSA. (2018). *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales - SEMARNAT- Historia*. http://www.cedrssa.gob.mx/post_secretar-n-a_de_medio_ambiente_y_recursos_naturales_-_n-semarnat-n.htm
- CESOP. (s/f). *Medio ambiente*. Recuperado el 9 de febrero de 2020, de http://archivos.diputados.gob.mx/Centros_Estudio/Cesop/Eje_tematico/9_mambiente.htm
- CONANP-SEMARNAT. (2014). *Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2014-2018* (p. 152).
- CONANP-SEMARNAT. (2018). *100 años de Conservación en México 1917-2017 Áreas Naturales Protegidas* (I. March & E. Bustamante (eds.)).
- Correa, E. (2019). *Análisis del plan de ordenamiento, evaluación y propuesta de diseño. Sierra Gorda Querétaro*. [Universidad Iberoamericana]. <https://doi.org/10.3726/978-3-0352-0094->

- Cortés, H. (1991). *Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados* [Colegio de Postgraduados]. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=COLPOS.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=016937>
- Cotler, H., Galindo, A., González, I., Pineda, R., & Ríos, E. (2013). *Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo*. http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/Cuencas_final_2014.pdf
- Cruz, E., Zizumbo, L., Cruz, G., & Quintanilla, A. (2012). Las dinámicas de dominación capitalista en el espacio rural: La configuración de paisajes turísticos. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 9(69), 151–174. <https://www.redalyc.org/pdf/117/11726371003.pdf>
- Domínguez, F. (2018). Programas de ordenamiento Ecológico Local, Colón, Querétaro. *La sombra de Arteaga, Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Querétaro*, 151(15), 7467–7850. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- FAO. (1980). *Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos* (FAO, UNESCO, & PNUMA (eds.); 1a ed.). https://books.google.com.mx/books/about/Metodología_provisional_para_la_evaluac.html?id=9stIPAAACAAJ&redir_esc=y
- FAO. (2007a). *El proyecto interregional para la conservación y el desarrollo participativos de las tierras altas*. <http://www.fao.org/3/v9122s/v9122s05a.htm>
- FAO. (2007b). *La nueva generación de programas y proyectos de gestión de cuencas hidrográficas* (EOMF, ICIMOD, REDLACH, & ICRAF (eds.)). <http://www.fao.org/3/a0644s/a0644s00.htm>
- Fernández, A. (2009). *Propuesta de áreas de conservación y evaluación del paisaje en la microcuenca Ejido Patria*. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Fernández, Y. (2008). ¿Por qué estudiar las percepciones ambientales? Una revisión de la literatura mexicana con énfasis en Áreas Naturales Protegidas. *Espiral, Estudios sobre Estado y Sociedad*, 15(43), 179–202. <http://www.scielo.org.mx/pdf/espiral/v15n43/v15n43a6.pdf>
- Galván, D. (2007). *Y nosotros ¿qué? Incorporación del Ejido La Vega al Área de Protección de Flora y Fauna de Cuatrociénegas* [Universidad de las Américas Puebla]. http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/laac/galvan_b_d/
- García, H. (2010). *Aplicación de indicadores de sustentabilidad en la subcuenca Tambula Picachos*. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Garduño, L., Salinas, B., & Rojas, M. (2005). *Calidad de vida y bienestar subjetivo en México* (P. y Valdés (ed.)). https://books.google.com.mx/books?id=j16GlakxXpgC&pg=PA5&dq=relación+consumo+calidad+de+vida+percepción&lr=&hl=es&source=gbs_selected_pages&cad=3#v=onepage&q=relación+consumo+calidad+de+vida+percepción&f=false
- Garrido, A., Pérez, J., & Enríquez, C. (2010). Delimitación de las zonas funcionales de las cuencas hidrográficas de México. En *Las cuencas hidrográficas de México* (pp. 14–17).

