

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

Facultad de Ciencias Naturales

MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRADA DE CUENCAS

**VALORACIÓN SOCIAL DEL SERVICIO DE REGULACIÓN DE
PRECIPITACIONES POR COBERTURA VEGETAL: HERRAMIENTA PARA LA
GESTIÓN DE LA MICROCUENCA DEL ARROYO DE AMOLES ASOCIADA A
UN ÁREA NATURAL PROTEGIDA**

Presenta

Fátima Guadalupe Lira Hernández

Directora

M. C. Diana Elisa Bustos Contreras

Santiago de Querétaro, Querétaro, a 26 de julio de 2018.



Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales
de Información



VALORACIÓN SOCIAL DEL SERVICIO DE REGULACIÓN
DE PRECIPITACIONES POR COBERTURA VEGETAL:
HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN DE LA
MICROCUENCA DEL ARROYO DE AMOLES ASOCIADA
A UN ÁREA NATURAL PROTEGIDA

por

Fátima Guadalupe Lira Hernández

se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0
Internacional](#).

Clave RI: CNMAC-239005



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

Facultad de Ciencias Naturales

MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRADA DE CUENCAS

Valoración social del servicio de regulación de precipitaciones por cobertura vegetal:
herramienta para la gestión de la microcuenca del Arroyo de Amoles asociada a un Área
Natural Protegida

Tesis

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

Presenta:

Fátima Guadalupe Lira Hernández

Dirigido por:

M. C. Diana Elisa Bustos Contreras

M. C. Diana Elisa Bustos Contreras
Presidente

Dr. Alex Ricardo Caldera Ortega
Secretario

MGIC. Liliana González Erives
Vocal

MGIC. Gabriel Vázquez Sánchez
Suplente

Dr. Juan Pablo Ramírez Herrejón
Suplente

Dra. en C.S. Juana Elizabéth Elton Puente

Directora de la Facultad de Ciencias Naturales

Dra. en C. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña

Directora de Investigación y Posgrado

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Julio de 2018

RESUMEN

La microcuenca del Arroyo de Amoles ubicada en el estado de Guanajuato es un sistema socio ecológico que integra funciones ecosistémicas relacionadas con la ciudad de Moroleón que se localiza en la parte baja de esta unidad territorial. Históricamente y en eventos periódicos, las inundaciones han afectado a esta ciudad y se atribuyen al desbordamiento del Arroyo de Amoles, cauce principal de dicha microcuenca. Dentro de la funcionalidad de este sistema la cobertura vegetal de la microcuenca alta juega un rol preponderante en el control de precipitaciones otorgando un importante servicio ecosistémico a las comunidades ahí insertas. ¿Cómo lograr que los usuarios identifiquen esta funcionalidad, comprendan las interacciones entre procesos biofísicos y sociales y valoren su importancia en relación con su bienestar? El objetivo de esta investigación es proponer un método de intervención social para la valoración de servicios ecosistémicos y en particular de la regulación de precipitaciones por cobertura vegetal y documentar su efectividad como un mecanismo para fortalecer la toma de decisiones consensuada para la construcción de políticas públicas en el manejo y gestión del territorio. Se concluye que la valoración social de los servicios ecosistémicos permite el reconocimiento de los usuarios, incrementa el conocimiento de su entorno, genera capacidades para la gestión del territorio y resalta el papel de la vegetación en la parte alta para el control de inundaciones en la microcuenca; no obstante, se debe explorar si los resultados obtenidos sustentan criterios de ordenamiento ecológico del territorio y la propuesta de medidas de compensación.

(Palabras clave: Microcuenca, servicios ecosistémicos, sistema-socioecológico, valoración social)

SUMMARY

Arroyo de Amoles watershed in Guanajuato State is a social-ecological system which integrates ecosystem functions related to Moroleón city, located lower this territorial unit. Historically and in periodic events, floods have affected this city and are attributed to the overflow of Arroyo de Amoles stream, main effluent of said watershed. Within the functionality of this system, upper basin land cover plays a preponderant role in the control of rainfall providing an important ecosystem service to the communities inserted there. How to get users to identify this functionality, understand the interactions between biophysical and social processes and assess their importance in relation to their well-being? The objective of this research is to propose a method of social intervention for the valuation of ecosystem services and the regulation of rainfall by plant cover and document its effectiveness as a mechanism to strengthen consensus decision-making for the construction of public policies in the management and management of the territory. It is concluded that the social valuation of the ecosystem services allows the recognition of the users, increases the knowledge of its surroundings, generates capacities for the management of the territory and justifies the paper of the vegetation in the high part for the flood control in the watershed. However, it must be explored if the results are sustainable, criteria of ecological ordering of the territory and the proposal of compensation measures.

Key words: Watershed management, ecosystem services, social-ecological system, social value.

“Todo necio confunde valor y precio”

Antonio Machado

A mis padres que son el motor que mueve mi mundo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a las comunidades de Amoles, Santa Gertrudis y al H. Ayuntamiento del municipio de Moroleón, a través de su Coordinación de Ecología y Medio Ambiente y el Archivo Histórico Municipal, por brindarme las facilidades y colaborar en esta investigación mediante los talleres que se realizaron y la información específica del Área de Estudio que me proporcionaron.

En particular, al guardabosques José Luis González Vega y su familia, por acompañarme y brindarme transporte durante los recorridos por el Área Natural Protegida Cerro de Los Amoles y las comunidades de la parte alta de la microcuenca, quienes siempre fueron hospitalarios y amables conmigo.

De manera especial, agradecer a mi directora de tesis, la Mtra. Diana Elisa Bustos Contreras, por la comprensión y el tiempo que ha dedicado a la elaboración de este trabajo; quien, con paciencia y confianza, me ha orientado hasta culminar con este objetivo de vida.

Así mismo, a los miembros de mi Comité Tutorial por el apoyo y asesoría brindada, en especial, a mi amigo y maestro de vida, el Mtro. Gabriel Vázquez Sánchez, al Dr. Alex Caldera, MGIC. Liliana González Erives y al Dr. Juan Pablo Ramírez Herrejón por sus valiosas observaciones.

Al Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato, por el tiempo que me concedieron para elaborar esta investigación y para asistir a las clases durante los años que duró este proceso, en específico al Ing. David Guzmán González, quien fungió como coordinador y responsable del trabajo que realicé para este Instituto en los años 2015-2016 y que fue la principal inspiración para desarrollar esta investigación en la zona de estudio.

Así mismo, a mis compañeros de trabajo dentro de la coordinación de Áreas Naturales Protegidas del Estado, con quienes tuve la fortuna de realizar la caracterización y programa de manejo para el ANP Cerro de Amoles, cuya información sirvió para contextualizar el planteamiento del problema de esta investigación.

A la Universidad Autónoma de Querétaro, en especial a mis compañeros y amigos de la Maestría en Gestión Integrada de Cuencas: Landy Orozco, Aura Montoya, Esther Santos, Danahe Santiago, Humberto García, por la fortuna de conocerlos, los momentos compartidos y el apoyo incondicional que incluye noches de hospedaje, cenas, desayunos, largas pláticas, motivación y comprensión durante todo el tiempo que duró la maestría. Son uno de los más grandes tesoros de vida que una persona puede tener y por lo que todo lo vivido ha valido el esfuerzo.

A los profesores de la Maestría, en especial al coordinador Dr. Juan Alfredo Hernández Guerrero, por el apoyo y conocimiento transmitido.

De manera especial, agradecer a mis padres, Eduardo y Coco; hermanos, Rox, Emmanuel, Eduardo y Gely; sobrinas, Alexa y Grecia y mi abuela María Luisa, quienes, pese a la adversidad y los malos momentos por los cuales hemos transitado estos últimos años, no han dudado en respaldar los sueños y metas que me he planteado.

Por último, a mis compañeros de la Junta Intermunicipal de Medio Ambiente para la Región Valles del Estado de Jalisco JIMAV y de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Guanajuato, con quienes tengo la fortuna de colaborar día a día, que han motivado la culminación de esta investigación y respaldado la importancia del enfoque de cuencas para resolver problemáticas en el territorio.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	2
INTRODUCCIÓN	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	24
OBJETIVOS	25
<i>Objetivo general</i>	25
<i>Objetivos específicos</i>	25
HIPÓTESIS	26
ALCANCE	26
CAPÍTULO 1. MARCO CONCEPTUAL	27
1.1 COMPONENTES DEL SUBSISTEMA ECOLÓGICO	30
1.1.1 <i>Cuenca</i>	30
1.1.2 <i>Estructura y procesos biofísicos</i>	31
1.1.3 <i>Funciones ecosistémicas</i>	31
1.1.4 <i>Servicios ecosistémicos</i>	31
1.2 COMPONENTES DEL SUBSISTEMA SOCIOECONÓMICO	35
1.2.1 <i>Usuarios</i>	35
1.2.2 <i>Capacidad de acceso</i>	35
1.2.3 <i>Bienestar</i>	35
1.2.4 <i>Valor</i>	36
1.2.5 <i>Demanda</i>	37
1.3 FACTORES DE CAMBIO	37
1.3.1 <i>Presiones-Pulsos</i>	37
1.3.2 <i>Políticas públicas para la gestión y manejo de los ecosistemas</i>	37
CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL ARROYO DE AMOLES	38
2.2 CARACTERIZACIÓN DEL SUBSISTEMA ECOLÓGICO DE LA MICROCUENCA	38
2.2.1 <i>Características biofísicas de la microcuenca</i>	38
2.2.2 <i>Análisis de la funcionalidad de la microcuenca para proveer el servicio de regulación de precipitaciones por cobertura vegetal</i>	40
<i>a).. Aplicación del protocolo Ecoser para determinar la función de retención de excesos de precipitación por cobertura vegetal (Barral, 2016).</i>	41

<i>b) Cálculo de la función de retención de excesos de precipitación por cobertura vegetal en la microcuenca del Arroyo de Amoles</i>	<i>42</i>
2.3 CARACTERIZACIÓN DEL SUBSISTEMA SOCIOECONÓMICO DE LA MICROCUENCA.	47
2.3.1 <i>Usuarios de acuerdo con las zonas funcionales de la microcuenca</i>	<i>48</i>
2.3.2 <i>Política pública para la gestión y manejo de los ecosistemas en la microcuenca.....</i>	<i>50</i>
CAPITULO 3. MÉTODOS Y HERRAMIENTAS.....	51
3.1 PROCESO DE VALORACIÓN SOCIAL DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN LA MICROCUENCA DEL ARROYO DE AMOLES	52
3.2 ETAPAS DEL PROCESO.....	52
CAPITULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
4.1 RESULTADOS DEL PRIMER TALLER DE VALORACIÓN SOCIAL PARTICIPATIVA CON TOMADORES DE DECISIONES LOCALES Y HABITANTES DE LA CUENCA BAJA.....	57
4.2 RESULTADOS DEL SEGUNDO TALLER DE VALORACIÓN SOCIAL PARTICIPATIVA CON GANADEROS Y AGRICULTORES	61
4.4 DISCUSIÓN.....	68
4.4.1 <i>Propuesta de ampliación de la poligonal del ANP Cerro de los Amoles.....</i>	<i>73</i>
CONCLUSIONES.....	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
ANEXOS	87
1. VALORES DE NÚMERO DE CURVA CALCULADOS PARA LA MICROCUENCA DEL ARROYO DE AMOLES... ..	87
2. CUESTIONARIO SOBRE VALORACIÓN SOCIAL DE SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS EN LA MICROCUENCA DEL ARROYO DE AMOLES: MAPEO DELIBERATIVO	96
3. LISTADO DE PARTICIPANTES EN LOS TALLERES DE VALORACIÓN SOCIAL DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN LA MICROCUENCA DEL ARROYO DE AMOLES	99

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Registros de Inundaciones en la ciudad de Moroleón.....	19
Cuadro 2. Definiciones de Servicios Ecosistémicos a lo largo del tiempo.....	32
Cuadro 3. Tipología de Servicios ecosistémicos basada en Ministerio de Medio Ambiente de Chile. (s, f).....	34
Cuadro 4. Valores de lluvia máxima en 24 horas.....	40
Cuadro 5. Población total por localidad en la microcuenca del Arroyo de Amoles. Elaboración propia con datos del INEGI 2010.....	48
Cuadro 6. Priorización y valoración de servicios ecosistémicos en la microcuenca del Arroyo de Amoles por los funcionarios públicos municipales.....	58
Cuadro 7. Priorización y valoración de los servicios ecosistémicos en la microcuenca del Arroyo de Amoles por ganaderos y agricultores.....	61
Cuadro 8. Comparativo de la valoración de servicios ecosistémicos.....	71
Cuadro 9. Comparativo de acciones que los usuarios pueden implementar para mantener los servicios ecosistémicos.....	73
Cuadro 10. Alineación de instrumentos de política pública de los tres órdenes de gobierno para la ampliación de la poligonal del ANP Cerro de Amoles.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la microcuenca Arroyo de Amoles. Elaboración propia con datos de INEGI, 2010 y 2014 e IEE, 2006.....	21
Figura 2. Diagrama conceptual para el análisis de servicios ecosistémicos en la microcuenca del Arroyo de Amoles. Modificado a partir de Lathera <i>et al.</i> 2011 y Fisher <i>et al.</i> (2014).	29
Figura 3. Clasificación de los servicios finales adaptado de la MEA, 2003 por Martín-López y Montes en 2010.	33
Figura 4. Relación entre componentes del bienestar y servicios ecosistémicos. Fuente: modificado a partir de la MEA, 2003.	36
Figura 5. Localización de la microcuenca del Arroyo de Amoles. Elaboración propia con datos de INEGI, 2010.	38
Figura 6. Zonas funcionales de la microcuenca del Arroyo de Amoles. Elaboración propia con datos de INEGI, 2010.....	39
Figura 7. Tipos de suelo del área de estudio. Elaboración propia con base en datos de la carta edafológica de INEGI, 1970.	44
Figura 8. Usos de suelo y vegetación del área de estudio. Elaboración propia con base en datos del Instituto Estatal de Ecología IEE, 2014.	44
Figura 9. Cálculo de número de curva. Elaboración Propia con base a <i>National Resources Conservation Service (NRCS)</i> , 1986.....	45
Figura 10. Calculo de la variable pérdida inicial en mm (IE) para el área de estudio. Elaboración propia en base a ECOSER, 2016.....	45
Figura 11. Cálculo de la variable escurrimiento superficial en el área de estudio. Elaboración propia en base a ECOSER, 2016.....	46
Figura 12. Cálculo de Retención de excesos de precipitación por cobertura vegetal en mm de lluvia. Elaboración propia con base en ECOSER, 2016.....	46
Figura 13. Clasificación de áreas con mayor capacidad de retención de excesos de precipitación por cobertura vegetal. Elaboración propia con base en ECOSER, 2016.	47
Figura 14. Análisis de usuarios potenciales y sistemas expuestos en la parte baja de la microcuenca del Arroyo de Amoles. Elaboración propia con base en datos de CENAPRED, 2017.....	49
Figura 15. Análisis de usuarios potenciales y sistemas expuestos en la parte alta de la microcuenca del Arroyo de Amoles. Elaboración propia con base en datos de CENAPRED, 2017.....	50
Figura 16. Análisis de usuarios potenciales y sistemas expuestos en la parte media de la microcuenca del Arroyo de Amoles. Elaboración propia con base a datos de CENAPRED, 2017.....	50
Figura 17. Diagrama de proceso para la valoración social de servicios ecosistémicos. Elaboración propia adaptada del proceso de mapeo deliberativo de servicios ecosistémicos propuesto por Palomo <i>et al.</i> 2014.	52
Figura 18. Presentación audiovisual sobre conceptos básicos de servicios ecosistémicos y su valoración.....	53

Figura 19. Etapa de priorización de servicios ecosistémicos para el bienestar de los usuarios en la microcuenca del Arroyo de Amoles.	54
Figura 20. Etapa de mapeo de servicios ecosistémicos.	55
Figura 21. Etapa de presentación de resultados y análisis de conflictos.	56
Figura 22. Mapa de zonas de provisión para el servicio de regulación de precipitaciones según la percepción de los actores locales.	60
Figura 23. Mapa de zonas de provisión para el servicio de regulación del clima según la percepción de los actores locales.	60
Figura 24. Mapa de zonas de provisión para el servicio ecoturístico según la percepción de los actores locales.	61
Figura 25. Mapa de zonas de provisión para el servicio de provisión de forraje equipo 1	63
Figura 26. Mapa de zonas de conflicto entre servicios ecosistémicos e incendios, equipo 2.	64
Figura 27. Mapa de zonas de provisión para forraje equipo 3.	64
Figura 28. Presentación sobre servicios ecosistémicos.	66
Figura 29. Sesión de trabajo en equipos para responder el cuestionario grupal	66
Figura 30. Sesión de trabajo en equipos para responder el cuestionario grupal (2).....	67
Figura 31. Discusión plenaria en talleres.....	67
Figura 32. Propuesta para conservar servicios ecosistémicos	68
Figura 33 . Zona de pastizal inducido en la cuenca alta, que tiene potencial para retención de exceso de precipitación.....	70
Figura 34. Zona de pastizal inducido con presencia de ganado al libre pastoreo en la localidad de Amoles. IEE 2015.....	71
Figura 35. Comparativo del mapeo participativo del servicio de regulación de precipitaciones (izquierda) y el servicio de producción de forraje (derecha).	72

INTRODUCCIÓN

La naturaleza está estrechamente relacionada con el bienestar del ser humano, desde la provisión de insumos que son necesarios para su subsistencia como el abastecimiento de agua, alimentos y refugio, hasta la asunción de los valores culturales y espirituales relacionados con la biodiversidad y la belleza escénica del paisaje, que otorgan identidad y arraigo a las sociedades.

Sin embargo, históricamente e inserto en un sistema económico capitalista, *natura* había sido concebida como una más de las materias primas integradas a las cadenas productivas y, por tanto, sus beneficios estaban subestimados por la sociedad.

Es hasta los años ochenta cuando su rol como proveedora de servicios es concebido dentro de la corriente de la economía ecológica, al establecerse una relación entre la funcionalidad de los ecosistemas con el bienestar humano, generando políticas y procesos para la valoración de lo que hoy se define como servicios ecosistémicos (Pérez, Ávila y Aguilar, 2010:73)

Este concepto alcanza relevancia internacional cuando el estudio de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, por sus siglas en inglés) emitido por Naciones Unidas, define a los servicios ecosistémicos como los beneficios que las personas obtenemos de la naturaleza (*Millennium Ecosystem Assessment* [MEA], 2003:3)

Para alcanzar la magnitud global de este concepto fue necesario transitar un proceso evolutivo que ha recibido insumos desde diversas disciplinas y múltiples perspectivas metodológicas, consolidando su aplicabilidad en la construcción de políticas públicas de carácter ambiental.

En retrospectiva, la primera valoración económica de los ecosistemas fue realizada por un grupo de trabajo dirigido por Robert Costanza en 1997. Su planteamiento y conclusiones versan sobre una cuantiosa estimación de valor monetario que representan los ecosistemas del mundo, y cuya pérdida resulta difícilmente reparable en términos económicos. Causa y efecto con su correspondiente consecuencia económica (Costanza *et al.*, 1997:253).

A partir de este cambio de paradigma, la concepción de la naturaleza pasa de ser un simple recurso aprovechable hacia una amplia gama de beneficios y servicios que requieren ser custodiados, gestionados y manejados por los usuarios, lo que genera la necesidad de herramientas técnicas, científicas y administrativas para que dichos servicios ecosistémicos sean identificados, cuantificados y valorados en relación con los componentes del bienestar humano: seguridad, salud, buenas relaciones sociales y medios de vida (MEA, 2003:4).

Si bien en un inicio el valor de la naturaleza se estimaba en términos monetarios y desde una perspectiva utilitaria, la complejidad que supone cuantificar los servicios ecosistémicos insertos en un sistema socioecológico, requirió un esfuerzo académico de carácter global para construir desde la interdisciplinariedad, nuevos abordajes metodológicos para su valoración.

En este contexto surge una perspectiva innovadora, desde la corriente de la ecología política, que se incorpora al debate sobre el valor de la naturaleza y lo enriquece al enfatizar su rol en correlación con el bienestar del ser humano y eventualmente, en la generación de mecanismos para la gestión, manejo y conservación del capital natural y la integración de conceptos relacionados a los derechos humanos como la igualdad, distribución equitativa y justicia en la distribución de los servicios ecosistémicos (Kallis, Gómez-Baggethun y Zografos, 2013:98).

Esta relación multifactorial, ocurre en una unidad espacio territorial específica, cuyas características biofísicas están conectadas a un sistema socioeconómico mediante procesos funcionales que generan servicios ecosistémicos y que inciden en el bienestar de las comunidades ahí insertas.

Para comprender el funcionamiento de este sistema complejo, es necesaria una visión que permita analizar los componentes biológicos, físicos, sociales y económicos que se integran en dicha unidad territorial y donde el enfoque de cuencas toma pertinencia, al vincular a la naturaleza con las necesidades, problemas y riesgos de la población (Centro Virtual de Información del Agua, 2017, párr. 2)

En esta coyuntura emerge como herramienta de aproximación el concepto de cuenca, el cual permite el análisis de los ecosistemas como proveedores de beneficios a la sociedad a través de las interacciones que suceden en sus zonas funcionales: alta, media y baja, donde sus linderos naturales están delimitados por un parteaguas, cuyos escurrimientos del agua fluyen y se conducen hacia un punto de acumulación terminal y salida (Carabias, Landa, Collado Moctezuma y Martínez, 2005:26).

Y es que la cuenca como proveedora de servicios ecosistémicos, ha sido investigada a diferentes escalas. A nivel nacional destaca el estudio que realizó en 2007 el Laboratorio de Ecosistemas de Montaña de la Facultad de Ciencias de la UNAM, que abordó como unidad de análisis una vasta cuenca endorreica en la cual ya no existe un lago, ni fluye ningún río importante y en donde prácticamente la única porción de bosques es un remanente de vegetación de 3,000 ha ubicado en la cuenca alta, donde identificaron una fuente de servicios ecosistémicos de provisión, regulación y culturales que la cuenca del Río Magdalena provee a la Ciudad de México y donde se sugiere como primer esfuerzo contra su extinción la imperiosa necesidad de su evaluación generando metodologías de cuantificación, planteando escenarios de pérdida y población afectada y su correspondiente valoración (Almeida-Leñero *et al.*, 2007: 54-55).

Al igual que la MEA, desde una perspectiva global, la investigación de Almeida-Leñero *et al.* acredita categóricamente la necesidad de identificar, cuantificar y valorar servicios ecosistémicos a nivel de cuenca para plantear estrategias de planeación y manejo que abonen al bienestar de las comunidades (2007:63).

Siguiendo esta lógica de escala y abstracción, sus propuestas inspiran los propósitos de este trabajo de investigación, de incursionar en procesos de valoración ecosistémica a nivel local, utilizando como unidad de análisis funcional una microcuenca, con el propósito de proporcionar herramientas metodológicas para el análisis colectivo en torno a un problema socioambiental específico. La percepción de que el estudio de una microcuenca otorga niveles de detalle mayores, aproximaciones precisas y límites espaciales y temporales más acotados para el estudio de estas interacciones, se hizo pertinente considerar la incursión en un territorio que enfrentase retos ambientales semejantes entre sus zonas funcionales.

Por ello, el presente trabajo de investigación propone analizar la pertinencia que tiene la valoración social para el análisis colectivo de servicios ecosistémicos de la microcuenca del Arroyo de Amoles, ubicada en Moroleón, Guanajuato. Partiendo de identificar la funcionalidad que tiene la parte alta y media de la cuenca para proveer del servicio de regulación de precipitaciones por la cobertura vegetal a la población usuaria de la ciudad de Moroleón que se ubica en la parte baja de la cuenca.

En este proceso de valoración, se identifican distintos grupos de usuarios de los servicios y un ecosistema o paisaje que realiza diversas funciones que son capaces de proveer los servicios (alimentos, materias primas, regulación del clima, regulación hídrica, recreativos, entre otros) de los cuales la población usuaria se beneficia y eventualmente asigna un valor (Haines-Young y Potschin, 2011:8).

Para el caso de la microcuenca del Arroyo de Amoles, se propone realizar una valoración social mediante una adaptación al método denominado *Mapeo Deliberativo de Servicios Ecosistémicos*¹, que consiste en realizar una valoración participativa con un grupo de expertos, denominado *focus group*, a través de talleres en los que los participantes califican, de entre un grupo de servicios ecosistémicos, aquellos que les parecen más importantes y que deberían de conservarse y ubican en un mapa las zonas que funcionalmente son importantes para su provisión (Palomo, Martín-López, Zorrilla-Miras, García Del Amo y Montes, 2014:237)

Algunos autores plantean que estos servicios son valorados de manera distinta por los usuarios y eventualmente pueden presentar conflictos entre los distintos grupos de servicios, por ejemplo, en la provisión de alimentos contra la retención de excesos de precipitación por cobertura vegetal. En previsión, una etapa importante de la valoración es el análisis de conflictos entre los diversos grupos interesados para eventualmente proponer acciones de manejo y gestión y/o mecanismos de compensación entre afectados y beneficiados (Martín-López y Montes, 2010:14).

¹ *Deliberative mapping of ecosystem service*

Por último, se considera que la valoración social de servicios ecosistémicos es viable para el caso de estudio, ya que permite dimensionar en su justa medida la funcionalidad de la cobertura vegetal en la parte alta de la cuenca para el control de inundaciones, cuyo conflicto principal es el uso de suelo actual, destinado para actividades de agricultura y ganadería.

Es necesario también, contextualizar de manera más amplia la problemática, analizar las características biofísicas del territorio y el mapeo de los usuarios de dichos servicios, para así implementar como fase inicial del proceso de valoración social, una labor de concientización y educación ambiental que permita a los grupos de actores incidir en la toma de decisiones para la gestión de su territorio.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Históricamente y de manera periódica, las inundaciones han afectado la ciudad de Moroleón en el estado de Guanajuato. Esto se corroboró en la revisión documental, donde se pudo identificar un acta del Cabildo del H. Ayuntamiento de Moroleón, que data del día 31 de enero de 1911, que representa el antecedente más remoto y en la cual se describe “*el asunto importantísimo de la presa en la Barranca de Cepio*”, obra hidráulica que contendría las aguas pluviales que periódicamente escurren del Cerro de Amoles y que solían inundar este poblado (López-Pérez, 2016:76).

Los daños derivados de los diferentes eventos de lluvia extremos en la ciudad han sido registrados para el periodo de 1958 al 2004 como se expresa en el cuadro 1, entre los que destaca el aluvión del 1 de Julio de 1958 en el que se registró un total de 500 damnificados y 30 viviendas afectadas; en 1965 se reportaron más de 1000 afectados, 9 viviendas derribadas y 19 en peligro de derrumbarse, por último, en 2004, se registraron más de 2500 damnificados y 5 viviendas afectadas (Coordinación de Protección Civil del Estado de Guanajuato [PC], 2010:3).

No obstante, esta condición de riesgo fue atendida parcialmente hasta el año 2006 en el que la Comisión Nacional del Agua [CONAGUA] y la Comisión Estatal del Agua en Guanajuato [CEA], pusieron en operación la presa “*Del Sepio*” en la localidad de Cepio, con el objeto de contener nuevos eventos de inundación que pudiesen afectar a la ciudad de Moroleón. Sin embargo y en contraste, el plan de contingencia de la temporada de lluvias y ciclones del estado de Guanajuato 2013, señala como punto de riesgo la presa “*Del Sepio*”, debido a que existen rupturas de la cortina (Coordinación de Protección Civil del Estado de Guanajuato [PC], 2013:200).

Cuadro 1. Registros de Inundaciones en la ciudad de Moroleón.

Fecha	Afectaciones por evento
01 de julio de 1958	Afectación a la zona urbana, con 500 damnificados, 1 menor de edad y 1 mayor de edad perdieron la vida, 30 viviendas, siendo la causa el desbordamiento del Arroyo “Amoles” en su paso por la cabecera municipal.
02 de septiembre de 1958	Afectación a la zona urbana, con 500 damnificados y 35 viviendas, siendo la causa el desbordamiento del Arroyo “Amoles” en su paso por la cabecera municipal.
11 de agosto de 1965	Afectación a las calles Aquiles Serdán, Victoria, 5 de mayo, Defensores de Moroleón, Pino Suárez, América, 12 de octubre y Centenario, con 1,000 damnificados, 9 viviendas derribadas y 19 en peligro de derrumbarse, siendo la causa el desbordamiento del Arroyo Barranquillas que pasa por la zona.
08 de julio de 1973	Afectación a las comunidades de Cepio y la Soledad, con 100 damnificados, 2 personas muertas y 1 desaparecido, siendo la causa el desbordamiento del Arroyo “Amoles” en su paso por la zona rural.
05 de septiembre de 2004	Afectación a la zona urbana y rural, con 2500 habitantes y 5 viviendas, siendo la causa el desbordamiento del Arroyo “Amoles” en su paso por la zona urbana y en la comunidad de La Soledad.

Fuente: Protección Civil del estado de Guanajuato [PC], 2010.

Un evento de inundación en la ciudad de Moroleón pone en riesgo no sólo los bienes materiales sino la vida de las 43,200 personas que habitan en este centro de población (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2010). También pone en condición de vulnerabilidad un gran número de pequeñas y medianas empresas en su mayoría relacionadas con la industria y el comercio textil que es la vocación económica de esta ciudad (Vangstrup, 1995:101), por lo que podría afectar numerosas fuentes de empleo, impactando no sólo en este municipio, sino que el efecto puede extenderse a toda la región de los valles abajeños al sur del estado de Guanajuato.

La dimensión de las consecuencias de un evento extremo hace necesario reflexionar en torno a las causas por las que la ciudad de Moroleón presenta riesgos periódicos de inundación. La revisión de gabinete identificó en los registros históricos de Protección Civil de Guanajuato como común denominador todas las inundaciones se relacionan con el desbordamiento del Arroyo de Amoles. Para comprender las causas relacionadas con esta problemática, se deben analizar diversas variables ambientales como la precipitación, tipo de

suelo, cobertura vegetal y variables socioeconómicas como la relación entre los núcleos urbanos existentes, tamaño de población, dinámica de crecimiento, actividades económicas que se desarrollan en el territorio.

Es preciso también mirar más allá de los límites urbanos y abordar la problemática desde un enfoque de análisis espacial y temporal lo suficientemente flexible para entender el funcionamiento del territorio y sus interacciones funcionales.

El enfoque de cuencas permite entender espacialmente el ciclo hidrológico: el movimiento general del agua ascendente por evaporación y descendente por las precipitaciones y después en forma de escorrentía (flujos de agua), así como las interacciones que suceden en un territorio delimitado por las partes más altas de montañas, que comúnmente se denomina parteaguas, donde se concentran todos los escurrimientos de arroyos y/o ríos, que confluyen y desembocan en un punto común y donde hay una interrelación e interdependencia espacial y temporal entre el medio biofísico (suelo, ecosistemas, etc.), las poblaciones humanas que ahí habitan, los modos de apropiación (mercados y tecnología), y las instituciones (Cotler, Galindo, González, Pineda-López y Ríos, 2013:7).

La cuenca es una unidad funcional que puede analizarse de acuerdo con los flujos hídricos interconectados por efecto de gravedad en sus partes alta, media y baja. Cada cuenca, se subdivide en subcuencas, delimitadas también jerárquicamente por un parteaguas y generalmente confluyen en escurrimientos que desembocan en el curso principal de un río. Dentro de cada subcuenca se encuentran microcuencas. La elección del nivel jerárquico dependerá del problema o los problemas que se quiere gestionar o manejar, desde una escala local (microcuencas), regional (subcuencas), nacional o transnacional (cuencas) (Cotler *et al.*, 2013:8-9).

Para abordar el problema de inundaciones en la ciudad de Moroleón desde la perspectiva de cuencas, es necesario analizar las relaciones de variables biofísicas (altitud y vegetación) y sociales (uso de suelo y centros de población) entre la parte alta y baja de la cuenca, considerar la percepción que los actores locales tienen respecto a esa problemática y proponer alternativas de gestión del territorio. Considerando lo anterior y para los propósitos

de esta investigación, se establece el nivel de escala de microcuenca como unidad de análisis pertinente.

En sustento a este planteamiento, si observamos la figura 1, en la que se delimita la microcuenca del Arroyo de Amoles, el punto de mayor altura está ubicado a 2829 metros sobre el nivel del mar y corresponde a la parte más alta del cerro de los Amoles, tercera cima más alta del estado de Guanajuato (Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato [IEE], 2015) en la que se encuentran ecosistemas como bosque de encino que han sido protegidos bajo la figura de Área Natural Protegida de carácter estatal (IEE, 2006).

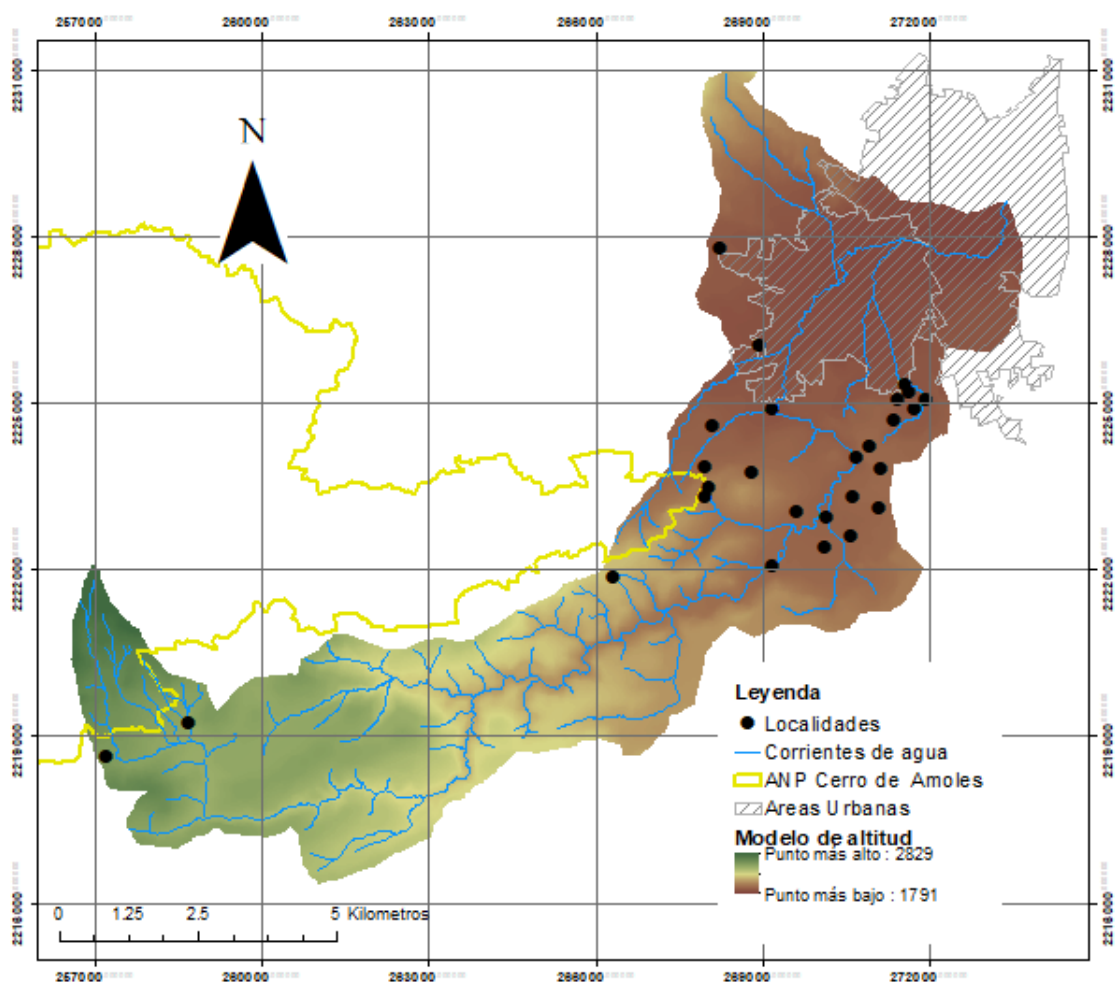


Figura 1. Mapa de la microcuenca Arroyo de Amoles. Elaboración propia con datos de INEGI, 2010 y 2014 e IEE, 2006.

De acuerdo con el enfoque de cuencas lo que suceda en términos biológicos, físicos o sociales en la parte alta y media de la microcuenca está interconectado con la parte baja, cuyo punto de menor altura se encuentra ubicado a 1791 m.s.n.m. en la ciudad de Moroleón, que originalmente es donde el curso del arroyo se junta con un canal proveniente del lago de Cuitzeo y ambos confluyen hacia la laguna de Yuriria.

Cabe mencionar que estos cauces han sido modificados para que drenen hacia otro punto fuera de la mancha urbana, no obstante, siguen siendo el punto más bajo de la cuenca y por ende el de mayor riesgo en caso de un evento de lluvia extremo, ya que recibe el cauce generado en un gradiente altitudinal de 1038 metros sobre una pendiente moderada (Olvera, 2014).

JUSTIFICACIÓN

Tomando en cuenta la relación entre la vegetación y los eventos de inundación en el área de estudio, se destaca la importancia de conservar las partes altas de la cuenca como un factor determinante para amortiguar las inundaciones en la ciudad de Moroleón. Si consideramos entonces la relación entre usos de suelo, podríamos identificar el desarrollo de las actividades de ganadería y agricultura como factor de presión para la conservación de la cobertura vegetal (IEE, 2015).

De acuerdo con Jobbagy (2011), la vegetación es un factor importante cuando se presenta un evento de lluvia extremo, ya que funciona como un regulador del ciclo hidrológico, donde su rol principal sobre la circulación de agua es la división de las precipitaciones en “flujos de evapotranspiración” que retornan a la atmósfera y “flujos líquidos” que alimentan cuerpos superficiales y subterráneos de agua. En muchas ocasiones la vegetación ayuda a amortiguar las inundaciones de manera significativa aguas abajo de la cuenca través de la interceptación de la lluvia, la evapotranspiración y el almacenamiento del agua en el suelo (citado en Barral, 2016:12).

Por ello, y partiendo del supuesto de que la población de la ciudad de Moroleón es la principal beneficiaria de que se conserve la vegetación en la parte alta de la microcuenca, es deseable poder encontrar mecanismos para que dichos beneficiarios participen conjuntamente con las personas que realizan actividades de ganadería y agricultura y valoren las funciones que tiene el territorio de la microcuenca más allá de la mancha urbana, en la búsqueda de fortalecer la toma de decisiones para la construcción de políticas públicas a nivel local que permitan implementar acciones de conservación y manejo de las partes altas de la microcuenca.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo de investigación surge como respuesta a la necesidad de disponer de herramientas metodológicas, para que, desde la reflexión colectiva, los actores locales puedan identificar y analizar servicios ecosistémicos. La propuesta implica retos académicos para los cuales se han diseñado objetivos y capítulos de aproximación que responden a preguntas específicas que guían el curso de este trabajo.

Para ello, se ha diseñado un objetivo general que da rectoría integral a la investigación y que responde a la pregunta: ¿qué instrumentos deben diseñarse y aplicarse para que los usuarios de servicios ecosistémicos puedan identificar, comprender y asociar los procesos biofísicos y las funciones de la microcuenca con su bienestar?

Asimismo, en atención al primer objetivo particular, es necesario definir el abordaje conceptual que permita incursionar en los sistemas socio-ecológicos y que surge de la interrogante: ¿qué elementos teórico-conceptuales permiten comprender el funcionamiento de los ecosistemas y cómo estos benefician a las comunidades y abonan a su bienestar?

Por otra parte, de manera particular y como insumo de vital importancia para comprender el funcionamiento de la unidad territorial como proveedora de servicios ecosistémicos se plantea el objetivo dos que cuestiona ¿cómo funciona el ecosistema de la microcuenca del Arroyo de Amoles en relación con la retención de precipitaciones?

Ligado al objetivo tres que alude a la necesidad de definición de métodos y herramientas apropiadas, se discute ¿cómo se puede valorar la percepción de los actores locales en relación con los servicios ecosistémicos que les provee su territorio y en particular con el servicio de regulación de precipitaciones por cobertura vegetal?

En el objetivo cuatro el proceso de intervención y la aplicación de las herramientas en campo nos permitirán dilucidar si ¿es posible que los actores locales identifiquen la importancia que tiene el ecosistema de las partes alta y media de la microcuenca para el control de inundaciones en la parte baja? Asimismo, conocer si ¿los usuarios tienen noción de su importante rol para la protección de sus comunidades?

OBJETIVOS

Objetivo general

Poner a disposición de los usuarios de la microcuenca del Arroyo de Amoles una herramienta para el análisis participativo del valor de los servicios ecosistémicos, que fortalezca la toma de decisiones para gestión del territorio y la prevención de desastres.

Objetivos específicos

- Analizar las interacciones biofísicas y socioeconómicas con base en los conceptos teóricos de cuenca, servicios ecosistémicos y sistemas socioecológicos.
- Integrar una propuesta para el análisis participativo de los servicios ecosistémicos con base en el método de valoración social.
- Analizar el funcionamiento socioecológico de la microcuenca Arroyo de Amoles como proveedora del servicio de regulación de precipitación por cobertura vegetal.
- Conocer la percepción de los usuarios y tomadores de decisión respecto a los servicios ecosistémicos y cómo ellos valoran el servicio de regulación de precipitaciones por cobertura vegetal.

HIPÓTESIS

Si los actores locales de la microcuenca Arroyo de Amoles participan en un proceso de valoración social que les permita identificar y comprender la provisión de servicios ecosistémicos y en particular la funcionalidad de la cobertura vegetal y sus efectos en el control de precipitaciones, entonces dicho proceso constituirá una herramienta metodológica pertinente para la gestión del territorio e incidirá en el bienestar de las comunidades asentadas en esa unidad territorial.

ALCANCE

Se construye esta propuesta en una secuencia estructurada a partir de los siguientes elementos: un protocolo de investigación inicial al que le sucede una aproximación documental a teorías y conceptos que permiten entender la funcionalidad de los servicios ecosistémicos, así como a la revisión de eventos meteorológicos ocurridos en la zona de estudio.

Se procedió entonces al análisis del territorio a través de la caracterización biofísica y socioeconómica de la microcuenca, el análisis espacial y de percepción remota.

El componente de trabajo de campo se construyó a partir de la selección de herramientas de intervención y su aplicación en campo para efectuar en la microcuenca del Arroyo de Amoles un proceso de valoración social de los servicios ecosistémicos y documentar su pertinencia como herramienta que permita incidir en la toma de decisiones para la gestión del territorio.

CAPÍTULO 1. MARCO CONCEPTUAL

Para entender el territorio bajo el enfoque de cuencas, se debe poner énfasis en dos aspectos principales, por un lado, evidenciar la relación entre los territorios y los usuarios de cuenca alta, media y baja. Por otro lado, reconocer los servicios ecosistémicos que provee la cuenca (Cotler, *et al.*, 2013:17).

El objetivo de este apartado es realizar un abordaje conceptual de las variables que permitan entender el funcionamiento de la microcuenca del Arroyo de Amoles como proveedora de servicios ecosistémicos, cómo estos abonan al bienestar humano e inciden en la toma de decisiones (Laterra y Nahuelhual, 2015:98).

Para la integración del esquema conceptual del presente trabajo, se revisaron varios marcos conceptuales, de los cuales se retomaron las definiciones y relaciones causales del Protocolo para la evaluación biofísica de servicios ecosistémicos y la integración con su valor social [Ecoser] (Laterra, Castellarini, y Orúe, 2011), que a su vez retoma el marco conocido como “La cascada de servicios ecosistémicos”². Se analizó además, el marco conceptual y las variables descritas por Fisher *et al.* (2014), en contexto del marco para la valoración de servicios ecosistémicos y con relación a su contribución con el alivio a la pobreza y el marco propuesto por la MEA (2003) para la evaluación de servicios ecosistemas y el bienestar humano.

Asimismo, se retomaron conceptos de Collins *et al.* (2011) del modelo denominado *Press–Pulse Dynamics*, del enfoque de políticas públicas propuesto por Mohar y Rodríguez (2008:52) y del enfoque de cuenca explicado en el texto de Cotler *et al.* (2013).

² El modelo de cascada conecta las estructuras y procesos ecosistémicos con los elementos que afectan el bienestar humano a través de relaciones causales, de esta manera, demuestra que se requiere de estructuras funcionales para la generación de servicios ecosistémicos y de los consiguientes beneficios asociados a ellos (Potschin y Haines-Young, 2010).

A partir de la revisión realizada, y de homologar a la cuenca a un sistema socio-ecológico (SES)³, se describieron once variables, mismas que se diagraman de manera conceptual en la figura denominada *sistema socio-ecológico con enfoque de cuenca* (ver figura 2). De acuerdo con lo anterior, dentro de este sistema, la cuenca posee una estructura en la que se desarrollan procesos biofísicos que a su vez realizan funciones ecosistémicas, las cuales proveen servicios ecosistémicos (Lattera *et al.* 2011:361) y se encuentran intrínsecamente correlacionadas con las zonas funcionales de la cuenca, es decir, las zonas alta, media y baja.

Estos servicios son aprovechados por las sociedades de acuerdo con su capacidad de acceso para su bienestar. Los usuarios asignan un valor (ecológico, económico y social) y se establece una relación de oferta-demanda (Lattera y Nahuelhual, 2015:98), y con ello se puede incidir en la toma de decisiones para generar políticas públicas en torno a la gestión y manejo de los ecosistemas, que a su vez inciden en la capacidad de acceso y control de los recursos naturales que tienen las poblaciones.

La variable que explica las perturbaciones sociales y ambientales de corto y/o largo plazo se denominan presiones-pulsos (Collins *et al.* 2011), que al igual que los servicios ecosistémicos conectan el subsistema ecológico con el socioeconómico, mismos que afectan directamente a los ecosistemas de la cuenca y la capacidad para acceder a los recursos. Para esclarecer lo anterior, a continuación, se describen los subsistemas y variables que los integran.

³ Un sistema socio-ecológico comprende un entramado de relaciones en torno a recursos que son necesarios para la vida humana, donde interactúan variables sociales y ambientales en una escala de espacio-temporal determinada, que incursiona en abordajes metodológicos desde la multidisciplinaria (Ostrom 2009:419).



<p>Cuenca</p> <p>La cuenca es una unidad territorial funcional delimitada por las partes altas de las montañas, que se encuentra interconectada por el efecto de la gravedad en los flujos del agua y que alberga diversos ecosistemas</p>	<p>Estructura y procesos biofísicos</p> <p>Estructura-Arquitectura biofísica de un ecosistema. Procesos- Cualquier cambio o reacción que sucede en un ecosistema que pueden ser de naturaleza química, física o biológica</p>	<p>Funciones Ecosistémicas</p> <p>Subconjunto de interacciones entre estructura y procesos biofísicos que sustentan la capacidad de un ecosistema de proveer bienes y servicios*</p>	<p>Servicios ecosistémicos</p> <p>Beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas</p>	<p>Capacidad de acceso</p> <p>Dinámicas sociales, económicas y/o políticas a través de las cuales las personas manejan, usan o disfrutan de los servicios ecosistémicos; se incluyen aspectos como el sistema de gobernanza, la infraestructura existente y la influencia de los mercados</p>
<p>Bienestar</p> <p>El bienestar humano tiene múltiples constituyentes, entre los que se incluyen los materiales básicos para el buen vivir, la libertad y las opciones, la salud, las buenas relaciones sociales y la seguridad. Los componentes del bienestar, tal como las personas los experimentan y perciben, dependen del contexto, reflejan la geografía, la cultura y las circunstancias ecológicas locales.</p>		<p>Valor</p> <p>Expresa una medida del beneficio que obtenemos de los ecosistemas respecto al bienestar de las personas, que puede ser expresada tanto en términos monetarios, ecológicos o sociales.</p>		<p>Usuarios</p> <p>son las personas beneficiarias de los servicios ecosistemas</p>
<p>Demanda</p> <p>Se refiere a los servicios ecosistémicos que son requeridos por los usuarios de acuerdo a sus deseos y/o uso directo, patrones de consumo de las sociedades y sus formas de organización</p>		<p>Políticas públicas para la gestión y manejo de ecosistemas</p> <p>Curso de acción de gobierno tendientes a mejorar el bienestar humano, que incide y regula el impacto de los usuarios hacia los ecosistemas.</p>	<p>Pulsos y presiones</p> <p>Son impulsores de cambio, biofísicos y sociales, que afectan los ecosistemas, ya sea como manifestaciones de largo plazo (presiones) ej. calentamiento global o como eventos de corto plazo (pulsos) ej. inundación.</p>	

Figura 2. Diagrama conceptual para el análisis de servicios ecosistémicos en la microcuenca del Arroyo de Amoles. Modificado a partir de Laterra *et al.* 2011 y Fisher *et al.* 2014.

1.1 Componentes del subsistema ecológico

1.1.1 Cuenca

La cuenca es la unidad territorial funcional delimitada por las partes altas de las montañas (parteaguas), que se encuentra interconectada por el efecto que la gravedad ejerce sobre los flujos de agua y que alberga diversos tipos de ecosistemas (Cotler *et al.*, 2013:8).

En el manejo sustentable de la cuenca se incluye la gestión de todo el territorio delimitado por el parteaguas: los recursos agua, suelo y biodiversidad, así como las interrelaciones con la población local (Carabias *et al.* 2005:191). Su gestión integrada abarca las dimensiones ambiental, social y económica, el manejo de los recursos naturales y la infraestructura construida dentro del territorio delimitado por el parteaguas y la gestión sectorial y multisectorial del agua (Dourojeanni, 2006:15)

La cuenca, al estar bien definida por límites naturales simplifica el análisis de los ecosistemas como proveedores de beneficios a la sociedad a través de zonas funcionales alta, media y baja.