<https://doi.org/10.1345/aph.1E399>

Garrido, Y. (2016). Programa de educación ambiental para la reducción de los problemas ambientales comunitarios. *Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 4(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-01322016000100011

Geology.com, I. R. (s/f). *Petrología: Rocas ígneas*. Recuperado el 31 de enero de 2020, de https://www.ugr.es/~agcasco/msecgeol/secciones/petro/pet_mag.htm

Geomap, W. (2015). *Pan Sarpenting Landsat 8 using ENVI*. <https://www.youtube.com/watch?v=OJ8h7iUvddI>

Giles, B. (2015). *Percepción ambiental de los pobladores residentes del área de protección de flora y fauna meseta de Cacaxtla, Sinaloa, México* [Universidad Autónoma de Sinaloa]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35168.74246>

GisGeek. (2016). *Análisis de Erosión de suelo usando ArcGis - Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (USLE)*. <http://sig-geek.blogspot.com/2016/06/analisis-de-erosion-de-suelo-usando.html>

Godau, R. (1985). La protección ambiental en México: sobre la conformación de una política pública. *Estudios Sociológicos*, 3(7), 47–84. <https://www.jstor.org/stable/40419796>

Guevara, A. (2005). Política ambiental en México: génesis, desarrollo y perspectivas. *ICE: Revista de economía*, 821, 163–176.

Gutiérrez, D. (2008). *Propuesta de conectividad de áreas críticas para el mantenimiento de la estructura y función de la cuenca San Miguel de Allende*. Universidad Autónoma de Querétaro.

Gutiérrez, E. (2007). De las teorías del desarrollo al desarrollo sustentable. Historia de la construcción de un enfoque multidisciplinario. *Trayectorias*, 9(25), 45–60. <https://www.redalyc.org/pdf/607/60715120006.pdf>

Hernández, B. (2017). *Mapeo colaborativo como herramienta geotecnológica en apoyo al bienestar de los adultos mayores en San Pedro de los Metates, Acambay, Estado de México* [Universidad Autónoma del Estado de México]. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/71118/HERNANDEZ-BENITA-LGI-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hernández, J., Castro, R., Aguilar, G., & María, D. (2005). Pobreza rural y medio ambiente. Experiencias en cuatro comunidades de la selva seca de Oaxaca, México. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 55, 71–96. <https://www.redalyc.org/pdf/117/11705505.pdf>

I-ciencias. (2014). *Encontrar el máximo radio de círculo que se ajuste dentro de un polígono irregular*. <https://www.i-ciencias.com/pregunta/39704/encontrar-el-maximo-radio-de-circulo-que-se-ajuste-dentro-de-un-poligono-irregular>

IMTA. (2009). *ERIC III*.

INECC. (s/f). *II. Historia del Instituto Nacional de Ecología*. Recuperado el 9 de febrero de 2020, de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/260/historia.html>

INEGI. (1973). *Carta edafológica. Colón*.

- <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825661465>
- INEGI. (1974). *Carta geológica. Colón*.
<https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825643935>
- INEGI. (1999). Diccionario de datos Edafológicos (Vectorial) Escala 1:250 000. En *Sistema Nacional de Información Geográfica*. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- INEGI. (2003). *Relieve continental*.
<https://www.inegi.org.mx/temas/relieve/continental/default.html#Descargas>
- INEGI. (2010). *Hidrografía*. <https://www.inegi.org.mx/temas/hidrografia/default.html#Descargas>
- INEGI. (2011). *Conjunto de datos vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas. Edición 1.0, Querétaro*. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825292317>
- INEGI. (2013). *Censos y Censos de Población y Vivienda*. Censo de Población y Vivienda 2010.
<https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>
- INEGI. (2017). *Guía para la interpretación de cartografía uso del suelo y vegetación: escala 1:250,000* (6a ed.).
- Juárez, R. (2012). Veinticinco años de aplicación de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental: logros, retrocesos y perspectivas. *Política y Gestión Ambiental*, 1, 35–39.
http://www.ceja.org.mx/IMG/Veinticinco_Anos_de_Aplicacion_de_la_LGEEPA.pdf
- L3arris, G. (s/f). *SPEAR Pan Sharpening*. Recuperado el 23 de diciembre de 2019, de
<http://www.harrisgeospatial.com/docs/SPEARPanSharpening.html>
- LFPA. (1982). *Ley Federal de Protección al Ambiente*.
http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4709428&fecha=11/01/1982
- LFPPCA. (1971). *Ley Federal Para Prevenir la Contaminación Ambiental* (pp. 249–253). Diario Oficial de la Federación. <http://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/2188/2078>
- LGEEPA. (2018). Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. *Diario Oficial de la Federación, 05 de junio*, 1–135. <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgeepa.htm>
- LGEEPA, R. (2014). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas. *Diario Oficial de la Federación, 21 de mayo*, 53.
http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_ANP.pdf
- López, J., & Ixtacuy, O. (2018). Conservación y desarrollo, el caso del ecoturismo: una política ambiental fallida en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas. *El Periplo Sustentable*, 34, 82–108.
- Loredo, C., Beltrán, S., Moreno, F., & Casiano, M. (2007). *Predicción de riesgo a la erosión hídrica a nivel microcuenca* (INIFAP & CIRNE (eds.); 1a ed., Número 29).
- Martínez, Y., & Villalejo, V. (2018). La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 39(1), 58–72.
- Melo, C. (2003). II. Áreas naturales protegidas de México, su origen y desarrollo. En C. Gallegos (Ed.), *Áreas Naturales Protegidas de México en el siglo XX* (1a ed., Número 51, pp. 149–150).