Zona alta: Es el área contigua al parteaguas en la parte más elevada de la cuenca, abarca sistemas de montaña y lomeríos, predomina la iniciación y confluencia de corrientes de primer y segundo orden, evidenciando procesos erosivos por el mayor grado de inclinación del relieve (Garrido, Pérez y Enríquez, 2010:17).

Zona media: Es el área de transición entre la cuenca alta y la cuenca baja del sistema hidrográfico. En ella se encuentran insertos sistemas de lomeríos, colinas, valles y planicies. Con una mayor integración de la red de drenaje, se pueden observar corrientes segundo, tercero y cuarto orden (Garrido *et al.*, 2010:17).

Zona baja: Es la porción más baja altimétricamente de la cuenca, y constituye el punto más bajo del sistema de drenaje que puede desembocar hacia el mar o algún cuerpo interno (Garrido *et al.*, 2010:17).

1.1.2 Estructura y procesos biofísicos

Estos conceptos se relacionan con los ecosistemas que se encuentran en la cuenca. Es importante definir en primera instancia el concepto de ecosistema, que puede ser entendido como un conjunto de componentes bióticos y abióticos que interactúan utilizando y transformando la materia y energía disponible en el ambiente (Maass, 2006: 65).

La estructura se refiere a la arquitectura biofísica de un ecosistema. Un proceso biofísico se entiende como cualquier cambio o reacción que sucede en un ecosistema, que pueden ser de naturaleza química, física, o biológica” (Ministerio de Medio Ambiente Chile, s, f).

1.1.3 Funciones ecosistémicas

De acuerdo con el protocolo de Ecoser, este concepto se refiere a los procesos ecosistémicos que contribuyen a la provisión de beneficios directos de los ecosistemas a la sociedad (Latterra *et al.*, 2011:363), un subconjunto de interacciones entre estructura y procesos biofísicos que sustentan la capacidad de un ecosistema de proveer bienes y servicios (citado en Ministerio del Medio Ambiente de Chile, s,f). Las funciones ecosistémicas se pueden homologar con los servicios de soporte que se definen en el marco de la evaluación de los ecosistemas del milenio (MEA, 2003) como los servicios necesarios para la producción de otros servicios, por ejemplo: la formación de suelos, el reciclaje de nutrientes o la producción primaria.

1.1.4 Servicios ecosistémicos

El concepto de servicios ecosistémicos tiene sus orígenes en la década de 1980 con los preceptos de la economía ecológica (Pérez, Ávila y Aguilar, 2010:73), a partir de ello han surgido diversas corrientes desde la multidisciplinaria, que lo han estudiado bajo distintos enfoques, surgiendo con ello múltiples definiciones (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Definiciones de Servicios Ecosistémicos a lo largo del tiempo.

Definición	Autor y Año
Son los procesos naturales que fluyen como “intereses (retornos)” desde el capital natural a la sociedad.	Costanza y Folk, 1997
Beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas	MEA, 2003
Los servicios ecosistémicos son los componentes ecológicos directa o indirectamente consumidos o disfrutados con el fin de producir el bienestar humano.	(B. Fisher, Turner, y Morling, 2009)
La contribución directa o indirecta de los ecosistemas al bienestar humano	La economía de los ecosistemas y su biodiversidad [TEEB por sus siglas en ingles], 2010

Fuente: (Latterra y Nahuelhual, 2016:11)

Autores como Camacho y Ruiz, (2012:3), señalan que en la actualidad no existe una definición que sea definitiva y universalmente aceptada para los servicios ecosistémicos. Sin embargo, es deseable utilizar una definición de servicios ecosistémicos en relación con el objetivo que se persiga con la investigación (Latterra y Nahuelhual, 2016).

En función a lo anterior, si el objetivo es socializar el concepto a un público no especialista en el tema y explicar la importancia de los servicios ecosistémicos, es más práctico usar las tipologías sencillas como la de la propuesta de la MEA, que tiene una aceptación a nivel global (MEA, 2003:3), en la cual se concibe a los servicios ecosistémicos como los beneficios que las personas obtienen de la naturaleza.

Clasificación de los Servicios Ecosistémicos (SE)

Al igual que la definición de SE, existen múltiples marcos y propuestas de clasificación de servicios ecosistémicos. Sin embargo, al igual que el concepto, la clasificación de la MEA es la más utilizada, y en ella los servicios ecosistémicos se dividen en servicios de soporte, de provisión, de regulación y culturales.

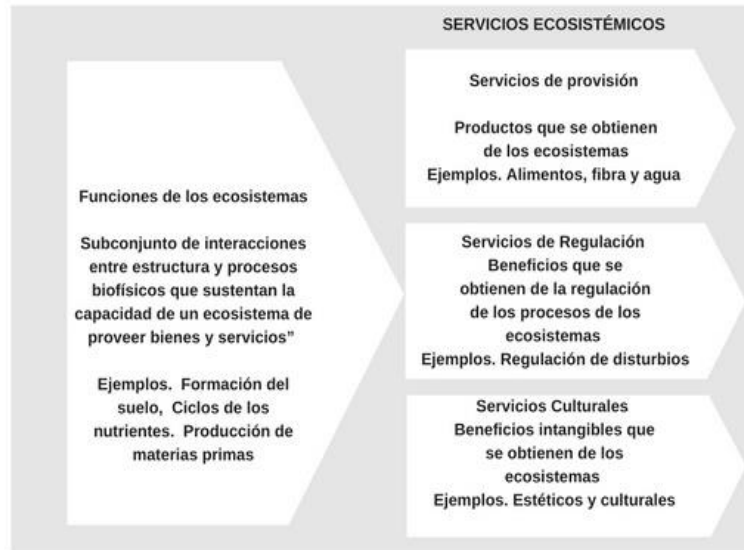


Figura 3. Clasificación de los servicios finales adaptado de la MEA, 2003 por Martín-López y Montes en 2010.

Otros modelos teóricos-conceptuales para la valoración de SE diferencian entre servicios de soporte, también llamados intermedios y servicios finales. Por ejemplo, el marco conceptual denominado *cascada de servicios ecosistémicos* (Haines-Young y Potschin, 2011) se discrimina entre servicios intermedios y finales, asociando únicamente a estos últimos con el bienestar de la sociedad. El objetivo de esto es evitar sobrestimar su valor. Otros como Martín-López y Montes (2010) homologan los servicios de soporte a funciones ecosistémicas. (ver figura, 3) esta adaptación en la clasificación de la MEA, finalmente es considerada como aplicable para los fines de este trabajo.

Asimismo, la tipología de servicios ecosistémicos está basada en la clasificación de la MEA y la economía de los ecosistemas y su biodiversidad TEEB por sus siglas en inglés (2010), esta última fue retomada y modificada por el Ministerio de Medio Ambiente de Chile (s,f), considerando sólo servicios ecosistémicos finales, que pueden ser valorados directamente por los actores locales (ver cuadro 3).

Cuadro 3. Tipología de Servicios ecosistémicos basada en Ministerio de Medio Ambiente de Chile. (s, f)

Tipología	Ejemplos
Servicios de provisión	
Abastecimiento de alimentos	Frutos, hongos, raíces y alimentos extraídos de ríos y presas.
Materias primas	Forraje, plantas ornamentales, tintes naturales y semillas para la producción de alimentos, fibras.
Combustibles	Leña, petróleo.
Bioquímicos	Medicinas, biosidas, aditivos, etc.
Recursos genéticos.	Información genética de animales y plantas utilizadas en biotecnología, medicinas y productos farmacéuticos.
Servicios de regulación	
Regulación del clima	Mantenimiento del clima en condiciones aptas para la vida y los cultivos. Control de temperaturas extremas. Influencia en el clima a nivel local y global.
Regulación de disturbios	Capacidad del ecosistema de responder a fluctuaciones ambientales: protección contra inundaciones, control de tormentas, etc.
Regulación y saneamiento del agua	Sincronización entre escorrentía y recarga de acuíferos: almacenaje y retención de agua en cuencas, reservorios y acuíferos.
Tratamiento de desechos/regulación de enfermedades	Remoción del exceso de componentes dañinos del ambiente. Control de la polución/depuración, filtro de partículas de polvo, disminución de contaminación acústica.
Servicios Culturales	
Espiritual/religioso	Sitios sagrados.
Recreativo/turístico	Ecoturismo/deportes.
Estético/inspirativo	Contemplación de la naturaleza, movimientos artísticos y culturales.
Educativo	Investigación de especies animales y vegetales y hábitats.
Identidad del sitio/ herencia cultural	Naturaleza como símbolo de identidad local.

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente de Chile. (s, f)

1.2 Componentes del subsistema socioeconómico

1.2.1 Usuarios

Los usuarios son las personas beneficiarias de los servicios ecosistémicos (Ostrom, 2009:420), también conocidas como actores locales, y son los que acceden a los servicios ecosistémicos de acuerdo con sus formas de organización económica social y política para satisfacer sus necesidades de bienestar.

1.2.2 Capacidad de acceso

La capacidad de acceso se refiere a las dinámicas económicas, sociales o políticas como la organización del sistema de gobernanza, infraestructura, o el efecto de los mercados, que condicionan el hecho de que una población pueda acceder o no a los servicios ecosistémicos. Con esta variable se analizan distintas características como el derecho de las personas a acceder a los servicios, el uso que hacen de ese derecho y las limitaciones dadas por el capital natural, social, humano, financiero y físico, incluyendo la tecnología (Fisher *et al.*, 2014:38).

1.2.3 Bienestar

De acuerdo con el marco de la MEA (2003); el bienestar humano tiene múltiples componentes, entre los que se incluyen los materiales básicos para el buen vivir, la libertad y las opciones, la salud, las buenas relaciones sociales y la seguridad. Asimismo, los componentes del bienestar, tal como las personas los experimentan y perciben, dependen del contexto, reflejan la geografía, la cultura y las circunstancias ecológicas locales, existe una relación estrecha entre los componentes del bienestar y los servicios ecosistémicos, que está condicionada por la capacidad de acceso de las personas (ver figura 5) (MEA, 2003:4).

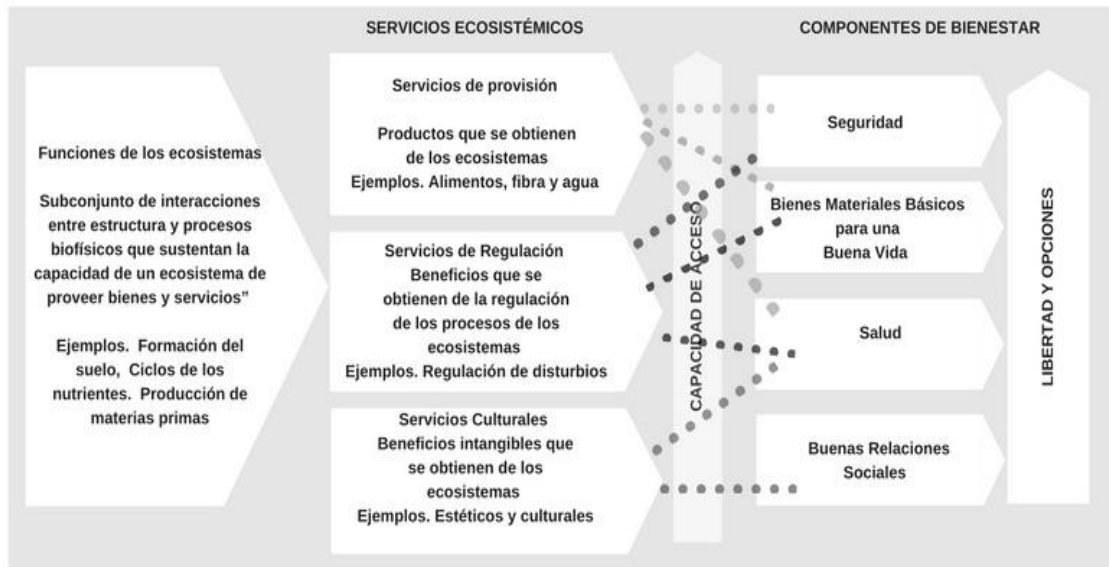


Figura 4. Relación entre componentes del bienestar y servicios ecosistémicos. Fuente: modificado a partir de la MEA, 2003.

1.2.4. Valor

Esta variable expresa una medida del beneficio que obtenemos de los ecosistemas respecto al bienestar de los usuarios, que puede ser expresada tanto en términos monetarios, ecológicos o sociales (Haines-Young y Potschin 2011 citado en Ministerio del Medio Ambiente de Chile (s/f). de acuerdo con Laterra *et al.* (2011:363) consiste en estimaciones cualitativas o cuantitativas, no necesariamente monetarias, de la importancia relativa de distintos beneficios derivados del funcionamiento de los ecosistemas para las sociedades humanas.

Es pertinente mencionar que a partir de la aplicación del método de valor total aplicado por Constanza *et al.* en 1997, han surgido principalmente, tres corrientes de valoración de servicios ecosistémicos: aquellos que asignan un valor monetario, esta valoración comúnmente se conoce como valoración económica; existe otra corriente que se apoya en conceptos de la economía política y en la cual se apoyan otros métodos de valoración que pueden clasificarse como valoración social y finalmente, desde la vertiente de la ecología funcional se proponen métodos de valoración que usualmente emplean métodos de modelación para evaluar el funcionamiento de los ecosistemas (Laterra y Nahuelhual, 2016).

1.2.5 Demanda

Se refiere a los servicios ecosistémicos que son requeridos por los usuarios de acuerdo con sus deseos y/o uso directo, patrones de consumo de las sociedades y sus formas de organización

1.3 Factores de cambio

1.3.1 Presiones-Pulsos

Son impulsores de cambio, biofísicos y sociales, que afectan los ecosistemas, ya sea como manifestaciones de largo plazo (presiones) como por ejemplo calentamiento global, o como eventos de corto plazo (pulsos) como por ejemplo un incendio o una inundación (Collins *et al*, 2011)

1.3.2 Políticas públicas para la gestión y manejo de los ecosistemas

Las políticas públicas para la gestión y manejo de los ecosistemas se definen, para fines de este trabajo, como los cursos de acción de gobierno, tendientes a mejorar el bienestar humano, que incide y regula el impacto de los usuarios hacia los ecosistemas. De acuerdo con Mohar y Rodríguez, las políticas públicas son idóneas para incidir positivamente en las instituciones y las reglas que determinan las interacciones económicas y sociales (2008:55)

La política pública que emana del Estado pretende garantizar los derechos constitucionales sobre la propiedad social de la tierra y el derecho de los ciudadanos a tener un ambiente sano y propicio para su desarrollo

El Gobierno es depositario de dicha encomienda, no obstante, otras modalidades y alternativas para la gestión y manejo de la naturaleza que se gestan desde la voluntad social y que pueden ser respaldadas jurídicamente. En su andamiaje de gobierno, existen en México tres órdenes, o niveles jerárquicos del Estado, la federación, el estado y el municipio, y en dichos ámbitos, con sus propios contextos sociales, políticos y económicos se deben establecer políticas públicas que preferiblemente deben gestarse por y para beneficio de las poblaciones locales.

CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL ARROYO DE AMOLES

2.1 Datos generales de la microcuenca

El área de estudio es una microcuenca perteneciente a la región de los Valles Abajeños que se traslapa al territorio de los municipios de Moroleón, Yuriria y Uriangato, en el sureste del estado de Guanajuato.



Figura 5. Localización de la microcuenca del Arroyo de Amoles. Elaboración propia con datos de INEGI, 2010.

2.2 Caracterización del subsistema ecológico de la microcuenca

2.2.1 Características biofísicas de la microcuenca

Esta unidad territorial alberga una superficie de 75.97 km², con un gradiente altitudinal de 1038 metros entre su punto más bajo desde los 1791 hasta los 2829 msnm en la cima del Cerro de Amoles (Ver figura 6). Se encuentra ubicada en la provincia fisiográfica eje Neovolcánico, en la subprovincia fisiográfica denominada como sierras y bajíos michoacanos, donde los tipos de suelo registrados para esta microcuenca son cambisol, luvisol, feozem, litosol, regosol y vertisol.

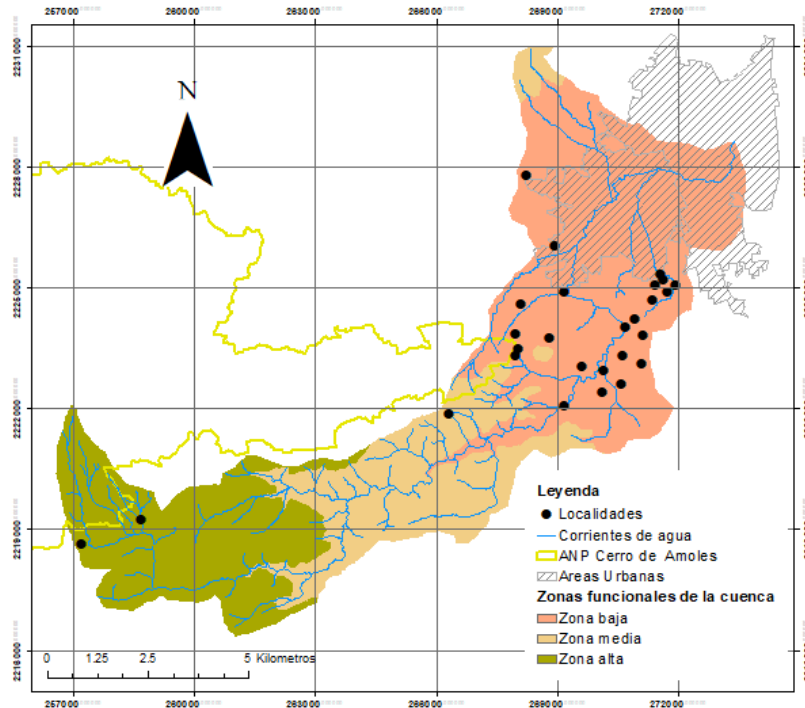


Figura 6. Zonas funcionales de la microcuenca del Arroyo de Amoles.
Elaboración propia con datos de INEGI, 2010.

En cuanto a los rasgos hidrográficos, se localiza en la región hidrológica Lerma-Santiago, en la cuenca Lago de Pátzcuaro-Cuitzeo y Lago de Yuriria, subcuenca del Lago de Yuriria (INEGI, 2010) y de acuerdo con el sistema de microcuencas del Fideicomiso de Riesgo Compartido, comprende cuatro microcuencas: 12GcKBD, 12GcKBC, 12GcKBB y 12GcKBA (FIRCO, 2011).

La microcuenca de mayor incidencia para este estudio es la 12GcKBA, la cual se intercepta directamente con el ANP Cerro de Los Amoles; la superficie que comprende dentro del área natural protegida es del 4.44%, abarca la comunidad de los Amoles y parte de San Felipe.

Los climas presentes en la microcuenca son: templado sub-húmedo y semi-cálido sub-húmedo. El clima predominante en la microcuenca es Cw1w Templado Subhúmedo, un clima templado, con un contenido de humedad intermedia y con temperaturas extremas en la región que oscilan entre los 26°C y los -3°C con un promedio entre los 12° y los 18°C, con una precipitación media anual de 700 milímetros.

2.2.2 Análisis de la funcionalidad de la microcuenca para proveer el servicio de regulación de precipitaciones por cobertura vegetal

Para valorar la importancia que tienen los diferentes tipos de vegetación en el control de inundaciones dentro de la microcuenca del Arroyo de Amoles, es importante cuantificar la capacidad de retención de lluvia que tiene cada una de estas coberturas en un evento extremo.

De acuerdo con el protocolo colaborativo de evaluación y mapeo de servicios ecosistémicos y vulnerabilidad socio-ecológica para el ordenamiento territorial ECOSER (Lattera, *et. al.*, 2011), en el documento denominado *Tutorial para el mapeo de funciones ecosistémicas y servicios ecosistémicos*, para poder cuantificar el impacto que tiene la vegetación como reguladora de escurrimientos en eventos de lluvia extremos, se propone utilizar el método denominado *número de curva*. Este método fue desarrollado por el *Soil Conservation Service (SCS)* del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en 1986, y que ha sido ampliamente utilizado en diferentes regiones del mundo para el cálculo de infiltración y escurrimiento (Barral, 2016:14).

A partir del Protocolo ECOSER y utilizando Sistemas de Información Geográficos, se realizó el cálculo de la función de Retención de excesos de precipitación por cobertura vegetal utilizando como supuesto un evento lluvia máxima en 24 horas de 55 mm, registrado por una estación cercana al área de estudio en agosto de 2010 (ver cuadro 4). De acuerdo con Barral, se considera que un evento de más de 50 mm puede generar inundaciones aguas abajo de la cuenca (2016:18).

Cuadro 4. Valores de lluvia máxima en 24 horas.

Estación	Ubicación		Días de Tormenta	Lluvia máxima en 24 horas en mm	Fecha del Evento
	X	Y			
11058	265627.06	2218464.34	1	55*	Agosto, 2010
11047	270907.55	2226888.25	0	80	Agosto, 2010
11010	249491.05	2224469.83	9	47.2	Agosto, 2010

Fuente. Información mensual estadística de CONAGUA 1979-2010.

*Evento seleccionado para realizar la simulación de la función de retención de excesos de precipitación por cobertura vegetal.

Asimismo, se utilizaron como insumos, la carta edafológica generada por INEGI escala 1,250,000 de 1970, para el estado de Guanajuato, así como la carta de uso de suelo y vegetación del Instituto de Ecología del Estado, escala 1: 20,000 que se desarrolló a partir de técnicas de fotointerpretación de imágenes satelitales.

a) *Aplicación del protocolo Ecoser para determinar la función de retención de excesos de precipitación por cobertura vegetal (Barral, 2016)*

Para poder obtener la función de retención de excesos de precipitación para un área determinada, se debe calcular el número de curva (NC) en base a las siguientes variables: uso de suelo y vegetación, grupo hidrológico de suelo que se determina en base a permeabilidad del mismo dada por las condiciones de profundidad y textura del mismo y condición de humedad del suelo en la cuenca.

De acuerdo con el manual descriptivo del método, lo ideal sería tener valores propios para el área de estudio, no obstante, si esto no es posible, se puede recurrir a las tablas del *National Resources Conservation Service* (NRCS) en el que se establecen valores tipo en base a una clasificación de condiciones de humedad, tipo de vegetación y permeabilidad.

Una vez que se determina el valor de NC, el siguiente paso es calcular las pérdidas antes de que comience el escurrimiento, incluyendo el agua retenida en depresiones de la superficie, agua interceptada por la vegetación, evaporación e infiltración (ver anexo 1).

Para ello se utiliza la siguiente ecuación:

$$IE = \left(\frac{25400}{NC} \right) - 254$$

Ecuación 1

IE representa la pérdida inicial y NC es valor de número de curva para determinado tipo hidrológico de suelo, condición de humedad previa y uso de la tierra expresada en valores de 0 a 100, donde un valor cercano a 100 representa un potencial nulo de retención de lluvia, en tanto los cercanos a 0 representan una retención potencial ilimitada.

Posterior a ello se calcula el valor de escurrimiento superficial (mm) para un evento de lluvia dado. Representa la probabilidad de que la lluvia se convierta en escurrimiento como resultado del tipo de cobertura vegetal y su interacción con propiedades del suelo mediante la siguiente ecuación (NRCS, 1986 citado en Barral 2016:13).

$$ES = \frac{(P - 0.2 IE)^2}{P + 8IE} \text{ SI } P > 0.2 IE$$

$$ES = 0 \text{ SI } P \leq 0.2 IE$$

Ecuación 2.

ES representa el valor de escurrimiento superficial (mm), P es el valor de precipitación (mm) para cada evento de lluvia extremo e IE representa la pérdida inicial. Una vez que se determina el valor del escurrimiento superficial, se calcula la función de retención de excesos de precipitación por cobertura vegetal, mediante la siguiente ecuación:

$$REP_i = \left(P - \frac{(P - 0.2IE)^2}{P + 0.8IE} \right) * \text{días tormenta}$$

Ecuación 3.

Dónde: REP_i es la retención de excesos de precipitación por cobertura vegetal en el área i.(mm); P es la lluvia de un evento de tormenta (mm); días tormenta es el número de días de tormenta en un año; e IE es la cantidad de lluvia retenida por el ecosistema antes de que ocurra el escurrimiento.

b) Cálculo de la función de retención de excesos de precipitación por cobertura vegetal en la microcuenca del Arroyo de Amoles

Para el cálculo del valor de número de curva en el área de estudio se determinaron polígonos de superficie por tipo de suelo y vegetación y textura del suelo, para cada uno de estos polígonos y con base en la tabla para condiciones de humedad promedio retomada del *National Resources Conservation Service* (NRCS), para el protocolo de ECOSER (Barral, 2016: 16), se designó el valor de número de curva a cada superficie del área de estudio.