- Montoya, C., & Russo, R. (2013). Eco-alfabetización: una herramienta de Educación Ambiental. *Revista Comunicación*, 16(2), 28. <https://doi.org/https://doi.org/10.18845/rc.v16i2.923>
- Ortega, C. (2009). *Análisis de los principios de gobernanza en la gestión del agua a nivel microcuenca en la subcuenca específica "Tambula-Picachos"*. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Oviedo, G. (2004). La Definición Del Concepto De Percepción En Psicología Con Base En La Teoría Gestalt. *Revista De Estudios Sociales*, 18, 89–96. <http://www.scielo.org.co/pdf/res/n18/n18a10.pdf>
- Palacios, J., Sánchez, M., Casado, J., Propin, E., Delgado, J., Velázquez, A., Chias, L., Ortiz, M., González, J., Negrete, G., Gabriel, J., & Márquez, R. (2004). *Indicadores para la caracterización y ordenamiento del territorio* (UNAM, SEDESOL, SEMARNAT, & INE (eds.)). http://www.ine.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=434
- Pérez, Y., Pérez, J., & Camejo, K. (2018). Procedimiento para en cálculo de la erosión hídrica a partir del MDT. *XVII Convención y Feria Internacional 2018*, 7.
- Pineda, R., & Cantoral, E. (2009). El manejo de cuencas y la conservación de especies: el caso de San Miguel de Allende, Guanajuato. *Ciencias 94, Abril-Juni*, 24–26. <https://www.revistaciencias.unam.mx/es/43-revistas/revista-ciencias-94/196-manejo-de-cuencas-y-conservacion.html>
- Pineda, R., Domínguez, M., Quintanar, E., Gilio, M., Roitman, P., Fonseca, A., García, M., Briceño, M., Vázquez, G., & Rickards, J. (2007). *Hacia una gestión integrada de cuencas en el estado de Querétaro, México* (pp. 313–338). <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/528/hacia.pdf>
- PNUD. (2009). Gestión de cuencas: un compromiso estatal, privado y ciudadano. En *Informe sobre Desarrollo Humano Perú 2009* (Número 1932, pp. 103–120). <https://doi.org/10.1017/S1478951509000108>
- PNUD. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible | PNUD*. <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- Quintero, M. (2011). *Propuesta Un Modelo de Gestión para el Manejo Integrado de la Subcuenca del Río Zaratí en las comunidades de Oajaca y Guabal Panamá*. Universidad Nacional de Costa Rica.
- Raiter, A. (2010). Las representaciones sociales. En *Representaciones Sociales* (2a ed., pp. 1–25). <https://doi.org/10.29057/esa.v5i9.2922>
- Ramírez, J., & Ramírez, G. (2003). Educación ambiental: conocer, valorar y conservar el medio. *ECOFRONTERAS*, 20, 38–40. <http://revistas.ecosur.mx/ecofronteras/index.php/eco/article/view/497>
- Ramírez, L. (2010). *Estimación de la pérdida de suelos por erosión hídrica en la cuenca del río Juramento - Salta* [Universidad Nacional de Salta]. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-estima_perdida_suelo_erosionh_cca_juramento_salta.pdf
- Ramos, S. (2016). *Tutorial Clasificación Supervizada ENVI 5.3*.