Fue necesario analizar los tipos del suelo presentes en la microcuenca, de acuerdo con la carta edafológica del INEGI, 1970. En la microcuenca se encuentran representados en su mayoría los suelo tipo vertisoles y litosoles y en menor medida feozem y cambisoles, cuyas texturas van de medias y finas por lo que su grado de permeabilidad disminuye (ver figura 5).

En cuanto a la cobertura vegetal de la superficie del área de estudio, representa en mayor porcentaje zonas agrícolas de temporal y áreas urbanas en la cuenca baja, cuyo valor de acuerdo al método de curva, representa menor grado de permeabilidad; por el contrario las coberturas más permeables y que obtuvieron los valores más bajos en la escala de 0 a 100, son las superficies de bosque de encino, bosque de pino encino y matorrales ubicadas en su mayoría en la parte media y alta de la cuenca (ver figura 8).

Como resultado del análisis de estos dos insumos se obtuvo un mapa con los números de curva (NC), cuyos valores oscilan en una escala de 55 a 90, es interesante resaltar que las superficies de Pastizal obtuvieron valores más bajos de lo esperado, debido a que las texturas de los suelos en estas áreas, tienen mayor grado de permeabilidad que incluso algunas superficies forestales con texturas finas, con lo cual su grado de permeabilidad aumenta, por tanto el valor en el número de curva disminuye. (ver figura 10)

Una vez con los valores de NC, se calculó la ecuación 1 para determinar el factor IE de perdida inicial, posteriormente se calculó el escurrimiento superficial para una lámina de precipitación de 55 mm en 24 horas, mediante la ecuación 2. Con los datos obtenidos y mediante un análisis de tipo vectorial y *Ráster* se aplicó la ecuación 3 para el cálculo de la función de Retención de Excesos de Precipitación por Cobertura Vegetal. (ver figuras 11 y 12)

Con los resultados obtenidos, se reclasifico el modelo para determinar cuáles eran las áreas de mayor capacidad para retener excesos de precipitación en caso de un evento de lluvia extremo. Los resultados de este análisis se muestran en la figura 13. Por último, es importante concluir que, las zonas que tienen mayor potencial para retener excesos de precipitación dentro de la microcuenca son aquellas que coinciden con coberturas forestales o pastizales de la parte alta, cuya textura de suelo tiene mayor grado de permeabilidad y que se localizan en la parte alta y media de la microcuenca.

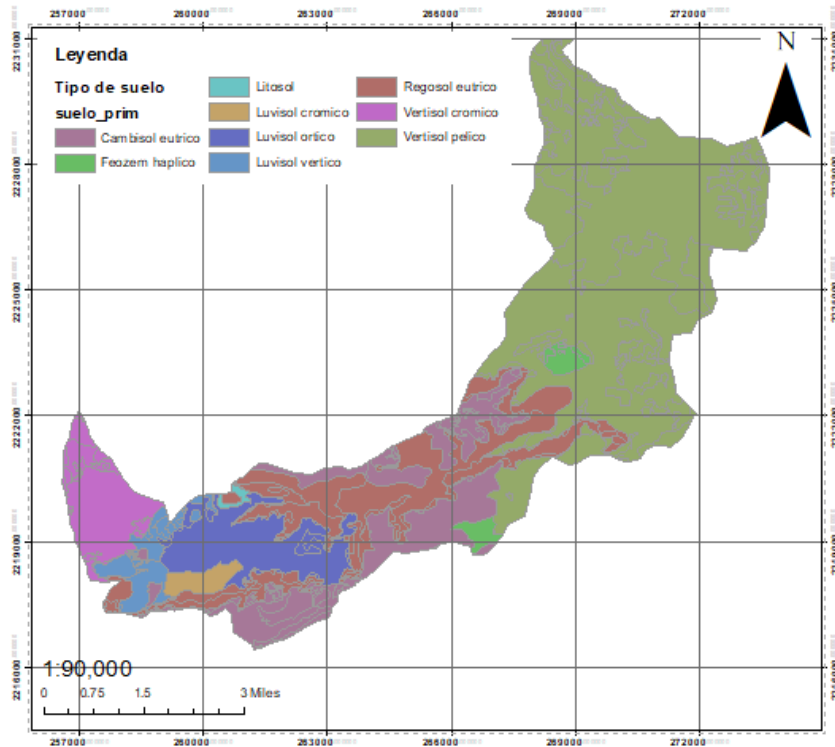


Figura 7. Tipos de suelo del área de estudio. Elaboración propia con base en datos de la carta edafológica de INEGI, 1970.

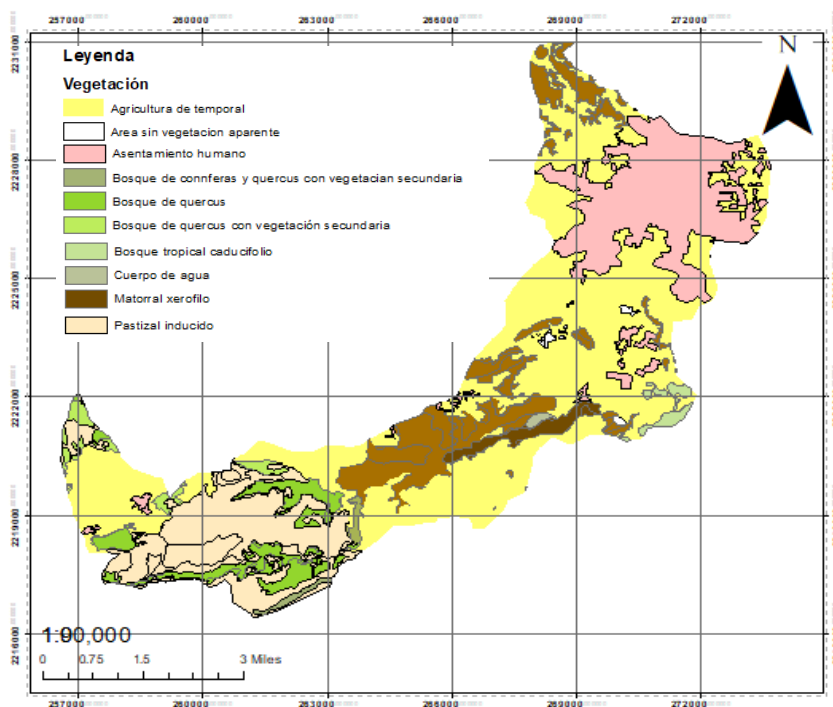


Figura 8. Usos de suelo y vegetación del área de estudio. Elaboración propia con base en datos del Instituto Estatal de Ecología IEE, 2014.

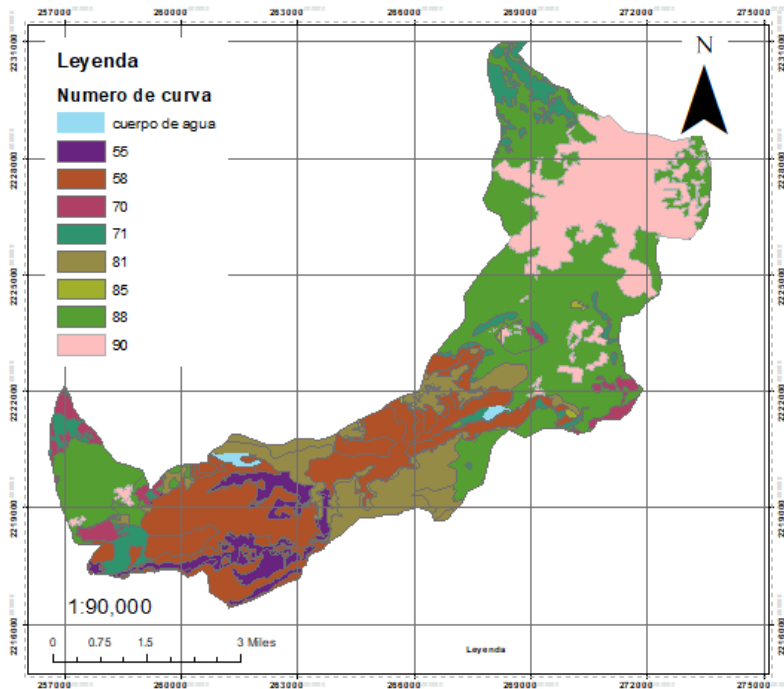


Figura 9. Cálculo de número de curva. Elaboración Propia con base a *National Resources Conservation Service (NRCS)*, 1986.

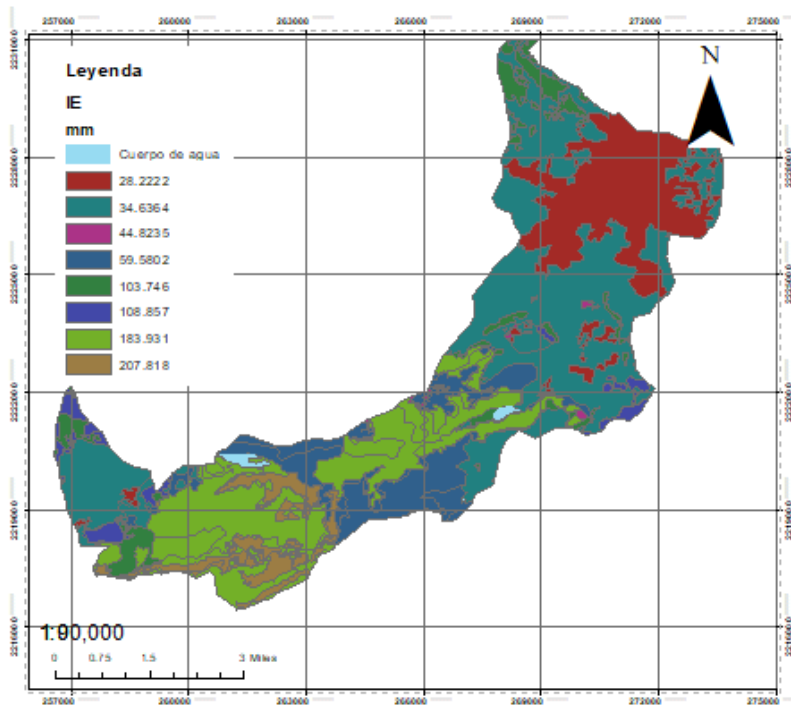


Figura 10. Cálculo de la variable pérdida inicial en mm (IE) para el área de estudio. Elaboración propia en base a *ECOSER*, 2016.

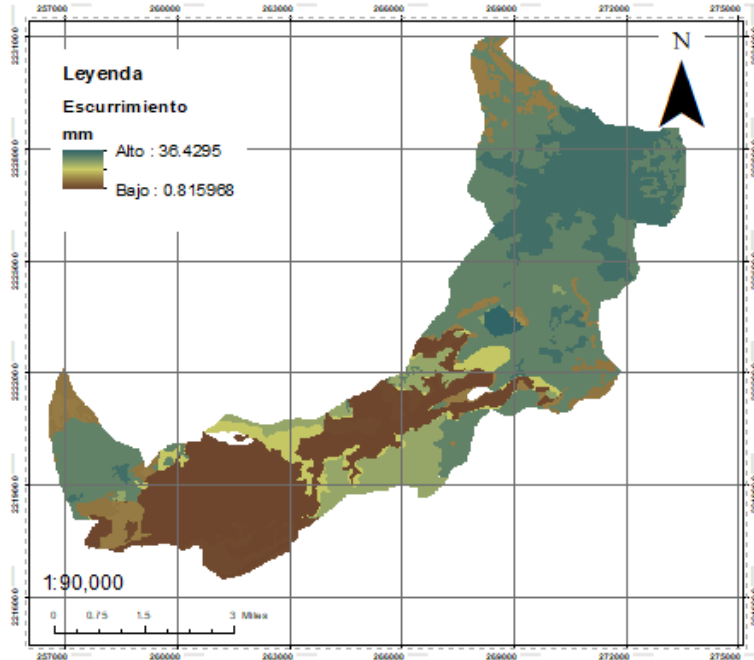


Figura 11. Cálculo de la variable escurrimiento superficial en el área de estudio. Elaboración propia en base a ECOSER, 2016

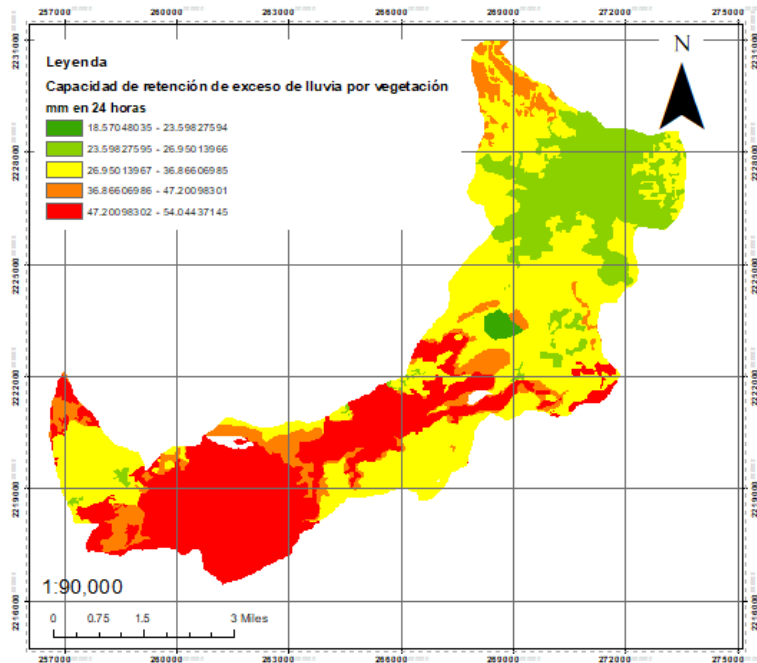


Figura 12. Cálculo de Retención de excesos de precipitación por cobertura vegetal en mm de lluvia. Elaboración propia con base en ECOSER, 2016

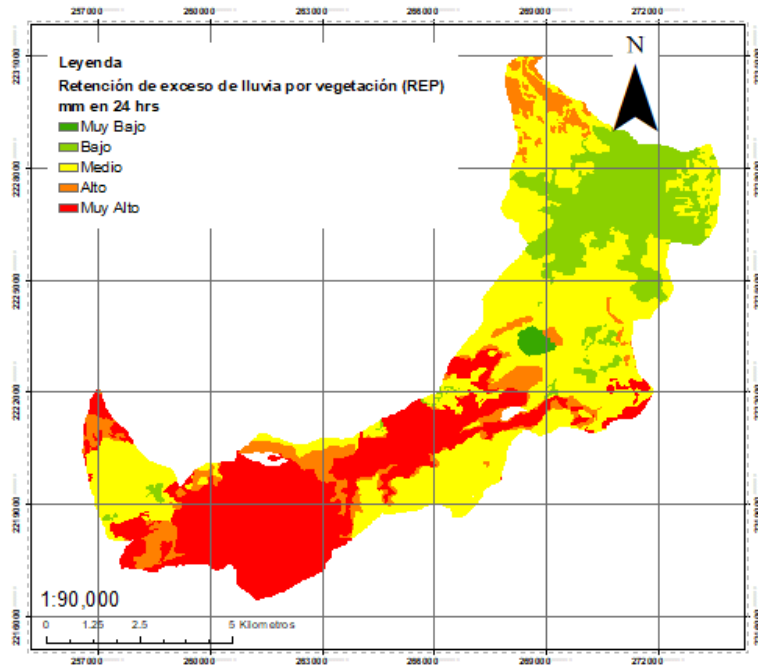


Figura 13. Clasificación de áreas con mayor capacidad de retención de excesos de precipitación por cobertura vegetal. Elaboración propia con base en ECOSER, 2016.

2.3 Caracterización del subsistema socioeconómico de la microcuenca.

De acuerdo con datos del censo de población y vivienda (INEGI, 2010), en esta microcuenca se localizan 16 núcleos de población de los cuales 7 pueden considerarse rurales, 2 núcleos urbanos y 5 periurbanos. En la cabecera de la cuenca, se localizan 2 comunidades rurales de menos de 500 habitantes (San Felipe y Amoles) cuyas actividades económicas principales son la agricultura de temporal, la ganadería en sistema semi-estabulado (IEE, 2015).

En la parte media-baja se encuentran las localidades de La Barranca, Cepio, Colonia El Llaverero, La Soledad y El Capulín, éstas localidades también cuentan con menos de 500 habitantes. Finalmente, en la parte baja de la cuenca se localizan 5 localidades periurbanas y las manchas urbanas de Uriangato y Moroleón, que concentran al grueso de la población que radica en la cuenca. Es preciso mencionar que, las dos manchas conurbadas de Moroleón y Uriangato suman un total de 94,582 habitantes de los 95,899 que se registran para las

localidades que se interceptan con la microcuenca, de los cuales, 47.57% son hombres y el 52.40% son mujeres (Ver cuadro 5).

Cuadro 5. Población total por localidad en la microcuenca del Arroyo de Amoles. Elaboración propia con datos del INEGI 2010.

Municipio	Localidad	Población Total	Población Masculina	Población Femenina
Yuriria	San Felipe	163	86	77
Uriangato	Uriangato	51,382	24,577	26,805
Uriangato	Charándaro	4	*	*
Uriangato	Potrero de los Andrade	20	11	9
Uriangato	Villa Paraíso del Sur	4	*	*
Uriangato	Colonia Magisterial	44	21	23
Moroleón	Moroleón	43,200	20,455	22,745
Moroleón	Amoles	237	116	121
Moroleón	La Barranca	345	147	198
Moroleón	Cepio	138	59	79
Moroleón	La Soledad	303	127	176
Moroleón	El Huanumo	4	*	*
Moroleón	Granja El Jinete	3	*	*
Moroleón	El Capulín	2	*	*
Moroleón	Colonia el Llaverero	14	6	8
Moroleón	Calderón	26	15	11
	Totales	95,889	45,620	50,252

2.3.1 Usuarios de acuerdo con las zonas funcionales de la microcuenca

Siguiendo el marco conceptual propuesto, los usuarios de la microcuenca del Arroyo de Amoles se caracterizaron respecto a las zonas funcionales, para ello se utilizó como base de información la plataforma del Atlas Nacional de Riesgos que permite identificar sistemas expuestos en caso de un evento de contingencia de cualquier fenómeno perturbador⁴, mediante

⁴ De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres, los fenómenos perturbadores son aquellos acontecimientos provocados por la naturaleza o el ser humano, que impactan a la población, sus bienes y su entorno, de acuerdo con la causa que los origina se clasifican en: geológicos, hidrometeorológicos, químico-tecnológicos, sanitario-ecológicos y socio-organizativos.

el uso de sistemas de información geográfica (Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED], 2017).

Para ello y con base en el polígono de la microcuenca y el modelo de la altitud, se analizaron los sistemas expuestos de la zona baja, media y alta de la cuenca (tal como se muestra en las figuras de referencia 16, 17 y 18).

2.3.1.1 Zona baja de la microcuenca

Se identifica como usuaria del servicio de regulación de precipitaciones por cobertura vegetal a la población de la ciudad de Moreleón y parte de la cabecera municipal de Yuriria, esta zona, de acuerdo con datos concentrados en el sistema del Atlas Nacional de Riesgos, alberga una población aproximada de 75,320 personas, los sistemas de bienes e infraestructura estratégica en esta zona de la microcuenca se cuantifican en un total de 25,133 viviendas, 20 establecimientos de salud, 105 escuelas, 26 supermercados, cuatro gasolineras, 15 bancos y 34 unidades de producción pecuaria.

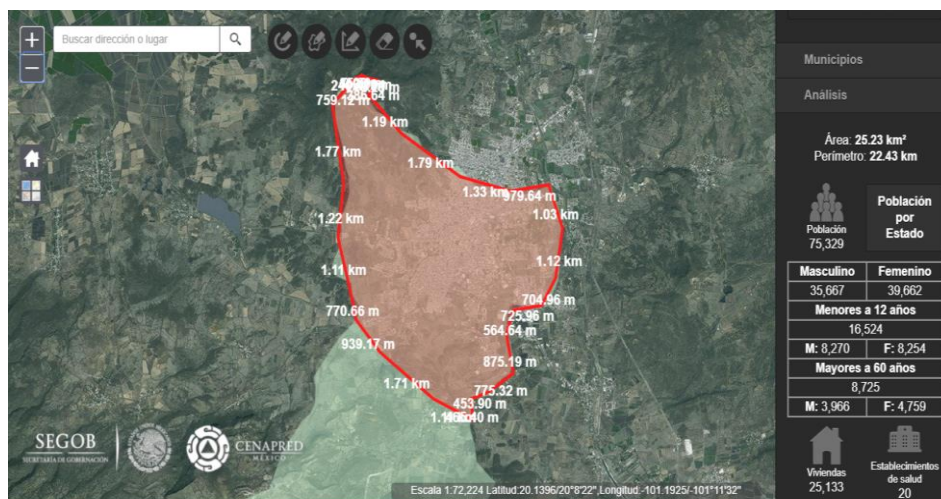


Figura 14. Análisis de usuarios potenciales y sistemas expuestos en la parte baja de la microcuenca del Arroyo de Amoles. Elaboración propia con base en datos de CENAPRED, 2017.

2.3.1.2 Zona alta y media de la microcuenca

Por otra parte, el total de usuarios de la parte alta de la microcuenca, que están asociados a las zonas funcionales donde principalmente se provee el servicio en cuestión, se calcula en un aproximado de 400 personas, en esta zona se ubican un total de 130 viviendas, cinco escuelas y tres unidades de producción pecuaria.

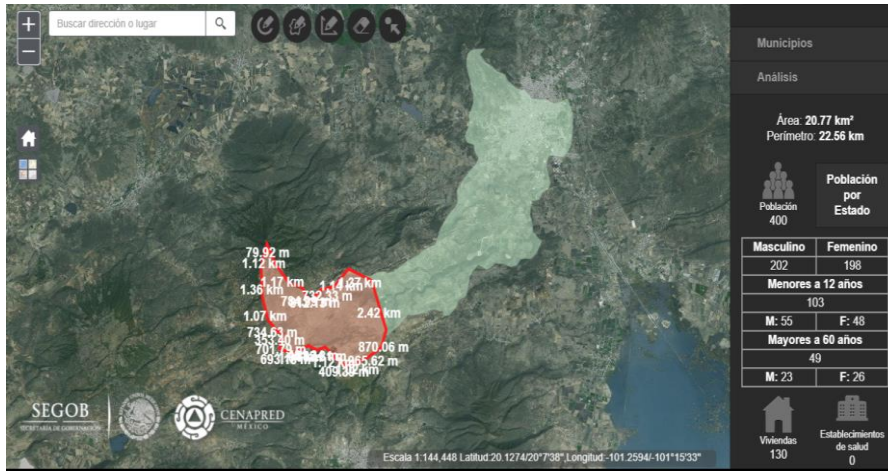


Figura 15. Análisis de usuarios potenciales y sistemas expuestos en la parte alta de la microcuenca del Arroyo de Amoles. Elaboración propia con base en datos de CENAPRED, 2017.

Respecto a la zona media de la microcuenca que, de acuerdo con el análisis realizado, también alberga zonas funcionales necesarias para la provisión del servicio de regulación hídrica, se ubican un total de 1,881 personas, 196 viviendas, 9 escuelas, una presa y cinco unidades de producción pecuaria.

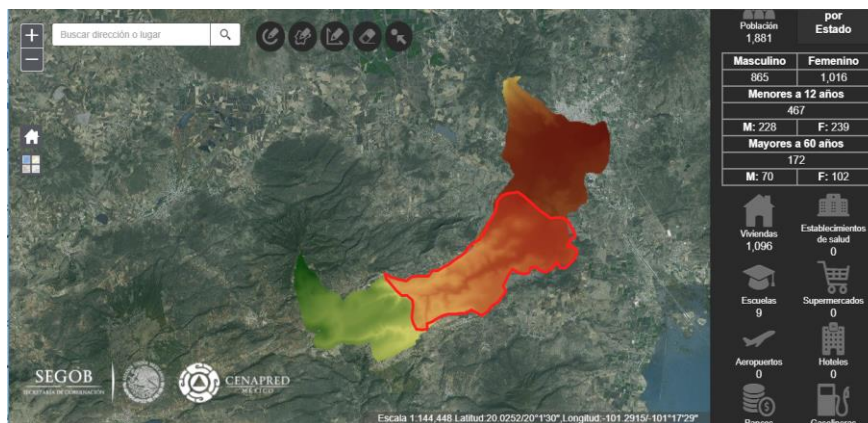


Figura 16. Análisis de usuarios potenciales y sistemas expuestos en la parte media de la microcuenca del Arroyo de Amoles. Elaboración propia con base a datos de CENAPRED, 2017.

2.3.2 Política pública para la gestión y manejo de los ecosistemas en la microcuenca

Dentro de la microcuenca se identifica como política pública para el manejo y gestión de los ecosistemas el decreto del área natural protegida Cerro de Amoles, decretada en 2004 de acuerdo al decreto gubernamental número 190, bajo la categoría de Área de Uso Sustentable que de acuerdo al mismo y al Código Territorial para el Estado y los Municipios

de Guanajuato al CTEMG⁵, tiene por objeto producir bienes y servicios que respondan a las necesidades económicas, sociales y culturales de la población, con base en el aprovechamiento sustentable de usos compatibles.

Posteriormente, en agosto del 2006, se publicó en el Periódico Oficial del Estado de Guanajuato, el Programa de Manejo del Área Natural Protegida “Cerro de Los Amoles”, el cual tiene por objeto, definir y concertar las estrategias y acciones para la protección, restauración y conservación, del ANP. Finalmente, en el año 2015 se inició el proceso de actualización del programa de manejo de ANP Cerro de los Amoles por parte del Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato.

CAPITULO 3. MÉTODOS Y HERRAMIENTAS

Existen varios métodos para la valoración social de Servicios Ecosistémicos (SE), uno de ellos se denomina mapeo deliberativo de servicios ecosistémicos. Consiste en realizar una valoración participativa con un grupo de expertos o *focus group* a través de talleres. Los participantes (usuarios de los servicios ecosistémicos) valoran un grupo de servicios ecosistémicos y seleccionan aquellos que les parecen más importantes para su bienestar (Palomo *et al.*, 2014).

Estos servicios son ubicados en un mapa para después realizar un análisis de conflictos entre el cambio de uso de suelo y las funciones ecosistémicas necesarias para la provisión de SE, con el objeto de proponer soluciones o medidas compensatorias entre afectados y beneficiados.

La aplicación del método de mapeo deliberativo con actores sociales (grupos enfocados) es retomado y adaptado para la realización de dos talleres de valoración social del servicio de regulación de inundaciones por cobertura vegetal en la microcuenca del Arroyo de

⁵ Publicado el 25 de septiembre del año 2012, en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato. Última Reforma en el año 2013

Amoles que a su vez fue adaptado utilizando dinámicas propuestas por Geilfus (1997) para la realización de procesos participativos (Ver anexos 1 y 2).

3.1 Proceso de valoración social de servicios ecosistémicos en la microcuenca del Arroyo de Amoles

El Proceso de valoración social para ponderar el servicio de control de inundaciones a través de la regulación de exceso de precipitaciones por cobertura vegetal implicó desarrollar las siguientes etapas ilustradas en la figura 12.

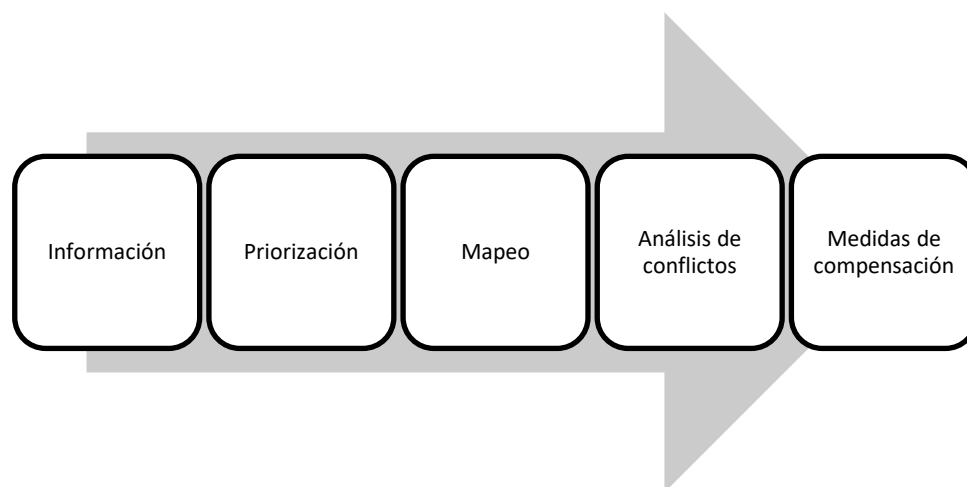


Figura 17. Diagrama de proceso para la valoración social de servicios ecosistémicos.
Elaboración propia adaptada del proceso de mapeo deliberativo de servicios ecosistémicos propuesto por Palomo *et al.* 2014.

3.2 Etapas del proceso

3.2.1 Información

El objetivo de esta etapa es informar a los tomadores de decisiones y representantes de grupos sociales de la microcuenca de Arroyo de Amoles acerca de los beneficios que obtienen de la naturaleza mediante el concepto de servicios ecosistémicos enfocado en cuencas. Mediante una presentación audiovisual apoyada en el protocolo Ecoser para la valoración de servicios ecosistémicos, se establecen las bases conceptuales y metodológicas que permiten a los participantes visualizar a la naturaleza como proveedora de servicios ecosistémicos que inciden en su bienestar.

La presentación se estructuró de tal forma que permitiera explicar a los participantes el concepto de servicios ecosistémicos, los procesos y estructuras de la naturaleza que proveen servicios ecosistémicos de acuerdo con la cascada de servicios ecosistémicos y los diferentes tipos de valoración de los servicios (social, económica y ecológica) en función a los conceptos retomados de (Laterra y Nahuelhual, 2016)



Figura 18. Presentación audiovisual sobre conceptos básicos de servicios ecosistémicos y su valoración. 19 de julio de 2016. Sala de cabildos de la presidencia municipal de Moroleón.

3.2.2 Priorización

De acuerdo con Palomo *et al.* (2014), el trabajo con grupos focales para la priorización y valoración de servicios ecosistémicos puede realizarse mediante herramientas como la entrevista grupal. Por lo anterior se diseñó un cuestionario para que, a través de la discusión y lluvia de ideas puedan reflexionar sobre los servicios ecosistémicos que provee la microcuenca del Arroyo de Amoles.

El cuestionario grupal se estructuró en 3 secciones (ver anexo 2), de acuerdo con los temas que es necesario evaluar. La primera sección se diseñó con el objetivo conocer la relación de los participantes con la zona de estudio, por lo que se pidió a los participantes que

describieran las actividades o cargos que desempeñan, así como los años viviendo en la zona de estudio.

En la segunda sección del cuestionario se procuró que los participantes pudieran valorar y priorizar los servicios ecosistémicos. Para ello, se diseñó una matriz, a partir de la Tipología de Servicios Ecosistémicos basada en Ministerio de Medio Ambiente de Chile (s, f), los participantes identificaron los servicios ecosistémicos que les provee la microcuenca y ponderaron los que les parecían de mayor importancia para su bienestar asignando un valor cuantificable que permitiera un punto de comparación entre los diferentes grupos de usuarios. Asimismo, se determinó de manera cualitativa los beneficios de cada uno de los servicios valorados.

En la última sección del cuestionario se diseñaron una serie de preguntas orientadas específicamente a conocer la percepción de los participantes sobre la importancia de la cobertura vegetal para mantener el servicio de control de avenidas e inundaciones.



Figura 19. Etapa de priorización de servicios ecosistémicos para el bienestar de los usuarios en la microcuenca del Arroyo de Amoles. 13 de agosto 2016. Localidad de Piñícuaro, Moroleón, Guanajuato.

3.2.3 Mapeo

Una vez que se valoraron los servicios ecosistémicos por los usuarios, los participantes identificaron en un mapa de la microcuenca, las zonas que son importantes para su mantenimiento, se pidió a los participantes que cada grupo identificara las zonas de provisión de un servicio ecosistémico distinto, se discutió en mesas de trabajo, qué elementos o características existen en la zona de estudio y por qué es importante conservarlos, con etiquetas de colores (por ejemplo círculos rojos) se marcaron las zonas en las que se desarrollan actividades económicas u otros servicios ecosistémicos que estén en conflicto con el servicio que mapearon, con calcomanías en círculos azules se identificaron, por ejemplo, las zonas que son usuarias o se benefician del servicio ecosistémico.

Para esta actividad el principal insumo es un mapa impreso en una escala de 1:27,000 metros al cual se le agregó una cuadrícula de referencia, donde cada celda representaba 4000 metros cuadrados, a dicho mapa se agregó como referencia la carta de uso de suelo y vegetación del Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato.



Figura 20. Etapa de mapeo de servicios ecosistémicos. 19 de julio de 2016. Sala de cabildos de la presidencia municipal de Moroleón.

3.2.4 Análisis de conflictos

Para que los mismos usuarios pudieran realizar un análisis de conflictos para los distintos servicios ecosistémicos que son valorados y mapeados, se utilizó la técnica de discusión grupal propuesta por Geilfus (1997). Por ello, se les pidió a los participantes del grupo enfocado, que presentaran en plenaria los resultados del ejercicio de mapeo, se compararon las zonas delimitadas por cada uno de los grupos como prioritarias para el mantenimiento del servicio que se desea mapear, al final se reflexionó respecto a, si las zonas utilizadas para la provisión de determinado servicio están afectando la provisión de otro, las repercusiones que se tienen y a que grupo de usuarios afectaría.



Figura 21. Etapa de presentación de resultados y análisis de conflictos. 19 de julio de 2016. Sala de cabildos de la presidencia municipal de Moroleón.

3.2.3 Medidas de compensación

Se pidió a los participantes que propusieran, mediante la técnica de lluvia de ideas propuesta por Geilfus (1997); las medidas que ellos consideraran que se pueden implementar a nivel local para que los usuarios mantengan o recuperen los SE valorados. Por ejemplo, pago por servicios ambientales, financiamiento de modelos agrosilvopastoriles y otros mecanismos de financiamiento.

CAPITULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con el planteamiento inicial, se visualizaba la necesidad de realizar tres talleres de valoración, en concordancia con el número de grupos de actores que se identificaron en la cuenca:

- Grupo 1: tomadores de decisiones.
- Grupo 2: habitantes de la cuenca baja.
- Grupo 3: habitantes de la cuenca media y alta.

Sin embargo, al organizar el primer taller con el grupo 1, se observó que los asistentes en su mayoría eran habitantes de la cuenca baja, por lo que se consideró, únicamente, realizar dos talleres: uno en el que participaron los “tomadores de decisiones y habitantes de la cuenca baja” y en el otro, “habitantes de la cuenca media y alta” (ver anexo 3. Listado de participantes en los talleres de valoración social de servicios ecosistémicos en la microcuenca del Arroyo de Amoles).

4.1 Resultados del primer taller de valoración social participativa con tomadores de decisiones locales y habitantes de la cuenca baja.

En los resultados obtenidos del taller de valoración social de servicios ecosistémicos, los participantes seleccionaron cinco servicios ecosistémicos que proporcionaba la microcuenca del Arroyo de Amoles y que consideraban prioritarios para su bienestar individual o colectivo y les asignaron una valoración numérica en escala del 1-5 siendo el 5 el más prioritario y el 1 menos prioritario (ver cuadro 5).

Así mismo, se valoró de manera cualitativa la percepción de los actores sobre la importancia de conservar el servicio de regulación de precipitaciones por cobertura vegetal para evitar inundaciones. En respuesta a este cuestionamiento, los participantes consideraron importante conservar dicho servicio en la microcuenca para evitar inundaciones en la zona baja de la cuenca, por seguridad y para evitar pérdidas económicas y humanas.

Cuadro 6. Priorización y valoración de servicios ecosistémicos en la microcuenca del Arroyo de Amoles por los funcionarios públicos municipales.

Tipo de Servicio Ecosistémicos	Valoración ponderada	Beneficios locales	Tipo de valor asignado
Grupo 1			
Materias primas	5	No identifica	Valor de uso
Combustibles	4	No identifica	Valor de uso
Regulación del clima	5	No identifica	Valor de existencia
Regulación de disturbios	5	No identifica	Valor de existencia
Identidad del sitio	3	No identifica	Valor de existencia
Grupo 2			
Regulación del clima	5	Mantener un clima agradable y salud estable	Valor de existencia
Regulación y saneamiento del agua	4	Salud, evitar inundaciones, alimentación	Valor de existencia
Tratamiento de desechos	3	Salud, evitar contaminación, Tierras fértiles	Valor de uso y de existencia
Combustibles	2	Leña, mejorar la calidad de vida y el ingreso económico	Valor de uso, valor de cambio y de existencia
Recreativo/Turístico	1	Convivencia, salud, ingreso económico	Valor de existencia, de uso y de cambio
Grupo 3			
Abastecimiento de alimento	5	Sana alimentación	Valor de existencia
Materias primas	5	Abastecimiento	Valor de uso
Regulación del clima	5	Estabilidad de un ecosistema	Valor de existencia
Regulación y saneamiento del agua	5	El consumo y abastecimiento	Valor de uso
Educativo	5	Medio autosustentable	Valor de uso
Recreativo/Turístico	5	Conciencia social	Valor de cambio

Las repercusiones económicas y sociales (daños) que tiene o tendría la pérdida de este servicio, se identificaron como de carácter económico, principalmente en lo que refiere a las afectaciones de sus bienes muebles, riesgos a la salud, y en los casos más extremos, la pérdida de vidas humanas, Así mismo, mencionaron daños estructurales a obras públicas como calles y avenidas.

Por último, cuando se les cuestionó sobre qué acciones se realizan actualmente para revertir o minimizar los daños causados por disturbios de inundaciones, tormentas o avenidas, las respuestas fueron orientadas al desazolve de cuerpos de agua, limpieza de canales y drenajes, construcción de infraestructura, principalmente refiriéndose a la presa de El “*Sepio*”, podas y limpieza de vegetación en cauces y canales y reforestación, en cuanto al costo de estas acciones, los participantes no pudieron dar un estimado del costo de las acciones.

En la segunda parte del taller, los participantes decidieron mapear los servicios de Regulación de disturbios (inundaciones), en el que identificaron las zonas de cobertura vegetal dentro de la microcuenca que fueran importantes para el mantenimiento de dicho servicio, el servicio recreativo/turístico en la microcuenca mismo que asociaron a una ruta en la que actualmente se realiza ecoturismo de montaña, y por último, el tercer equipo identificó el servicio de regulación del clima, mismo que asociaron al papel que la cobertura vegetal tiene para el mantenimiento de una temperatura adecuada para la vida humana (ver figuras 1, 2 y 3) como principales conflictos asociados a la provisión de servicios, los participantes identificaron las actividades de agricultura y ganadería que se realizan por las poblaciones rurales que habitan en la microcuenca.

En la tercera fase del taller se realizó una lluvia de ideas para que los participantes propusieran mecanismos de compensación para la preservación de los servicios ecosistémicos que mapearon; para ello se repartieron unas tarjetas para que los participantes pudieran escribir sus ideas al respecto, para después discutir las en plenaria, como resultado de la dinámica se obtuvo entre otras, la siguiente lista de acciones:

- Coordinación entre dependencias.
- Ampliación del área natural protegida Cerro Área Natural Protegida Cerro de Amoles.
- Pláticas en comunidades escuelas e instituciones sobre el medio ambiente, cuidado del agua y participación social.
- Reforestación en campos y sembradíos.
- Implementar programas de azoteas verdes y huertos urbanos.
- No tirar basura fuera de los lugares dispuestos para ello.
- Limpieza de canales y arroyos.
- Reforestación en la zona de Los Amoles (parte alta de la microcuenca).

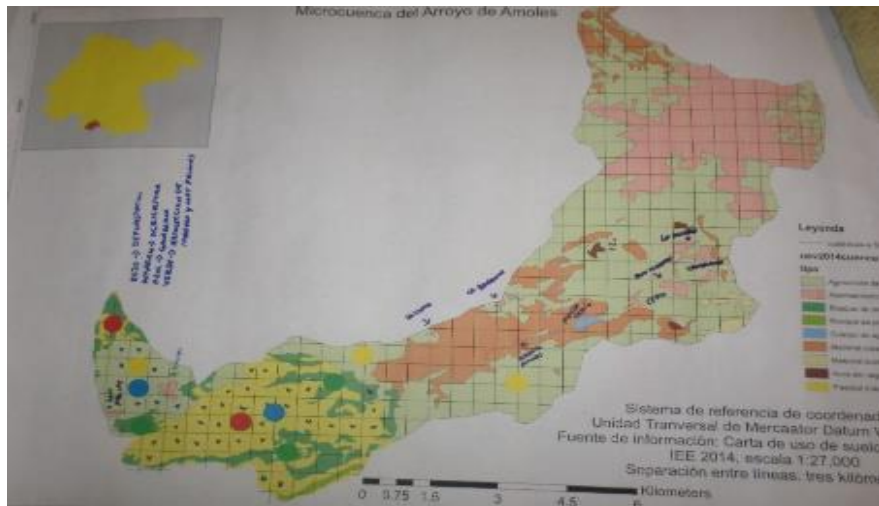


Figura 22. Mapa de zonas de provisión para el servicio de regulación de precipitaciones según la percepción de los actores locales. 19 de julio de 2016. Sala de cabildos de la presidencia municipal de Moroleón.

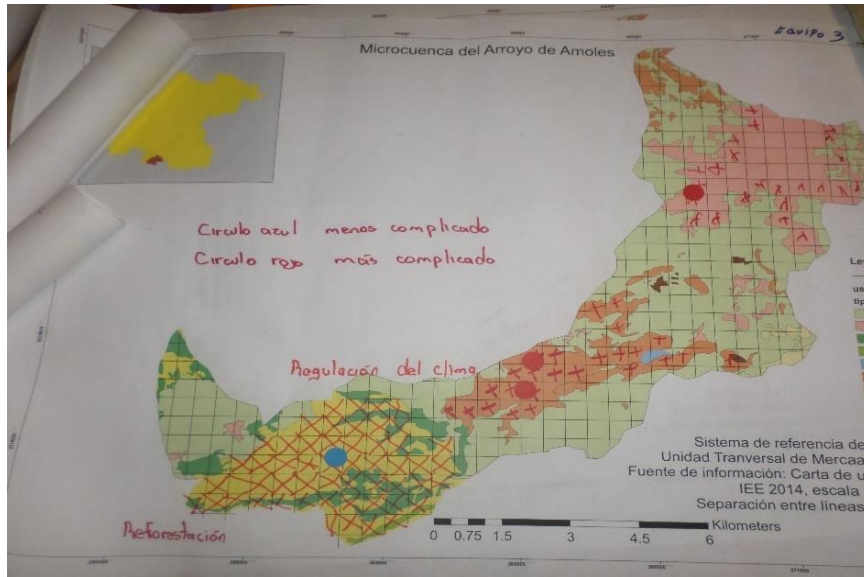


Figura 23. Mapa de zonas de provisión para el servicio de regulación del clima según la percepción de los actores locales. 19 de julio de 2016. Sala de cabildos de la presidencia municipal de Moroleón.

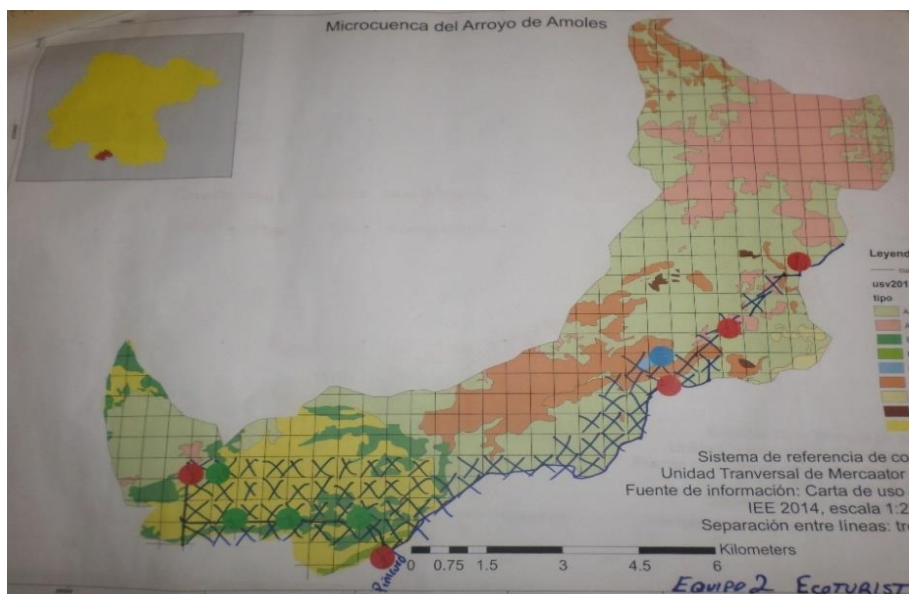


Figura 24. Mapa de zonas de provisión para el servicio ecoturístico según la percepción de los actores locales. 19 de julio de 2016. Sala de cabildos de la presidencia municipal de Moroleón.

4.2 Resultados del segundo taller de valoración social participativa con ganaderos y agricultores

Los participantes seleccionaron 5 servicios ecosistémicos que proporcionaba la microcuenca del Arroyo de Amoles y que consideraban prioritarios para su bienestar individual o colectivo, los resultados se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7. Priorización y valoración de los servicios ecosistémicos en la microcuenca del Arroyo de Amoles por ganaderos y agricultores.

Tipo de Servicio Ecosistémicos	Valoración ponderada	Beneficios locales	Tipo de valor
Grupo 1			
Abastecimiento de alimento	4	Carne, granos	Valor de uso
Materias Primas	5	Forrajes para ganado	Valor de cambio
Combustibles	3	Leña	Valor de uso
Recursos Genéticos	2	Sanidad de granos y alimentos	Valor de existencia

Tratamiento de desechos/Regulación de Enfermedades	1	Control de plagas mediante (<i>garzas garrapateras</i>)	Valor de uso
Grupo 2			
Provisión de Agua	5	Buena salud/ alimentación	Valor de Uso
Materias Primas	5	Forrajes para ganado	Valor de cambio
Recursos Genéticos	2	Medicinas para ganado	Valor de uso
Recreativo/turístico	3	Evitar el estrés y mejorar la autoestima	Valor de uso
Grupo 3			
Abastecimiento de alimento	2	Hongos, Frutos, Peces	Valor de cambio
Materias Primas	4	Forraje, semilla, leña	Valor de uso y cambio
Regulación del clima	5	Regulación de la calidad del aire y lluvia	Valor de Uso
Regulación y saneamiento del agua	5	Filtro natural de desechos	Valor de Uso
Recreativo/turístico	3	Recreativo	Valor de cambio

En la tercera sección del cuestionario se identificó la importancia de conservar el servicio de regulación de precipitaciones por cobertura vegetal para evitar inundaciones.

En la primera pregunta respecto a si los participantes tenían conocimiento previo a la realización del taller sobre la importancia que tiene la vegetación para la regulación de disturbios como inundaciones, sólo el equipo en el que participaron personas de la comunidad de Cepio lo consideraron relevante.

En cuanto a la importancia sobre conservar el servicio de regulación de precipitaciones por cobertura vegetal (regulación de disturbios), Los tres equipos respondieron que les parece importante conservar dicho servicio en la microcuenca para evitar inundaciones en microcuencas sobre todo zonas cercanas a la localidad del Cepio, las razones por las que les parece importante conservar dicho servicio es para evitar pérdidas económicas, perdidas de fauna, pastos, patrimonio y vidas humanas.

Por último, cuando se les cuestionó sobre qué acciones se realizan actualmente para revertir o minimizar los daños causados por disturbios de inundaciones, tormentas o avenidas, los grupos respondieron que era importante tener acciones, en específico consideraron las obras de retención de suelo y agua como una posible solución, mencionaron la importancia de la presa “El Sepio” como vaso regulador; el desazolve de cuerpos de agua y no tirar basura, como acciones importantes.

Una vez que los participantes respondieron todos los apartados, se discutieron en plenaria los resultados, cada equipo mencionó cuales habían sido los SE que valoraron y se discutió brevemente porque los habían ponderado de esa manera. En la segunda parte del taller sobre mapeo deliberativo de SE, se mantuvieron los grupos de trabajo, y se pidió a los participantes que eligieran un servicio ecosistémico que hubiesen priorizado en el cuestionario para mapear las zonas de provisión de dicho servicio, en plenaria los grupos eligieron los siguientes servicios: dos equipos eligieron el servicio de provisión de forraje, y un equipo mapeo varios servicios y sus posibles conflictos por incendios.