https://www.youtube.com/watch?v=Fb_KHgx-mUk

- Riemann, H., Santes, V., & Pombo, A. (2011). El papel de las áreas naturales protegidas en el desarrollo local El caso de la península de Baja California. *Gestión y Política Pública*, 20(1), 141–172.
- Robles, M. (2011). Dime qué ves y te diré qué piensas? El mundo de las percepciones y los retos para la comunicación ambiental. *Investigación ambiental*, 3(1), 48–56.
<http://www.revista.ine.gob.mx/article/view/129/93>
- Romagosa, F., Eagles, P., & Buteau, W. (2012). Evaluación de la gobernanza en los espacios naturales protegidos. El caso de la Columbia Británica y Ontario (Canadá). *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 32(1), 133–151.
- Sánchez, F. (2006). *Microcuencas: Alternativas jurídicas para su protección*.
http://www.ceja.org.mx/articulo.php?id_rubrique=30&id_article=122
- Sánchez, J. (2013). *Educación ambiental como herramienta para la conservación de las aves: evaluación del programa BirdSleuth* [Universidad de Costa Rica].
<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/1889/1/35836.pdf>
- SEDESU. (2018). *Ordenamiento Ecológico*.
<https://www.queretaro.gob.mx/sedesu/contenido.aspx?q=N3xseyWlljLB2NZhZuv/aNKdGf3bQaV/>
- SEMARNAT. (2006). *Manual del Proceso de Ordenamiento Ecológico*. (G. Alcantar, S. Castro, S. Díaz, F. Rosete, J. Gabriel, & J. Aguilar (eds.)).
- SIG, A. (2017). *Envi 5.3 (fácil) Corrección atmosférica y radiométrica*.
<https://www.youtube.com/watch?v=kEMVaMB3az0>
- Sletto, B., Bryan, J., Torrado, M., Hale, C., & Barry, D. (2013). Territorialidad, mapeo participativo y política sobre los recursos naturales: la experiencia de América Latina. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 22(2), 193–209.
<https://doi.org/10.15446/rcdg.v22n2.37014>
- Smith, J., Cartaya, V., Llambí, L., & Toro, J. (2013). *Análisis participativo del uso de la tierra y la calidad de vida en dos páramos de Venezuela: importancia para el diseño de estrategias de conservación* (pp. 1–21). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4410574>
- Tafur, V. (2005). *Manual metodológico para analizar la gestión actual del agua en el ámbito municipal*. CEDEPAS.
- UEGPS. (2018). Metodología para clasificación de coberturas a partir del procesamiento de imágenes satelitales. En *Mejoramiento del sistema de información estadística agraria y del servicio de información agraria para el desarrollo rural del Perú* (Número 5, p. 110).
<https://doi.org/10.1017/cjn.2014.24>
- UICN. (s/f). *Categorías de manejo de áreas protegidas de UICN*.
<https://www.iucn.org/es/regiones/americadelosur/nuestro-trabajo/areas-protegidas/categorias-de-manejo-de-areas-protegidas-de-uicn>
- Uribe, C. (2012). *Estimación de la erosión hídrica y recomendaciones para la conservación de suelos en la reserva de la Biósfera Barranca de Metztlán*. Universidad Autónoma Chapingo.

USGS. (2015). *EarthExplorer*. <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Valdez, J., Aguirre, C., & Ángeles, G. (2011). Análisis de los cambios en el uso del suelo en la cuenca del río Metztitlán (México) Usando Imágenes De Satélite: 1985-2007. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, XVII(3), 313–324.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v17n3/v17n3a3.pdf>

Vázquez, D. (2010). *La (re)invención de la naturaleza. Discursos, acciones y política de intervención dirigida hacia la gestión y el manejo del medio ambiente en la microcuenca El Lindero, Querétaro*. Universidad Autónoma de Querétaro.

Velázquez, G., & Cardona, G. (2017). El crecimiento económico en México y su relación con el turismo y medio ambiente (2003-2015). *Mundo FESC*, 13, 56–72.