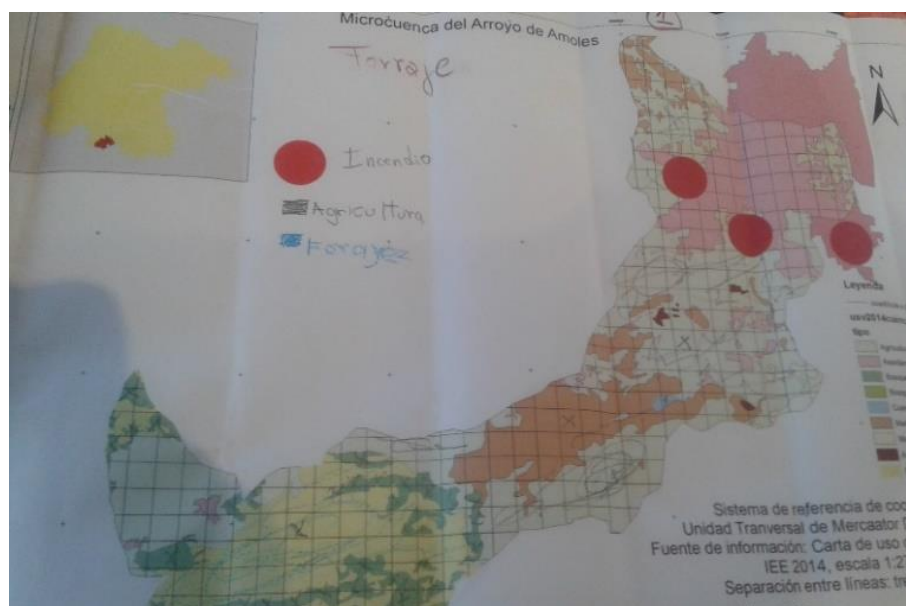


Figura 25. Mapa de zonas de provisión para el servicio de provisión de forraje equipo 1. 13 de agosto 2016. Localidad de Piñicuro, Moroleón, Guanajuato.

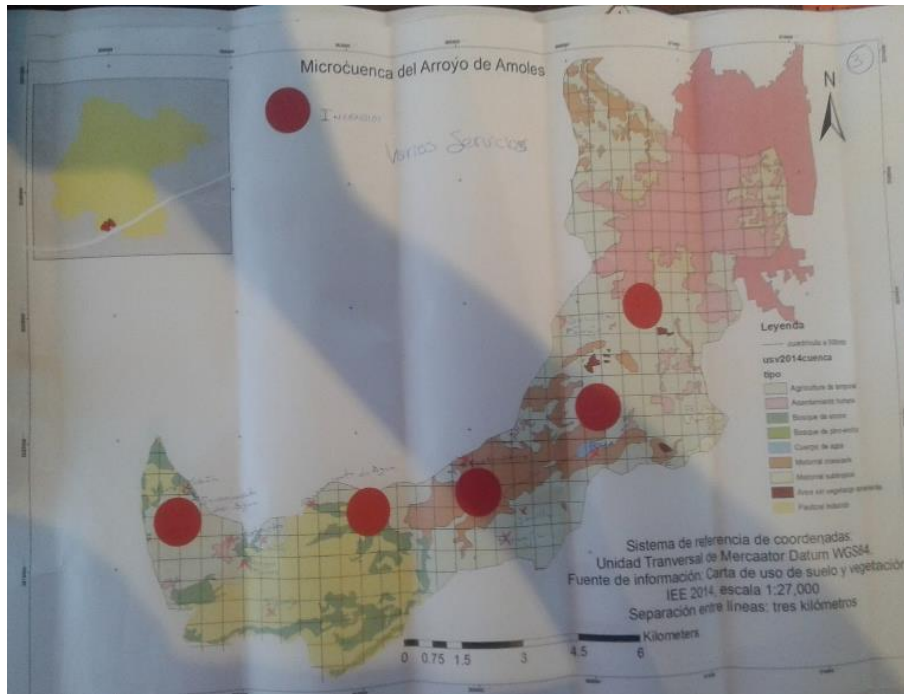


Figura 26. Mapa de zonas de conflicto entre servicios ecosistémicos e incendios, equipo 2. 13 de agosto 2016. Localidad de Piñicuar, Moroleón, Guanajuato.

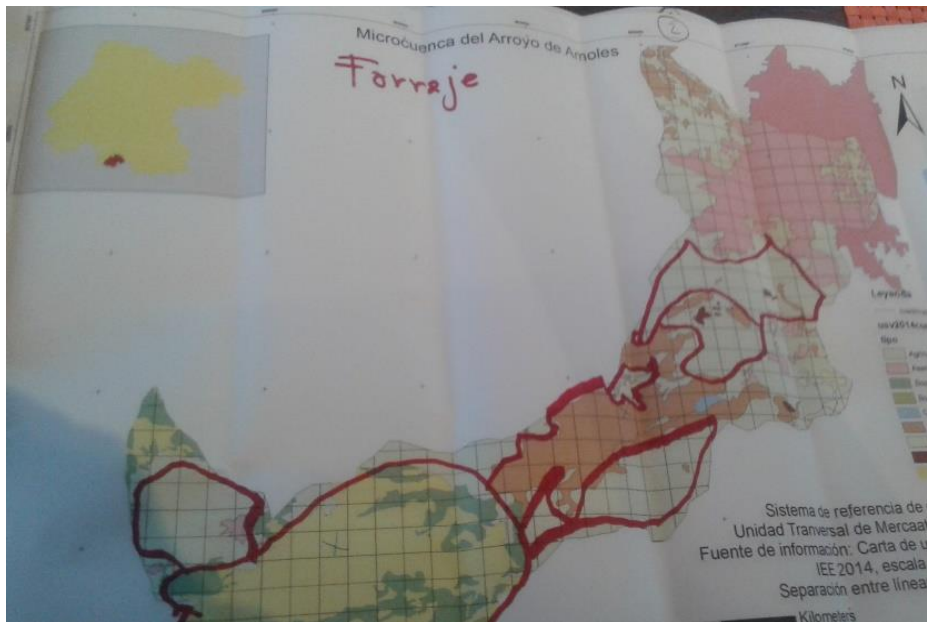


Figura 27. Mapa de zonas de provisión para forraje equipo 3. 13 de agosto 2016. Localidad de Piñicuar, Moroleón, Guanajuato.

En plenaria, los participantes explicaron los resultados del ejercicio de mapeo; para el servicio de provisión de forraje se identificaron las familias de ganaderos en la microcuenca como principales usuarios. Algunas reflexiones importantes que se dieron durante la discusión de esta actividad fueron: que existe una relación entre el buen manejo de la ganadería y la producción de forrajes para la ganadería. Los participantes mencionaron la importancia de evitar incendios y la conservación de suelo y agua para la provisión de servicios ecosistémicos.

Una observación importante es que los actores mapearon todas las zonas de vegetación de la microcuenca como zonas importantes para la producción de forrajes, así mismo comentaron que las zonas de agricultura de temporal son utilizadas también para la producción de forrajes que se usan para alimentación de ganado semiestabulado, principalmente se produce maíz y sorgo, con este último hacia 2015 se observó un incremento de la plaga del pulgón amarillo.

En la tercera fase del taller se realizó una lluvia de ideas para que los participantes propusieran mecanismos de compensación para la preservación de los servicios ecosistémicos que mapearon; para ello se repartieron unas tarjetas para que los participantes pudieran escribir sus ideas al respecto, para después discutir las en plenaria, como resultado de la dinámica se obtuvieron las siguientes respuestas:

- Evitar incendios
- Evitar la tala
- Reforestación
- No tirar basura
- Abonar la tierra con composta

Finalmente, se reflexionó sobre la importancia de tener acciones en la cabecera de la cuenca para que los agricultores y ganaderos de la parte media baja conserven servicios como provisión de agua, provisión de forraje y evitar desgajamiento de los cerros y pérdida de suelo.



Figura 28. Presentación sobre servicios ecosistémicos. 13 de agosto 2016. Localidad de Piñicuaró, Moroleón, Guanajuato.



Figura 29. Sesión de trabajo en equipos para responder el cuestionario grupal. 13 de agosto 2016. Localidad de Piñicuaró, Moroleón, Guanajuato.



Figura 30. Sesión de trabajo en equipos para responder el cuestionario grupal (2). 13 de agosto 2016. Localidad de Piñícuaro, Moroleón, Guanajuato.



Figura 31. Discusión plenaria en talleres. 13 de agosto 2016. Localidad de Piñícuaro, Moroleón, Guanajuato.

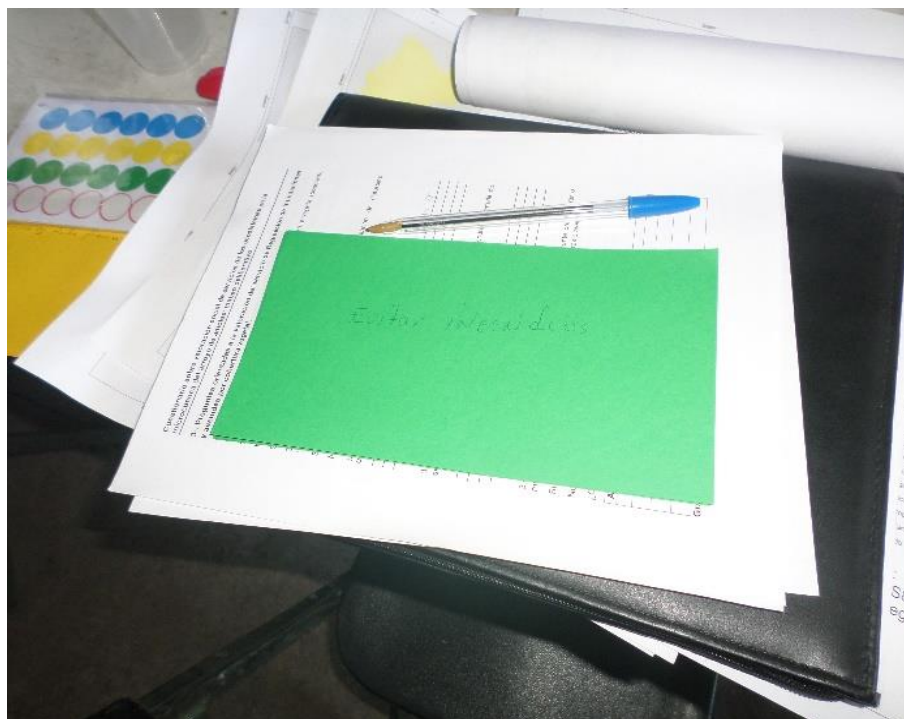


Figura 32. Propuesta para conservar servicios ecosistémicos. 13 de agosto 2016. Localidad de Piñicuar, Moroleón, Guanajuato.

4.4 Discusión

En el planteamiento inicial de esta investigación se sostuvo que el proceso de valoración social de servicios ecosistémicos aplicada en un contexto de microcuencas puede aportar elementos para que los usuarios y tomadores de decisiones entiendan el funcionamiento de los ecosistemas en relación con su bienestar, para posteriormente proponer acciones para el manejo y gestión del territorio.

No obstante, el proceso de valoración requiere que se analice la funcionalidad del subsistema ecológico y sus interacciones con el subsistema socioeconómico, para, con base en las actividades que realizan los usuarios, así como su percepción sobre los servicios ecosistémicos, se puedan proponer las acciones que sean viables para gestionar y mantener el servicio valorado, asimismo, identificar si es necesario plantear una estrategia alterna para el manejo y gestión de la microcuenca Arroyo de Amoles.

Por otra parte, el título de la tesis hace alusión de la funcionalidad de la cobertura vegetal para retener excesos de precipitación, sin embargo, después de la aplicación de los métodos seleccionados, es pertinente mencionar la importancia de la edafología del sitio ya que determina su grado de permeabilidad.

Al respecto y para fundamentar lo anterior, se destaca como uno de los principales resultados del análisis de la función de retención de excesos de precipitación, que en esta microcuenca se encuentran representados tipos de suelo cuyas texturas van de finas a medias⁶, por lo que, en esta asociación entre el suelo y la cubierta vegetal, las áreas con textura media presentan una mayor aptitud para proveer el servicio de retención de precipitaciones en caso de un evento de lluvia extremo.

Asociado a ello y como parte del análisis de conflicto en la cuenca, es pertinente mencionar que, una parte de la zona alta de la microcuenca donde mayoritariamente se encuentra pastizal inducido, asociado a algunos relictos de vegetación secundaria de bosque de encino y zonas de matorral xerófilo, presenta uno de los valores más altos para la provisión del servicio de regulación de precipitaciones por cobertura vegetal, esta área constituye un aproximado de 1,031.2 hectáreas (ver figura 33).

Cabe mencionar que el pastizal inducido es una perturbación que produce el hombre al abrir zonas donde la vegetación que de manera general en la microcuenca constituían ecosistemas de bosque de encino y matorral xerófilo y las sustituye por este tipo de comunidades vegetales que le permiten sostener la actividad ganadera (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO], 2008, párr. 14).

⁶ De acuerdo con la carta edafológica de INEGI, los suelos presentan texturas que van de gruesas a finas de acuerdo con su composición de partículas de arena, limo o arcilla.

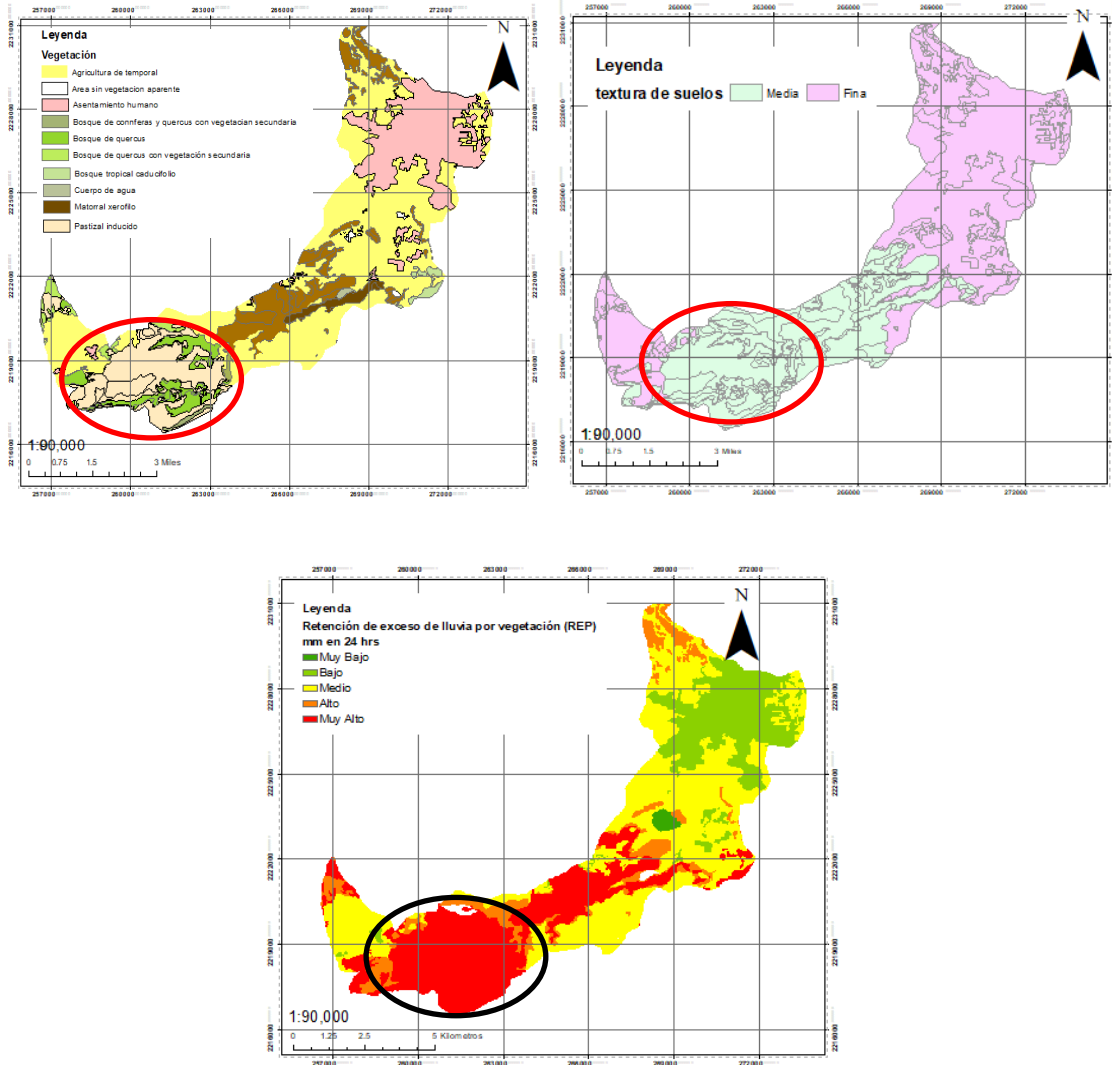


Figura 33 . Zona de pastizal inducido en la cuenca alta, que tiene potencial para retención de exceso de precipitación.

Se identifica como usuarios de esta área a la comunidad de Amoles. De acuerdo con información del Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato en el año 2015, una de sus principales actividades económicas de esta localidad es la ganadería, misma que en su mayoría se realiza bajo el sistema de libre pastoreo y el semi-estabulado, que es alimentando en épocas de estiaje con forrajes producidos en la región. Este ganado se utiliza principalmente para venta y en menor medida para autoconsumo. El rendimiento que se tienen del ganado vacuno es de \$2,000 pesos por cabeza (ver figura 34).



Figura 34. Zona de pastizal inducido con presencia de ganado al libre pastoreo en la localidad de Amoles. IEE, 2015.

Por otra parte, en el ejercicio de valoración de servicios ecosistémicos que realizaron los usuarios de la cuenca baja, identificaron como prioritarios aquellos servicios que se relacionan con la regulación del clima y del agua, así como su saneamiento. Es de destacar que dichos participantes residen en la parte baja de la microcuenca.

En contraste, en el segundo taller en el que participaron habitantes de las localidades asentadas en la parte media y alta de la microcuenca se destaca como servicio prioritario para los tres grupos que se formaron, la provisión de materias primas y que de acuerdo con los beneficios que obtienen se asocia con la producción de forraje (ver cuadro 8).

Cuadro 8. Comparativo de la valoración de servicios ecosistémicos.

Servicio ecosistémico valorado por usuarios de la cuenca alta y media (ganaderos)	Σ valor asignado por grupos de usuarios	Servicio ecosistémico valorado por usuarios de la cuenca baja (tomadores de decisiones)	Σ valor asignado por grupos de usuarios
Materias Primas	14	Regulación del clima	15
Abastecimiento de alimento	6	Regulación y saneamiento del agua	9
Recreativo/turístico	6	Combustibles	6
Provisión de Agua	5	Recreativo/Turístico	6
Regulación del clima	5	Abastecimiento de alimento	5
Regulación y saneamiento del agua	5	Educativo	5
Recursos Genéticos	4	Materias Primas	5
Combustibles	3	Regulación de disturbios	5
Tratamiento de desechos/Regulación de Enfermedades	1	Identidad del sitio	3

En referencia a ello y aunado a los mapas participativos que se realizaron en este ejercicio, en relación con las zonas de provisión del servicio de regulación de precipitaciones con el de producción de materias primas (forrajes), se reafirma el planteamiento de un posible conflicto entre ambos.

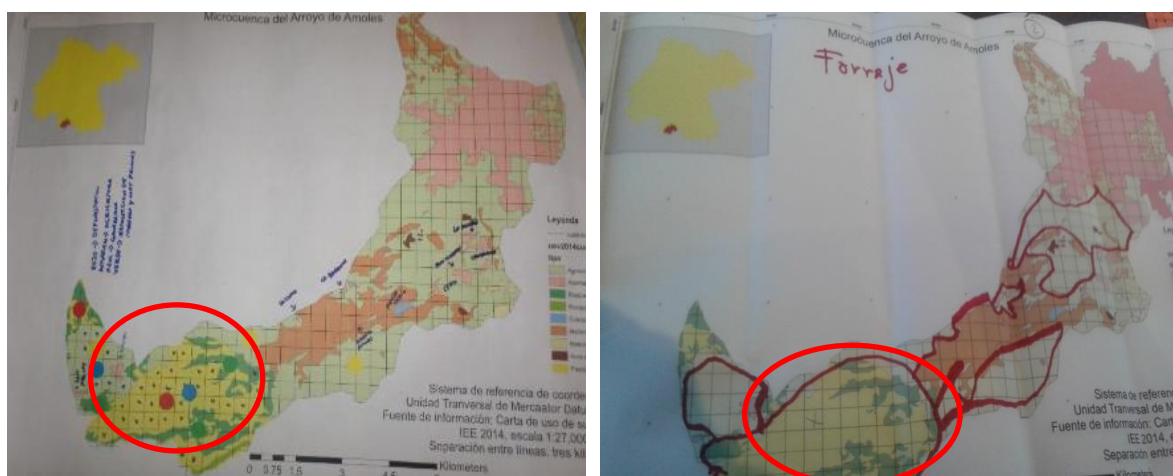


Figura 35. Comparativo del mapeo participativo del servicio de regulación de precipitaciones (izquierda) y el servicio de producción de forraje (derecha).

Otros servicios que son importantes para los usuarios de la parte alta, media y baja de la de la cuenca son: el recreativo/turístico, la provisión de agua, regulación del clima y el de abastecimiento de alimento, mismos que fueron valorados por al menos un grupo de participantes en ambos talleres, no obstante, será necesario que posterior a este trabajo, se realice una valoración ecológica de los mismos para identificar posibles conflictos.

Respecto a la valoración específica sobre servicio de regulación de precipitaciones por cobertura vegetal, los usuarios de la microcuenca perciben como importante conservar dicho servicio para evitar inundaciones en la zona baja de la misma, las razones por las que les parece importante conservar dicho servicio coincidieron en ambos ejercicios participativos, es para evitar pérdidas económicas, patrimonio y vidas humanas.

Sin embargo, es necesario informar a los usuarios y tomadores de decisiones sobre las acciones que se pueden realizar para la conservación del servicio valorado, ya que en general, las acciones para prevención de inundaciones en la cuenca baja se asocian con la limpieza y desazolve de canales y cuerpos de agua y no con la conservación de cobertura vegetal, la retención de suelos o la compatibilización de las actividades de productividad pecuaria con

un manejo ambientalmente sustentable en la cuenca alta, por lo que será necesario generar una estrategia a nivel tomadores de decisiones para que dichas acciones, se incorporen en la agenda local para la prevención de riesgos hidrometeorológicos y en particular para el control de inundaciones.

Por último, de acuerdo con el proceso de valoración social de servicios ecosistémicos, en la última etapa de los talleres participativos, se pide a los usuarios reflexionar sobre las posibles medidas de compensación que se pueden establecer en la zona de estudio para conservar los servicios ecosistémicos que priorizaron, sin embargo, los resultados se limitaron a la identificación de acciones para la conservación de estos (Ver cuadro 9).

Cuadro 9. Comparativo de acciones que los usuarios pueden implementar para mantener los servicios ecosistémicos.

Acciones para la provisión de servicios ecosistémicos propuestas por usuarios de la cuenca alta y media (ganaderos)	Acciones para la conservación de servicios ecosistémicos propuestas por usuarios de la cuenca baja (tomadores de decisiones)
Evitar incendios	Coordinación entre dependencias
Evitar tala	Ampliación del Área Natural Protegida Cerro de Amoles
Reforestación	Pláticas en comunidades escuelas e instituciones sobre el medio ambiente, cuidado del agua y participación social
No tirar basura	Reforestación en campos y sembradíos
Abonar la tierra con composta	Implementar programas de azoteas verdes y huertos urbanos
	No tirar basura fuera de los lugares dispuestos para ello
	Limpieza de canales y arroyos

4.4.1 Propuesta de ampliación de la poligonal del ANP Cerro de los Amoles.

La política, considerada como el conjunto de objetivos y decisiones de los gobiernos y los ciudadanos para resolver problemas de la sociedad, se estructura en un esquema de planeación como políticas, planes, programas y proyectos. En materia ambiental las políticas son distintas a otras sectoriales, porque son las únicas que consideran a las otras especies y el

mantenimiento de los procesos ecosistémicos como la base del desarrollo (Bobadilla *et al.*, 2013:105).

Esta misma autora sostiene que las políticas públicas ambientales han evolucionado de ser reactivas y correctivas a planteamientos más preventivos, participativos e incluyentes (Bobadilla *et al.*, 2013:101). Es en este esquema de planeación de la política ambiental, que toma pertinencia la idea de ampliar la poligonal del Área Natural Protegida (ANP) de carácter estatal denominada Cerro de los Amoles, como un proyecto a futuro, que permita gestionar de mejor manera el territorio de la microcuenca. Este planteamiento surge en el primer taller participativo para la valoración de servicios ecosistémicos realizado en la presente investigación y toma relevancia al analizar los instrumentos de política ambiental de los tres órdenes de gobierno que pueden aportar elementos para justificar la ampliación de la poligonal del ANP (ver cuadro 10).

Por ejemplo, el hecho de que la categoría de protección de acuerdo al decreto de creación del ANP es *Uso sustentable*, que tiene como objetivo producir bienes y servicios que respondan a las necesidades económicas, sociales y culturales de la población con base en el aprovechamiento sustentable de usos compatibles, permite plantear medidas para la conservación, manejo y aprovechamiento del territorio, como es el caso de las actividades de ganadería que se desarrollan en la parte alta y media de la microcuenca.

Haciendo uso de los sistemas de información geográfica, se realizó la propuesta para parte de la microcuenca del Arroyo de Amoles dentro de la poligonal del área natural protegida, utilizando únicamente dos criterios:

1. Capacidad para proveer el servicio de regulación de precipitaciones por cobertura vegetal.
2. Continuidad con la Poligonal de Área Natural Protegida.