Walker, J., Dowling, T., & Veitch, S. (2006). An assessment of catchment condition in Australia. *Ecological Indicators*, 6(1), 205–214. <https://doi.org/j.ecolind.2005.08.020>

Weber, M., & Ortega, A. (2015). Áreas Protegidas : Antiguos Y Modernos paradigmas de conservación. *Ecofronteras*, 19(53), 10–13.
<http://revistas.ecosur.mx/ecofronteras/index.php/eco/article/view/1558>

Yañez, C. (2007). *Las Áreas Naturales Protegidas en México, criterios para su determinación. Caso estudio: Sierra Tarahumara , Estado de Chihuahua* [Academia de Ingeniería México].
[http://www.ai.org.mx/ai/archivos/coloquios/2/Las areas naturales protegidas en Mexico.pdf](http://www.ai.org.mx/ai/archivos/coloquios/2/Las%20areas%20naturales%20protegidas%20en%20Mexico.pdf)

Zeballos, J. (2000). *Metodología de ordenamiento territorial*. www.intercambiosvirtuales.org

9.- ANEXOS.

9.1. Cuestionario aplicado en la etapa exploratoria de la percepción local.

Objetivo: Documentar cuál es el conocimiento que las personas de la microcuenca “El Zamorano” poseen sobre las áreas naturales protegidas, y percibir su disposición al establecimiento de una ANP en su territorio ejidal.

I. Identificación del sitio

Fecha (d/m/a)		
Localidad:		
Coordenadas	X:	Y:
Características del punto de encuesta		

II. Características de la persona encuestada

Sexo: Hombre () Mujer ()

Edad: _____

Sabe leer y escribir: Si () No ()

Es ejidatario: Si () No ()

Grado de escolaridad:

Primaria incompleta ()	Primaria completa ()	Secundaria incompleta ()	Secundaria completa ()
Preparatoria ()	Universitario ()	Otro, especificar:	

Ocupación principal:

Obrero ()	Comerciante ()	Ama de casa ()	Profesionista ()
Artesano ()	Trab. Doméstica ()	Estudiante ()	Campesino ()
Jubilado ()	Desempleado ()	Otro, especificar:	

Lugar de residencia: _____ **de**

Tiempo que lleva viviendo en la localidad de residencia: _____ **de**

III. Percepción sobre los recursos naturales de su localidad

1.- ¿Para usted que es la naturaleza? _____

2.- ¿Para usted que tan cuidada esta la naturaleza de su ejido?

Pésimo () Malo () Regular () Bueno () Excelente ()

3.- ¿Qué parte de la naturaleza es la más importante?

Plantas () Animales () Tierra () Agua () Otros: _____

4.- ¿Por qué considera que es la más importante?

5.- ¿La naturaleza forma parte importante en su vida diaria?

Si () No ()

6.- ¿En qué o de qué manera?

IV. Conocimiento personal acerca de las ANP

1.- ¿Sabe usted que es un área natural protegida?

Si () No ()

2.- ¿Para usted que es un área natural protegida? _____

3.- ¿Conoce o ha visitado usted alguna ANP?

Si () No ()

4.- ¿Cual ANP ha visitado? _____

6.- ¿Cuáles son las actividades que se hacen dentro de un ANP?

3.- ¿Usted sabe que el cerro del Zamorano del lado de Guanajuato es un ANP?

Si () No ()

V. Pertinencia del establecimiento de un ANP

1.- Si usted ha visitado algún ANP ¿Qué tan conservada estaba la naturaleza en el lugar que visito?

Pésimo () Malo () Regular () Bueno () Excelente ()

2.- ¿El ANP que visito si cumplió con el objetivo de conservar?

Si () No ()

3.- ¿Por qué considera que esa ANP cumplió o no cumplió con su objetivo "encomienda"? _____

4.- **¿En el territorio de su ejido existen zonas que usted considere deberían ser conservadas?**

Si () No ()

5.- **¿Por qué?** _____

6. **Usted considera que con el estado de conservación actual de la naturaleza de su ejido, ¿se pueda hacer un área natural protegida?**

Si () No ()

7.- **¿Por qué?** _____

8.- **¿Estaría usted de acuerdo en que se establezca un área natural protegida en esta región?**

Si () No ()

9.- **¿Por qué?** _____

10.- **¿Cree que su ingreso económico cambiara si se hace un ANP en la región?**

Aumentará () Disminuirá () Se mantendrá igual ()

11.- **¿Por qué?** _____

12.- **¿En su ejido que mejoraría para usted si se hace un ANP?** _____

13.- **¿En su ejido que actividades se afectarían si se hace un ANP?**

VI. Saberes personales sobre las cuencas

1.- ¿Asistió al taller participativo para la elaboración del plan de manejo, que realizo la UAQ?