Como una primera aproximación a esta propuesta de ampliación del ANP, se propone aumentar de 69.8766 km² a 91.96713 km² (ver figura 36). Sin embargo, es necesario analizar otros criterios de acuerdo con lo establecido en el Código Territorial del Estado y los Municipios de Guanajuato y evaluar si es viable o no, esta primera propuesta.

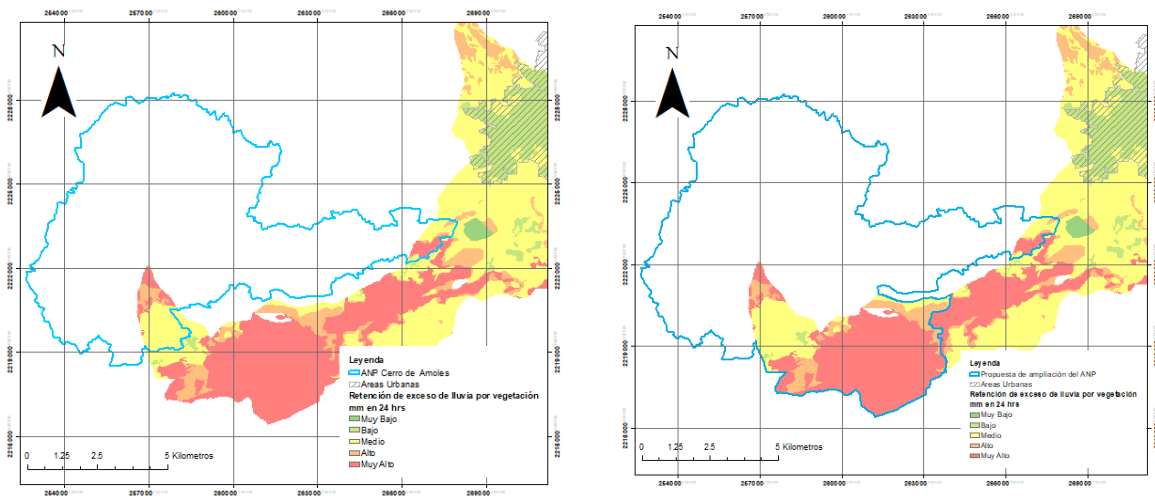


Figura 36 . Comparativo de poligonal de ANP Cerro de los Amoles actual (izquierda) y la propuesta de ampliación (derecha). Elaboración propia con datos de IEE, 2015.

Cuadro 10. Alineación de instrumentos de política pública de los tres órdenes de gobierno para la ampliación de la poligonal del ANP Cerro de Amoles.

Instrumentos de política pública del orden federal, estatal y municipal.	Estrategias	Líneas de acción/proyectos específicos
Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.	E 4.4.2. Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso	<p>A.2. Ordenar el uso y aprovechamiento del agua en cuencas y acuíferos afectados por déficit y sobreexplotación, propiciando la sustentabilidad sin limitar el desarrollo.</p> <p>A.7. Reducir los riesgos de fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos por inundaciones y atender sus efectos.</p>
	E4.4.4. Proteger el patrimonio natural	A5.-Recuperar los ecosistemas y zonas deterioradas para mejorar la calidad del ambiente y la provisión de servicios ambientales de los ecosistemas.
Plan Estatal de Desarrollo 2035 para el Estado de Guanajuato	4. Medio Ambiente y Territorio	Cambio Climático: Mitigar los impactos del cambio climático e impulsar medidas de adaptación a sus efectos.
		<p>Biodiversidad: Conservar los ecosistemas y biodiversidad del estado, integrándolos al desarrollo social y económico.</p> <p>Regiones: Impulsar el desarrollo sustentable de un sistema regional equilibrado, incluyente, innovador y competitivo.</p>
Programa de Gobierno del Estado de Guanajuato 2012-2018.	I. Eje Calidad de Vida	Impulsar el desarrollo sustentable del estado a través de una política y gestión ambiental eficiente y eficaz.

Decreto Gubernamental 190 del año 2004 por el que se decreta como Área Natural Protegida de Carácter Estatal el Cerro de los Amoles.	Categoría: Área de Uso Sustentable	Producir bienes y servicios que respondan a las necesidades económicas, sociales y culturales de la población con base en el aprovechamiento sustentable de usos compatibles
Programa de Manejo del ANP Cerro de Amoles, elaborado en 2015. (en proceso de publicación)	1. Protección de los recursos naturales	1.1 Implementar y mantener cercados perimetrales en predios reforestados o cuya carga ganadera ponga en riesgo la vegetación.
		1.2 Promocionar el pago por servicios ambientales, sobre todo aquellos denominados como de regulación hídrica.
	2. Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales	2.3 Fomentar en los habitantes y pobladores el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre a través de la gestión e implementación de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre, en localidades como La Ordeña, Santa Gertrudis, Amoles y Cerécuaro.
		2.5 Evaluar la capacidad de carga en la zona de agostadero y promover actividades productivas sustentables y manejo de agostadero.
3. Restauración Ecológica	3.1 Ejecutar obras de conservación de suelo y agua en zonas de restauración del ANP “Cerro de los Amoles y su zona de influencia.	
Programa de Gobierno Municipal H. Ayuntamiento 2012-2015, del Municipio de Uriangato, Gto.	5. Territorial y ecológico	106. Reducir el deterioro ambiental y territorial del municipio a través de un programa de protección de zonas de preservación ecológica.
Programa de Gobierno Municipal H. Ayuntamiento 2015-2018, del Municipio de Yuriria, Gto.	4. Conservación Ambiental y Territorial	Estrategia: Contar con un municipio limpio y libre de contaminantes que dañen el medio ambiente y la conservación ambiental
Programa de Gobierno Municipal 2015-2018, del Municipio de Moroleón, Gto.	6.2 Mejorar la calidad del medio ambiente	6.2.4 Reducción desde lo local de los impactos provocados por el cambio climático.

CONCLUSIONES

Recapitulamos el objetivo que se planteó en esta investigación de poner a disposición de los usuarios de la microcuenca del Arroyo de Amoles una herramienta para el análisis participativo del valor de los servicios ecosistémicos que fortalezca la toma de decisiones para gestión del territorio y la prevención de desastres.

Bajo esa premisa rectora y como resultado de un proceso de recopilación documental, de la definición de los abordajes metodológicos y conceptuales, del análisis biofísico y socioeconómico de la microcuenca Arroyo de Amoles, de la selección de herramientas de intervención social y de un proceso de trabajo comunitario y de campo, que ha sido documentado y descrito a lo largo del presente documento, podemos concluir y comprobar que la valoración social de servicios ecosistémicos, como herramienta de aplicación en un proceso colectivo que permitió a los participantes, usuarios y actores locales, valorar con efectividad la importancia de la vegetación en la parte alta de la cuenca para el control de inundaciones, comprender su complejidad y problemática y proponer soluciones para su mejora.

Se corroboró en campo que, como resultado de la aplicación de la herramienta propuesta, los usuarios pueden tener información generada a partir de procesos consensuados que permitan un conocimiento más profundo del funcionamiento ecosistémico en su territorio para que los tomadores de decisiones de la microcuenca puedan proponer políticas públicas para la gestión del territorio que abonen a la conservación de la funcionalidad de la cuenca alta y administrar los efectos positivos en la cuenca baja.

Se observa, sin embargo, que el ejercicio es válido y alcanzará su objetivo con mayor precisión si se caracteriza de manera más amplia la problemática de la microcuenca, se profundiza en las características del territorio y se involucra a los usuarios de los servicios ecosistémicos a través de procesos participativos, para que entonces y desde estas instancias de participación comunitaria se puedan establecer medidas de compensación que incidan en la conservación y restauración de las zonas funcionales de la microcuenca, ya que este primer ejercicio de valoración llegó hasta la identificación de acciones.

Por ello se señala como necesaria una segunda etapa del proceso, en la que se incluya la opinión de otro nivel de actores y de grupos de usuarios que no se vieron representados en este primer ejercicio, pero que son claves para poder desarrollar posteriormente un mecanismo de compensación más específico que permita a los usuarios de la cuenca alta, realizar sus actividades productivas tratando de no impactar negativamente en las características biofísicas que inciden en el funcionamiento de la microcuenca para proveer el servicio de regulación de precipitaciones por cobertura vegetal a la cuenca baja. Esta segunda etapa podría incluso proponer Programas públicos de diversas instancias e instituciones que atiendan a las problemáticas identificadas y encontrar fuentes de financiamiento.

Es deseable también que, siguiendo los principios de la ecología política sobre equidad e igualdad de derechos en materia ambiental, dicho mecanismo de compensación sea financiado por los usuarios de la parte baja de la cuenca, quienes reciben beneficios por la existencia de esa cobertura vegetal y las características de los suelos, y que beneficie directamente a las comunidades que conservan o hacen buen uso de la cuenca alta.

Con ello se estaría abonando también al debate del pago por servicios ambientales y sus mecanismos actuales de aplicación desde los programas públicos, donde sus reglas de operación omiten los procesos comunitarios de valoración. La aplicación de herramientas como la que se propone promueve la participación de las comunidades y generan acuerdos consensuados dotados de legitimidad que transparentan las decisiones y abonan a la gobernanza ambiental.

Para llegar a estas conclusiones fue necesario realizar un planteamiento que requirió definiciones conceptuales. Por lo que el capítulo uno propuso un marco conceptual inserto en la corriente de la Ecología Política, cuyo desarrollo derivó en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de las Naciones Unidas, que define los servicios ecosistémicos y cuyo abordaje metodológico permite analizar las interacciones biofísicas y socioeconómicas. Si estas incursiones se delimitan a un espacio específico, podremos entender el territorio, sus características, sus funcionalidades y los vínculos entre todos sus actores. Esta convergencia encuentra un vértice pertinente entre la ecología política y la perspectiva de cuencas.

En esta incursión, las conclusiones alcanzadas comprueban que no obstante la cantidad de componentes necesarios de ser descritos, el reto por delimitar la estructura integral a una escala local, y el diseño de los trabajos de campo complementarios, la selección de métodos y herramientas fueron adecuados para entender el funcionamiento de la microcuenca como una unidad proveedora del servicio ecosistémico valorado.

En esta investigación, la integración de los conceptos de sistema socio ecológico con enfoque de cuencas, permite el análisis del funcionamiento de la microcuenca de acuerdo con sus características biofísicas, y la identificación de usuarios para el análisis de flujos de servicios ecosistémicos y cómo estos abonan en el bienestar de la población.

Así mismo la homologación de lenguaje y de conceptos propició que distintos grupos de usuarios entendieran cómo funciona la naturaleza, cómo abona a su problemática e impacta en su bienestar. En este sentido, la estructura conceptual de la cascada de servicios ecosistémicos que ha sido discutida y retomada por varios autores fue fundamental para entender las concatenaciones que suceden entre el subsistema ecológico y el subsistema socioeconómico, ligadas a la provisión de servicios ecosistémicos y por tanto hace posible la valoración.

Se concluye al respecto que, si bien el marco conceptual ayuda a clarificar ideas, conceptos y sentar bases teóricas para el análisis en torno a los servicios ecosistémicos, es necesario enriquecer los conceptos con una búsqueda más exhaustiva de nuevos abordajes teórico-conceptuales que permitan comprender de mejor manera la cuenca, sus zonas funcionales y las interacciones entre subsistemas.

Con respecto al capítulo dos y en concordancia con el objetivo particular tres de la presente investigación, se realizó una caracterización de la microcuenca en donde se plantea el análisis del funcionamiento socioecológico de la microcuenca Arroyo de Amoles como proveedora del servicio de regulación de precipitación por cobertura vegetal, y donde se identifican y describen las características biofísicas, del subsistema socioeconómico, y se realiza un análisis de funcionalidad basado en el protocolo de Ecoser para identificación de zonas proveedoras del servicio a valorar mediante el uso de herramientas de sistemas de información geográfica SIG y el método de número de curva.

También se hizo uso la plataforma de Atlas Nacional de Riesgos para, de acuerdo con las zonas funcionales de la microcuenca, identificar los usuarios y sistemas estratégicos expuestos en caso de un evento de contingencia o desastre.

Con base en lo anterior se pudo probar que hay una correlación entre las zonas bajas de la cuenca en la que se identifica una mayor concentración de población e infraestructura expuesta y las zonas que presentan una mayor aptitud para retener excesos de precipitación por cobertura vegetal y textura de suelo que se localizan en la cuenca alta y media-alta de la microcuenca.

Los métodos y herramientas seleccionados fueron pertinentes para poder llevar a cabo este análisis de funcionamiento y caracterización de la cuenca para proveer el servicio ecosistémico en cuestión, por lo que será necesario completar la caracterización que se realizó de manera inicial en etapas posteriores, y para ello el protocolo de Ecoser propone una serie de métodos y herramientas para realizar una caracterización más amplia de funciones y servicios ecosistémicos de la unidad territorial que permitan aplicar una valoración ecológica de ellos en la microcuenca.

El análisis biofísico y socioeconómico a nivel microcuenca provee niveles de detalle que favorecen la precisión de aproximación. Incluso existen mayores herramientas de carácter gratuito y público, de mayor calidad y detalle, tanto de información geográfica como de servicios y sus sistemas expuestos, tanto económicos como de infraestructura estratégica. Para el caso de esta investigación se recurrió a la Plataforma de Atlas de Riesgo, pero se considera como necesario en una etapa posterior de la investigación cotejar esa información con datos obtenidos de campo.

El capítulo tres refiere, a los materiales y métodos para integrar una propuesta para el análisis participativo de los servicios ecosistémicos con base en la valoración social, se concluye que existe un área de oportunidad para la investigación en esta área del conocimiento, ya que si bien la intervención social en temas ambientales ha sido un tema que se ha abordado y aplicado recurrentemente, sobre todo en países de América Latina, los métodos y técnicas orientados a valorar servicios ecosistémicos incorporando la participación de los actores locales, aún no han sido lo suficientemente explorados y debatidos.

Los métodos y herramientas para realizar valoraciones sociales están basados en principios generales, lo que demanda su adaptación en función de a las características locales, ello depende del compromiso, el conocimiento y la experiencia del o los que la aplican. Sin embargo, con objeto de avanzar hacia una mejor aplicación del método, resulta de suma relevancia homologar la aplicación de los enfoques y métodos sociales con los ambientales y los económicos, atendiendo seriamente a las especificaciones de los métodos participativos.

Los participantes en el proceso en todos los niveles deben tener muy claros los conceptos clave y sus implicaciones. Para ello los que intervienen deben hacer énfasis en el asertividad de los métodos de comunicación, y los métodos didácticos que deben atender al grupo objetivo e insistir hasta lograr el involucramiento de todos los actores en el nivel que corresponda para mejorar la gestión de los recursos en la microcuenca.

Resulta muy relevante proponer soluciones integrales desde una visión intra y multidisciplinaria además de participativa para la gestión de recursos de la microcuenca como unidad de planeación ambiental.

Por último, el capítulo 4 de resultados alude al objetivo sobre conocer la percepción de los usuarios y tomadores de decisión respecto a los servicios ecosistémicos y cómo ellos valoran el de regulación de precipitaciones por cobertura vegetal. El trabajo con las personas implica acción, y ante la evidencia de riesgos colectivos, es necesario diseñar estrategias de compensación.

Si bien a partir del ejercicio, los participantes comprenden el funcionamiento de la microcuenca y sus características para proveer el servicio que se valora, su percepción e interés por conservar otros usos y servicios del territorio es lo que enriquece el ejercicio y les permite eventualmente proponer acciones a favor de manejar y gestionar adecuadamente las zonas funcionales de la microcuenca que proveen dicho servicio.

De manera general, la autora desea destacar el reto de pensar globalmente y actuar localmente, una máxima ambiental que se asume como lugar común pero que subyace de manera permanente en este esfuerzo académico. Supuso abordar desde la MEA para valoración de servicios ecosistémico, una iniciativa global que resulta ser extremo de varios

esfuerzos conceptuales madurados en un contexto de la agenda ambiental internacional, la abstracción de conceptos globales en la agenda local.

Para ello, el abordaje del enfoque de cuencas y en particular de la microcuenca, permitió resolver y aterrizar estos conceptos globales y acotarlos a una escala que permitiera visualizar y entender las interacciones que ahí suceden. Poder atestiguar en el ámbito de la ruralidad guanajuatense los conceptos del ambientalismo internacional y las alternativas para el desarrollo regional han sido una experiencia invaluable que motiva dar secuencia a este trabajo de investigación en futuros emprendimientos académicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida-Leñero, L., Nava, M., Ramos, A., Espinoza, M., Ordoñez, M. de J. y Jujnovsky, J. (2007). Servicios ecosistémicos en la cuenca del Río Magdalena, México. *Gaceta Ecológica, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)*, 53–64.
- Barral, M. P. (2016). Tutorial para el mapeo de funciones ecosistémicas y servicios ecosistémicos. *Protocolo colaborativo de evaluación y mapeo de servicios ecosistémicos y vulnerabilidad socio-ecológica para el ordenamiento territorial [Ecoser]*, 43.
- Bobadilla, M., Espejel Carbajal, M. I., Lara Valencia, F., Álvarez Borrego, S., Ávila Foucat, S., y Fermán Almada, J. L. (2013). Esquema de evaluación para instrumentos de política ambiental. *Política y cultura*, (40), 99–122.
- Camacho, V., y Ruiz Luna, A. (2012). Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Biociencias*, 1(4), 3–15.
- Carabias, J., Landa, R., Collado Moctezuma, J. y Martínez, P. (2005). *Agua, medio ambiente y sociedad: hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México*. México: Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM]: El Colegio de México: Fundación Gonzalo Río Arronte.
- Centro Virtual de Información del Agua. (2017). Cuenas Hidrográficas. Recuperado el 19 de diciembre de 2017, recuperado a partir de <https://agua.org.mx/que-es-una-cuenca/>
- Collins, S. L., Carpenter, S. R., Swinton, S. M., Orenstein, D. E., Childers, D. L., Gragson, T. L., ... Whitmer, A. C. (2011). An integrated conceptual framework for long-term social–ecological research. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(6), 351–357. DOI.10.1890/100068
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (s, f). Inventario de Presas. Recuperado a partir de: http://201.116.60.136/inventario/hnombre_presa.aspx
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO]. (2008). Principales tipos de vegetación. Recuperado a partir de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/cambios_veg/doctos/tipos_valle.html
- Coordinación de Protección Civil de Estado de Guanajuato [PC]. (2010). Fenómeno hidrometeorológico. Recuperado a partir de https://servicios-ssp.guanajuato.gob.mx/atlas/hm/hm_moroleon.pdf

- Coordinación de Protección Civil del Estado de Guanajuato [PC]. (2013). Plan de contingencias de la temporada de lluvias y ciclones 2017 del Estado de Guanajuato.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253–260. DOI.10.1038/387253a0
- Cotler Ávalos, H., Galindo, A., González, I., Pineda López, R. F.y Rios Patrón, E. (2013). *Cuencas hidrográficas Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión_V F.pdf* (Primera). México: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. Recuperado a partir de https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2016/04/Cuencas_hidrograficas_Fundamentos_y_perspectivas_para_s_u_manejo_y_gestion_VF.pdf
- Dourojeanni, A. (2006). Conceptos y definiciones sobre la gestión integrada de cuencas. CONAMA. Recuperado a partir de https://www.academia.edu/5271320/CONAMA_CHILE_GESTION_INTEGRADA_DE_CUENCAS
- Garrido, A., Pérez, J. L. y Guadarrama, C. E. (2010). Delimitación de las zonas funcionales de las cuencas hidrográficas en México. *Atlas de Cuencas*. 14–17. Recuperado a partir de <http://www.publicaciones.inecc.gob.mx/libros/639/delimitacion.pdf>
- Geilfus, F. (1997). *80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación*. El Salvador: IICA-GTZ.
- Fisher, J. A., Patenaude, G., Giri, K., Lewis, K., Meir, P., Pinho, P., ... Williams, M. (2014). Understanding the relationships between ecosystem services and poverty alleviation: A conceptual framework. *Ecosystem Services*, 7, 34–45. DOI.10.1016/j.ecoser.2013.08.002
- Haines-Young, R.y Potschin, M. (2011). Common international classification of ecosystem services (CICES): 2011 Update. *Nottingham: Report to the European Environmental Agency*.
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato [IEE]. Decreto Gubernativo 190 por el que se declara como Área Natural Protegida el Cerro de Los Amoles, *Periódico Oficial del Estado de Guanajuato* § (2004).
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato [IEE]. (2014). Carta de Uso de Suelo y Vegetación de 2014.

- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato [IEE]. (2015). Estudio para la Actualización del Programa de Manejo del Área Natural Protegida Cerro de Amoles.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (1970). Conjunto de Datos Edafológicos Vectoriales Escala 1 250 000 Serie I Continuo Nacional.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2010). Tabulados básicos por municipio. *Censo Nacional de Población y Vivienda*. Recuperado a partir de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2010/>
- Kallis, G., Gómez-Baggethun, E. y Zografos, C. (2013). To value or not to value? That is not the question. *Ecological Economics*, 94, 97–105. DOI.10.1016/j.ecolecon.2013.07.002
- Lattera, P., Castellarini, F. y Orúe, M. E. (2011). Capítulo 16. ECOSER: Un protocolo para la evaluación biofísica de servicios ecosistémicos y la integración con su valor social. En P. Lattera, E. Jobbágy y J. Paruelo *Valoración de servicios ecosistémicos. Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial* (pp. 359–389). Argentina.
- Lattera, P., y Nahuelhual, L. (2015). Capítulo 5. Internalización de los servicios ecosistémicos en el ordenamiento territorial rural: bases conceptuales y metodológicas. En *Ordenamiento Territorial Rural. Conceptos, métodos y experiencias* (pp. 86–106). FAO.
- Lattera, P., y Nahuelhual, L. (2016). *Breve reseña del concepto de servicios ecosistémicos (SE) y tendencias actuales en su aplicación*. Presentado en *Evaluación y Mapeo de Servicios Ecosistémicos (EMSE): conceptos aproximaciones metodológicas y casos*, Xalapa, México.
- López-Pérez, R. (2016). Moroleón en tiempo de la Revolución. Actas de cabildo. H. Ayuntamiento de Moroleón, Guanajuato. 1909 – 1912. H. Ayuntamiento de Moroleón Guanajuato.
- Maass, J. M. (2007). La investigación de procesos ecológicos y el manejo integrado de cuencas hidrográficas: un análisis del problema de escala. En H. Cotler, *El Manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental* (2a ed., pp. 65–78). México, D.F.: Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca: Instituto Nacional de Ecología.
- Martín-López, B. y Montes, C. (2010). Funciones y servicios de los ecosistemas: una herramienta para la gestión de los espacios naturales. *Guía científica de Urdaibai*, 13–32.

- Millennium Ecosystem Assessment [MEA]. (2003). *Resumen: Ecosistemas y Bienestar Humano: Marco para la Evaluación*. Recuperado a partir <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.3.aspx.pdf>
- Ministerio del Medio Ambiente de Chile. (s,f). Propuesta de marco-conceptual, definición y clasificación de servicios ecosistémicos. Recuperado a partir de http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/Propuesta-Marco-Conceptual-Definicion-y-Clasificacion-de-Servicios-Ecosistemicos_V1.0_Baja.pdf
- Mohar, A., & Rodríguez, A. (2008). El papel de las ciudades en los procesos causales que determinan el uso y la conservación de la biodiversidad. En *Capital natural de México: Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad* (Vol. 3, pp. 43–84.). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO].
- Olvera, Carlos. (2014, agosto 29). Entubarán arroyo Amoles - Periódico Correo. Recuperado a partir de <https://periodicocorreo.com.mx/entubaran-arroyo-amoles/>
- Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, 325(5939), 419–422. DOI.10.1126/science.1172133
- Perevochtchikova, M. y Arellano-Monterrosas, J. L. (2008). Gestión de cuencas hidrográficas: experiencias y desafíos en México y Rusia. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 4(3), 313–325.
- Palomo, I., Martín-López, B., Zorrilla-Miras, P., García Del Amo, D. y Montes, C. (2014). Deliberative mapping of ecosystem services within and around Doñana National Park (España) in relation to land use change. *Regional Environmental Change*, 14(1), 237–251. DOI.10.1007/s10113-013-0488-5
- Pérez, R., Ávila, S. y Aguilar, A. (2010). Economía Ecológica. En *Introducción a las economías de la naturaleza* (Pimera, p. 96). México: UNAM, Instituto de Investigaciones Económicas.
- Vangstrup, U. (1995). Moroleón: la pequeña ciudad de la gran industria. *Espiral*, II (4), 101–134.