Si () No, pero tiene conocimiento () No, y no tiene conocimiento ()

2.- ¿Conoce el plan de manejo que se realizó con la UAQ en esta región?

Si () No ()

3.- ¿Ha participado en proyectos para la conservación del suelo y agua?

Si () No, pero tiene conocimiento () No, y no tiene conocimiento ()

4.- ¿Ha participado en proyectos de reforestación?

Si () No, pero tiene conocimiento () No, y no tiene conocimiento ()

5.- ¿Conoce que son las ecotecnias?

Si () No, pero tiene conocimiento () No, y no tiene conocimiento ()

6.- ¿En su hogar se ha implementado alguna ecotecnia?

Si () No, pero tiene conocimiento () No, y no tiene conocimiento ()

7.- ¿Cuál es su opinión de los proyectos que tienen el enfoque de conservación y sustentabilidad?

Pertinencia: Necesarios () Inecesarios ()

Frecuencia: Suficientes () Insuficientes ()

8.- **¿Por**
qué? _____

9.- ¿En su localidad se han realizado proyectos que involucren la participación de la mayoría de las personas?

Si () No ()

10.- ¿Cómo ha sido la participación de las personas en esos proyectos?

Buena () Mala () Regular () Nula ()

11.- ¿Qué zonas considera usted que están mejor conservadas de su ejido?

Distancia: Cerca de la localidad () Lejana de la localidad ()

Zona: En las partes altas () En las partes inclinadas () En las partes planas ()

12.- ¿Cuál es la principal razón de la respuesta anterior? _____

13.- ¿Si se realizara un ANP en su ejido, en que parte lo consideraría usted mejor?

Distancia: Cerca de la localidad () Lejana de la localidad ()

Zona: En las partes altas () En las partes inclinadas () En las partes planas ()

14.- **¿Por**
qué? _____

9.- ¿Usted ha escuchado la palabra cuenca?

Si () No ()

10.- ¿Para usted qué es una cuenca?

Dirección General de Bibliotecas UAQ

9.2. Cuestionario aplicado después del taller de aproximación a las ANP.

Objetivo: Documentar cuál es el conocimiento que las personas de la microcuenca “El Zamorano” poseen sobre las áreas naturales protegidas, y percibir su disposición al establecimiento de una ANP en su territorio ejidal.

I. Identificación del sitio

Fecha (d/m/a)	
Localidad:	

II. Características de la persona encuestada

Sexo: Hombre () Mujer ()

Edad: _____

Sabe leer y escribir: Si () No () Poco ()

Es ejidatario: Si () No ()

Hasta que año estudio: _____
principalmente: _____

A qué se dedica

Cuánto tiempo lleva viviendo en la localidad: _____

III. Percepción sobre los recursos naturales de su localidad

1.- Con sus palabras, ¿qué es la naturaleza? _____

2.- ¿Para usted que tan cuidada esta la naturaleza de su ejido?

Pésimo () Malo () Regular () Bueno () Excelente ()

3.- ¿Qué parte de la naturaleza es la más importante?

Plantas () Animales () Tierra () Agua () Otros: _____

4.- ¿Por qué considera que esa parte es la más importante? _____

IV Conocimiento personal acerca de las ÁNP

1.- Con sus palabras, ¿qué es un área natural protegida? _____

2.- ¿Qué actividades se hacen dentro de un ANP? _____

4.- ¿Usted estaría de acuerdo en que se estableciera un área natural protegida en su ejido?

Si () No ()

5.- ¿Por qué? _____

6.- ¿Si se realizara un ANP en su ejido, en que parte lo consideraría usted mejor?

Distancia: Cerca de la localidad () Lejos de la localidad ()

Zona: En las partes altas () En las partes inclinadas () En las partes planas ()

Dirección General de Bibliotecas UAQ