ANEXOS

1. Valores de número de curva calculados para la microcuenca del Arroyo de Amoles

Tipo de Suelo	Uso de suelo y vegetación	Grupo hidrológico	Nuero de Curva	Lluvia máxima en 24 horas	IE	Área (ha)
Cambisol eutrico	Matorral xerófilo	B	58	55	147.1450043	1407107.49
Cambisol eutrico	Bosque de quercus	B	55	55	166.2550049	853639.92
Cambisol eutrico	Agricultura de temporal	B	81	55	47.66419983	5033448.49
Cambisol eutrico	Asentamiento humano	B	85	55	35.85879898	43597.99
Cambisol eutrico	Asentamiento humano	B	85	55	35.85879898	29264.02
Cambisol eutrico	Asentamiento humano	B	85	55	35.85879898	22824.29
Cambisol eutrico	Asentamiento humano	B	85	55	35.85879898	11637.11
Cambisol eutrico	Bosque de quercus	B	55	55	166.2550049	50079.72
Cambisol eutrico	Bosque de quercus	B	55	55	166.2550049	34.65
Cambisol eutrico	Bosque de coníferas y quercus con vegetación secundaria	B	55	55	166.2550049	254108.37
Cambisol eutrico	Matorral xerófilo	B	58	55	147.1450043	23861.70
Cambisol eutrico	Matorral xerófilo	B	58	55	147.1450043	235057.56
Cambisol eutrico	Pastizal inducido	B	58	55	147.1450043	1691813.83
Cambisol eutrico	Pastizal inducido	B	58	55	147.1450043	138638.90
Cambisol eutrico	Pastizal inducido	B	58	55	147.1450043	23556.38
Feozem háplico	Agricultura de temporal	C	88	55	27.70910072	478946.39
Feozem háplico	Área sin vegetación aparente	C	90	55	22.57780075	10009.12
Feozem háplico	Área sin vegetación aparente	C	90	55	22.57780075	8274.78
Feozem háplico	Área sin vegetación aparente	C	90	55	22.57780075	56564.44
Feozem háplico	Matorral xerófilo	C	70	55	87.08570099	76150.83
Feozem háplico	Agricultura de temporal	B	81	55	47.66419983	496269.45
Feozem háplico	Cuerpo de agua	B	0	55	0	953.10

Litosol	Bosque de quercus con vegetación secundaria	B	55	55	166.2550049	7442.86
Litosol	Pastizal inducido	B	58	55	147.1450043	169311.66
Luvisol crómico	Pastizal inducido	B	58	55	147.1450043	910864.01
Luvisol ortico	Matorral xerófilo	B	58	55	147.1450043	3149.86
Luvisol ortico	Bosque de quercus	B	55	55	166.2550049	28651.88
Luvisol ortico	Agricultura de temporal	B	81	55	47.66419983	420713.23
Luvisol ortico	Bosque de quercus	B	55	55	166.2550049	250684.04
Luvisol ortico	Bosque de quercus	B	55	55	166.2550049	91.13
Luvisol ortico	Bosque de quercus	B	55	55	166.2550049	16428.08
Luvisol ortico	Bosque de quercus con vegetación secundaria	B	55	55	166.2550049	30592.46
Luvisol ortico	Bosque de quercus con vegetación secundaria	B	55	55	166.2550049	20801.96
Luvisol ortico	Bosque de quercus con vegetación secundaria	B	55	55	166.2550049	4728.12
Luvisol ortico	Pastizal inducido	B	58	55	147.1450043	5243900.33
Luvisol vértico	Bosque de quercus	C	70	55	87.08570099	38246.00
Luvisol vértico	Agricultura de temporal	C	88	55	27.70910072	662944.37
Luvisol vértico	Asentamiento humano	C	90	55	22.57780075	29038.41
Luvisol vértico	Bosque de quercus	C	70	55	87.08570099	416091.14
Luvisol vértico	Bosque de quercus con vegetación secundaria	C	70	55	87.08570099	184473.72
Luvisol vértico	Pastizal inducido	C	71	55	82.99720001	910106.55
Regosol eutrico	Matorral xerófilo	B	58	55	147.1450043	3611819.99
Regosol eutrico	Bosque de quercus	B	55	55	166.2550049	903827.08
Regosol eutrico	Agricultura de temporal	B	81	55	47.66419983	2857414.33
Regosol eutrico	Agricultura de temporal	B	81	55	47.66419983	5263.33
Regosol eutrico	Área sin vegetación aparente	B	85	55	35.85879898	50058.49
Regosol eutrico	Asentamiento humano	B	85	55	35.85879898	10466.90

Regosol eutrico	Asentamiento humano	B	85	55	35.85879898	110.98
Regosol eutrico	Bosque de quercus	B	55	55	166.2550049	901165.83
Regosol eutrico	Bosque de quercus	B	55	55	166.2550049	36296.00
Regosol eutrico	Bosque de quercus	B	55	55	166.2550049	19238.04
Regosol eutrico	Bosque de quercus	B	55	55	166.2550049	8174.81
Regosol eutrico	Bosque de quercus	B	55	55	166.2550049	48046.75
Regosol eutrico	Bosque de quercus con vegetación secundaria	B	55	55	166.2550049	224500.23
Regosol eutrico	Bosque de quercus con vegetación secundaria	B	55	55	166.2550049	1771.59
Regosol eutrico	Bosque de quercus con vegetación secundaria	B	55	55	166.2550049	243910.80
Regosol eutrico	Matorral xerófilo	B	58	55	147.1450043	1051885.91
Regosol eutrico	Matorral xerófilo	B	58	55	147.1450043	113391.16
Regosol eutrico	Matorral xerófilo	B	58	55	147.1450043	554057.71
Regosol eutrico	Pastizal inducido	B	58	55	147.1450043	1385987.28
Regosol eutrico	Pastizal inducido	B	58	55	147.1450043	5157.16
Vertisol crómico	Agricultura de temporal	C	88	55	27.70910072	3401057.51
Vertisol crómico	Asentamiento humano	C	90	55	22.57780075	104156.19
Vertisol crómico	Asentamiento humano	C	90	55	22.57780075	48008.87
Vertisol crómico	Bosque de quercus	C	70	55	87.08570099	37174.65
Vertisol crómico	Bosque de quercus	C	70	55	87.08570099	11840.41
Vertisol crómico	Bosque de quercus	C	70	55	87.08570099	88825.31
Vertisol crómico	Bosque de quercus con vegetación secundaria	C	70	55	87.08570099	389359.05
Vertisol crómico	Bosque de quercus con vegetación secundaria	C	70	55	87.08570099	78258.15
Vertisol crómico	Bosque de quercus con vegetación secundaria	C	70	55	87.08570099	72277.14
Vertisol crómico	Pastizal inducido	C	71	55	82.99720001	476446.94

Vertisol crómico	Pastizal inducido	C	71	55	82.99720001	17986.51
Vertisol pélico	Matorral xerófilo	C	71	55	82.99720001	166947.09
Vertisol pélico	Agricultura de temporal	C	88	55	27.70910072	21957986.59
Vertisol pélico	Agricultura de temporal	C	88	55	27.70910072	41933.45
Vertisol pélico	Agricultura de temporal	C	88	55	27.70910072	189579.58
Vertisol pélico	Área sin vegetación aparente	C	85	55	35.85879898	57955.73
Vertisol pélico	Área sin vegetación aparente	C	85	55	35.85879898	217.29
Vertisol pélico	Área sin vegetación aparente	C	85	55	35.85879898	31705.16
Vertisol pélico	Área sin vegetación aparente	C	85	55	35.85879898	4529.78
Vertisol pélico	Asentamiento humano	C	90	55	22.57780075	27812.99
Vertisol pélico	Asentamiento humano	C	90	55	22.57780075	19844.41
Vertisol pélico	Asentamiento humano	C	90	55	22.57780075	10407.19
Vertisol pélico	Asentamiento humano	C	90	55	22.57780075	124930.17
Vertisol pélico	Asentamiento humano	C	90	55	22.57780075	59188.24
Vertisol pélico	Asentamiento humano	C	90	55	22.57780075	76890.55
Vertisol pélico	Asentamiento humano	C	90	55	22.57780075	15406.79
Vertisol pélico	Asentamiento humano	C	90	55	22.57780075	163122.14
Vertisol pélico	Asentamiento humano	C	90	55	22.57780075	1308.07
Vertisol pélico	Asentamiento humano	C	90	55	22.57780075	11916628.92
Vertisol pélico	Asentamiento humano	C	90	55	22.57780075	19527.66
Vertisol pélico	Asentamiento humano	C	90	55	22.57780075	586.59
Vertisol pélico	Asentamiento humano	C	90	55	22.57780075	104209.38
Vertisol pélico	Asentamiento humano	C	90	55	22.57780075	158443.45
Vertisol pélico	Cuerpo de agua	C	0	55	0	1574.26
Vertisol pélico	Cuerpo de agua	C	0	55	0	137155.92
Vertisol pélico	Matorral xerófilo	C	71	55	82.99720001	114095.76
Vertisol pélico	Matorral xerófilo	C	71	55	82.99720001	68210.40

Vertisol pélico	Matorral xerófilo	C	71	55	82.99720001	25817.79
Vertisol pélico	Matorral xerófilo	C	71	55	82.99720001	29272.85
Vertisol pélico	Matorral xerófilo	C	71	55	82.99720001	127303.65
Vertisol pélico	Matorral xerófilo	C	71	55	82.99720001	29189.86
Vertisol pélico	Matorral xerófilo	C	71	55	82.99720001	1210319.28
Vertisol pélico	Matorral xerófilo	C	71	55	82.99720001	23989.40
Vertisol pélico	Matorral xerófilo	C	71	55	82.99720001	43248.59
Vertisol pélico	Matorral xerófilo	C	71	55	82.99720001	25084.14
Vertisol pélico	Matorral xerófilo	C	71	55	82.99720001	17061.90
Vertisol pélico	Matorral xerófilo	C	71	55	82.99720001	28790.50
Vertisol pélico	Matorral xerófilo	C	71	55	82.99720001	30054.21
Vertisol pélico	Matorral xerófilo	C	71	55	82.99720001	15720.11
Vertisol pélico	Matorral xerófilo	C	71	55	82.99720001	54606.94
Vertisol pélico	Matorral xerófilo	C	71	55	82.99720001	134924.36
Vertisol pélico	Matorral xerófilo	C	71	55	82.99720001	19131.79
Vertisol pélico	Matorral xerófilo	C	71	55	82.99720001	80937.01
Vertisol pélico	Matorral xerófilo	C	71	55	82.99720001	2015.48
Vertisol pélico	Matorral xerófilo	C	71	55	82.99720001	5667.19
Vertisol pélico	Matorral xerófilo	C	71	55	82.99720001	197670.77
Vertisol pélico	Matorral xerófilo	C	71	55	82.99720001	250227.54
Vertisol pélico	Matorral xerófilo	C	71	55	82.99720001	31129.46
Vertisol pélico	Matorral xerófilo	C	71	55	82.99720001	83795.62
Vertisol pélico	Bosque tropical caducifolio	C	70	55	87.08570099	91.43

2. Carta descriptiva del taller sobre valoración social de servicios ecosistémicos en la microcuenca del Arroyo de Amoles

El problema de inundaciones en la ciudad de Morelón ha sido documentado en diferentes periodos de tiempo y atendido por diversas autoridades (Protección civil, 2010). Por ello, desde un enfoque socio-ecológico, es necesario buscar soluciones sustentables de largo plazo, partiendo del conocimiento del territorio y del funcionamiento de la cuenca para proveer el servicio de regulación de precipitaciones por cobertura vegetal.

Partiendo de la premisa de que el método de valoración social de servicios ecosistémicos mediante herramientas como mapeo participativo de servicios ecosistémicos (SE) puede incrementar el conocimiento acerca de los beneficios que la sociedad obtiene de la naturaleza y fortalecer la toma de decisiones.

El ejercicio para mapear conflictos entre distintos usos del territorio y la provisión de servicios ecosistémicos en un proceso deliberativo pretende incidir en la toma de decisiones para proponer acciones y esquemas de manejo y conservación que beneficien la provisión de servicios ecosistémicos. Por ello, la aplicación del método de mapeo deliberativo mediante talleres con actores sociales (*grupos enfocados*) propuesto por **Palomo et al.** en 2014 es retomado para la realización de un taller de valoración social del servicio de regulación de precipitaciones por cobertura vegetal en la microcuenca del Arroyo de Amoles y adaptado utilizando dinámicas propuestas por Geilfus (1997) para la realización de procesos participativos.

Objetivos del Taller:

- Informar a los tomadores de decisiones y representantes de grupos sociales de la microcuenca del Arroyo de Amoles sobre el concepto de servicios ecosistémicos enfocado en cuencas.
- Conocer la percepción de los actores sobre los servicios ecosistémicos que provee la microcuenca del Arroyo de Amoles.
- Analizar conflictos entre la provisión de SE y otros usos del territorio.
- Proponer medidas de compensación para la provisión de SE a escala local.

Lugar Fecha y Hora Sala de Cabildos de la Presidencia Municipal de Moroleón

Público Objetivo: Tomadores de decisiones y representantes de grupos de interés

Duración Aproximada: 2:40 min

Descripción de Actividades:

Nombre de la actividad:	Bienvenida y dinámica de presentación por parejas
Objetivo de la actividad:	Romper el hielo, presentar los objetivos del taller.
Materiales:	Lista de asistencia, etiquetas para nombre y marcadores.
Tiempo estimado	20 minutos
Descripción de la dinámica:	Se pide a los participantes que se registren en la lista de asistencia, y se da una etiqueta con su nombre. Una vez formado el grupo se les pide formar parejas y se les da 3 minutos para que se presenten mutuamente (nombre, procedencia y expectativas), una vez terminado el tiempo cada uno de los participantes presenta a su compañero.

Nombre de la actividad:	Presentación sobre la provisión de SE en cuencas hidrológicas.
Objetivo de la actividad:	Informar a los tomadores de decisiones y representantes de grupos sociales de la microcuenca del Arroyo de Amoles acerca de los beneficios que obtienen de la naturaleza mediante el concepto de servicios ecosistémicos enfocado en cuencas.
Materiales:	Presentación en formato Power point, computadora y proyector
Tiempo estimado	20 minutos
Descripción de la dinámica:	Antes de la presentación el facilitador explica al grupo los objetivos del taller y de la investigación, así como una explicación breve y lo más claro posible sobre el enfoque de cuencas y los servicios ecosistémicos (concepto, marco de referencia y tipología)

Nombre de la actividad:	Cuestionario grupal sobre provisión de servicios ecosistémicos y discusión grupal
Objetivo de la actividad:	Identificar percepciones y prioridades sobre servicios ecosistémicos
Materiales:	Cuestionarios impresos, lápices y tarjetas de colores
Tiempo estimado	30 minutos
Descripción de la dinámica:	Se pide a los participantes que se dividan en dos o tres grupos (dependiendo de la audiencia), cada equipo elige un representante de grupo, que será responsable de leer en plenaria las respuestas, en equipo contestan el cuestionario, el facilitador resuelve dudas, al final de la dinámica se exponen en plenaria los resultados y se eligen los dos o tres servicios ecosistémicos que se desean mapear.

Nombre de la actividad:	Mapeo sobre Servicios Ecosistémicos y posibles conflictos con otros usos del territorio
Objetivo de la actividad:	Analizar conflictos entre la provisión de SE y otros usos del territorio.
Materiales:	Mapas de la cuenca tamaño 90 x 60 de la microcuenca de Arroyo de Amoles con una cuadrícula de referencia adecuada al tamaño de la cuenca, puede incluir referencias como localidades o usos de suelo, marcadores y calcomanías de colores circulares
Tiempo estimado	1 hora
Descripción de la dinámica:	Se mantienen los mismos grupos que participaron en el cuestionario grupal, los participantes identifican en el mapa las zonas que son importantes para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos se discute en grupo que elementos o características existen en esa zona y que es importante conservar, con etiquetas de colores (por ejemplo círculos rojos) se marcan las zonas en las que se desarrollen actividades u otros servicios ecosistémicos que estén en conflicto con el servicio que estén mapeando, con calcomanías en círculos azules se identifican las zonas que son usuarias o se benefician del servicio ecosistémico, los resultados se discuten en plenaria.

Nombre de la actividad:	Lluvia de ideas sobre medidas de compensación para la provisión de servicios ecosistémicos en la microcuenca
Objetivo de la actividad:	Proponer medidas de compensación para la provisión de servicios ecosistémicos
Materiales:	Tarjetas de colores, marcadores y cinta adhesiva
Tiempo estimado	30 minutos
Descripción de la dinámica:	Se pide a los participantes que propongan medidas que ellos consideren que se pueden implementar a nivel local para que los usuarios mantengan o recuperen los SE valorados. Por ejemplo, pago por servicios ambientales, financiamiento de modelos agrosilvopastoriles y otros mecanismos de financiamiento.

Bibliografía de apoyo

Geilfus, F. (1997). *80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación*. El Salvador: IICA-GTZ.

Montes, C. (2014). *Práctica metodológica: diseño de un cuestionario de valoración contingente de servicios de los ecosistemas*. Presentado en Máster en Espacios Naturales Protegidos. Universidad Autónoma de Madrid.

Palomo, I., Martín-López, B., Zorrilla-Miras, P., García Del Amo, D. y Montes, C. (2014). Deliberative mapping of ecosystem services within and around Doñana National Park (SW Spain) in relation to land use change. *Regional Environmental Change*, 14(1), 237–251. DOI.10.1007/s10113-013-0488-5

Rodríguez, E. (2011): *Los Mapas Participativos-Comunitarios en la Planificación del Desarrollo Local*. Maracay: Universidad Pedagógica Libertador.

2. Cuestionario sobre valoración social de servicios de los ecosistemas en la microcuenca del Arroyo de Amoles: mapeo deliberativo

Objetivo del cuestionario: Identificar precepciones y prioridades sobre servicios ecosistémicos, en particular en lo que refiere al servicio de regulación de inundaciones por cobertura vegetal en la microcuenca del Arroyo de Amoles.

1.- Completen la siguiente tabla con información personal de los participantes

Nombre	Actividad que desempeña	Años viviendo en la zona de estudio	Localidad/Municipio

2.- Lista de servicios ecosistémicos prioritarios

Lean detenidamente la lista de servicios ecosistémicos anexa, seleccionen aquellos que le parecen de mayor prioridad y asignen un valor 1 al 5 (siendo el 5 el de mayor valor) enliste los beneficios que le provee cada servicio ya sea a nivel sociedad o personal y el tipo de valor que se le asigna.

Servicio ecosistémico	Valor que se le asigna	Beneficios que obtiene la sociedad/Individuales	¿Qué tipo de valor le asigna? (valor de uso, valor de existencia o valor de cambio)

Tipología	Ejemplos
Servicios de provisión	
1. Abastecimiento de alimentos	(frutos, hongos, aceites, algas y alimentos extraídos de ríos y presas)
2. Materias primas	(forraje, plantas ornamentales, tintes naturales y semillas para la producción de alimentos, fibras)
3. Combustibles	(leña, petróleo)
4. Bioquímicos	(Medicinas, biosidas, aditivos, etc.)
5. Recursos genéticos.	(Información genética de animales y plantas utilizadas en biotecnología, medicinas y productos farmacéuticos)
Servicios de Regulación	
1. Regulación del clima	(Mantenimiento del clima en condiciones aptas para la vida y los cultivos. Control de temperaturas extremas. Influencia en el clima a nivel local y global.)
2. Regulación de disturbios	(Capacidad del ecosistema de responder a fluctuaciones ambientales: protección contra inundaciones, control de tormentas, etc.)
3. Regulación y saneamiento del agua	(Sincronización entre escorrentía y recarga de acuíferos: almacenaje y retención de agua en cuencas, reservorios y acuíferos)
4. Tratamiento de desechos/Regulación de enfermedades	(Remoción del exceso de componentes dañinos del ambiente. Control de la polución/depuración, filtro de partículas de polvo, disminución de contaminación acústica)
Servicios Culturales	
1. Espiritual/religioso	(sitios sagrados)
2. Recreativo/turístico	(ecoturismo/deportes)
3. Estético/Inspirativo	(contemplación de la naturaleza, movimientos artísticos y culturales)
4. Educativo	(investigación de especies animales y vegetales y hábitats)
5. Identidad del sitio/ Herencia cultural	(naturaleza como símbolo de identidad local)

3-. Preguntas orientadas a la valoración del servicio de Regulación de Inundaciones y avenidas por cobertura vegetal.

3.1 ¿Tienen conocimiento previo sobre la función que tiene la cobertura vegetal (bosques, matorrales) para el control de avenidas e inundaciones?

Si _____

No _____

Solo algunos de los participantes _____

3.2 ¿Les parece importante mantener el servicio de regulación de inundaciones a través de la conservación de la cobertura vegetal?

Si _____

No _____

¿Por que? _____

3.3 ¿Qué repercusiones económicas y sociales (daños) tiene o tendría la pérdida de cobertura vegetal como reguladora de inundaciones en la parte baja de la cuenca?

3.4 ¿Tienen conocimiento sobre qué acciones se realizan actualmente para revertir o minimizar los daños causados por disturbios de inundaciones, tormentas o avenidas?

Si _____

No _____

¿Qué acción (es)?

Acción	Costo

Gracias por su participación

3. Listado de participantes en los talleres de valoración social de servicios ecosistémicos en la microcuenca del Arroyo de Amoles

Taller del día 19 de Julio de 2016

Participante	Actividad	Años viviendo en la zona de estudio	Localidad en la que vive
Grupo 1			
Francisco Arriaga V.	Director de educación	32	Cabecera municipal Moroleón
Hugo A. Ortega	Funcionario público municipal de desarrollo urbano	27	Cabecera municipal Moroleón
Manuel Zavala	Funcionario público municipal de ecología	43	Cabecera municipal Yuriria
Raúl Meléndez	Área Técnica del COTAS Moroleón	36	Cabecera municipal Uriangato
Jorge López	Funcionario público municipal de impuesto predial	60	Cabecera municipal Moroleón
José Pichardo	Funcionario público municipal de comunicación	34	Cabecera municipal Moroleón
Luis M. Villafuerte	Coordinador de protección civil	32	Cabecera municipal Moroleón
Camerino Raymundo Núñez	Delegado de la comunidad de Piñicuaró	31	Piñicuaró
Grupo 2			
Sergio Iván Rosiles González	Coordinador técnico de protección civil	26	Cabecera municipal Uriangato
Luis Alfonso Zavala	Cuenta pública	15	Cabecera municipal Moroleón
Victorina Salgado Díaz	Subdelegado	1	Cabecera municipal Moroleón
Jorge Luis López Díaz	Dirección de educación	40	Cabecera municipal Moroleón
Cristian González	Unidad de acceso a la información	28	Cabecera municipal Moroleón
Miguel Ángel Guzmán Pérez	Desarrollo urbano	45	Cabecera municipal Moroleón
Grupo 3			
León Benjamín Gutiérrez	Delegado	60	Cepio, Moroleón
Guadalupe Rosiles	Delegado	50	Santa Gertrudis, Moroleón
Jaime López Martínez	Jefe de tránsito	39	Cabecera municipal Moroleón
Ignacio Zamora	Central de emergencias	40	Cabecera municipal Moroleón
José Eduardo Guzmán	Promotor de desarrollo Urbano	17	Cabecera municipal Moroleón
Berenice Díaz	Responsable de cultura del agua	28	Moroleón
Transito Salgado	Club de Migrantes	68	Cepio
Cesar Ramírez	Director de Ecología	39	Yuriria

Taller del día 13 de agosto de 2016

Nombre	Actividad que desempeña	Años dedicándose a la actividad	Años viviendo en la zona de estudio	Localidad en la que vive
Grupo 1				
Filemón Pantoja	Ganadería/agricultura	72	72	Piñícuaro
Ángel Zavala	Ganadería	74	74	Santa Gertrudis
Abel López	Ganadería/agricultura	63	63	Pamaseo
Gabino Herrera	Ganadería/agricultura	65	65	La Loma
Guadalupe Soria	Ganadería/agricultura	30	30	Cerécuaro
Ángel García	Ganadería/agricultura	20	20	Caricheo
Grupo 2				
Maximiliano	Ganadería/agricultura	20	50	Moroleón
Jorge	Ganadería/agricultura	20	38	La Barranca
Raúl Lara	Ganadería/agricultura	38	38	Moroleón
Roberto	Ganadería/agricultura	60	60	La Barranca
Juventino	Ganadería/agricultura	18	67	Las Peñas
Jesús	Ganadería/agricultura	22	42	Moroleón
Grupo 3				
Artemio	Ganadería/agricultura	25	nd	Moroleón
Javier	Ganadería/agricultura	10	25	Ojo de Agua
Pepe	Ganadería/agricultura	25	25	Peñas
Martín	Ganadería/agricultura	20	38	Santa Gertrudis
Fernando	Ganadería/agricultura	5	30	Piñícuaro
Bulmaro	Ganadería/agricultura	10	10	Piñícuaro
Nicolás	Ganadería/agricultura	70	70	Santa Gertrudis