

Marco conceptual y metodológico para
Modelar el ciclo socio-natural
del agua incorporando información de
contexto.



GOBIERNO DE
MÉXICO



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Marco conceptual y metodológico para modelar el ciclo socio-natural del agua incorporando información de contexto con usuarios del agua y actores a escala de cuenca.

Contenido

Marco conceptual y metodológico para modelar el ciclo socio-natural del agua incorporando información de contexto con usuarios del agua y actores a escala de cuenca.....	2
1. Introducción.....	4
2. Enfoque metodológico para la incorporación de los usuarios en el desarrollo de la propuesta para Estrategia de Gestión Integral del ciclo socioambiental del agua incorporando información contextual.....	6
2.1. Modelos cognitivos difusos	8
2.2. Las comunidades de aprendizaje.....	9
2.3. Computación humana y humanos como sensores.....	11
3. Área de incidencia	12
4.- Modelos cognitivos para identificar prioridades de gestión del agua en la cuenca del río Jamapa	14
4.1. Método.....	14
Perfil de los actores.....	15
Obtención de percepciones y elaboración de los modelos cognitivos.....	16
Homogenización de conceptos	16
Talleres para la elaboración de modelos cognitivos.....	18
Análisis de los mapas cognitivos	19
Socialización del proceso y los mapas cognitivos	20
5. Resultados	21
Talleres presenciales	21
Talleres Virtuales vía Google Meet:.....	22
Interpretación de los modelos:.....	23
4.1. Modelos cognitivos Cuenca Baja	24
4.2 Cuenca Media.....	34
4.2.1 Modelo de usuarios	34
4.3 Cuenca Alta.....	38
REFERENCIAS.....	45

1. Introducción

De acuerdo con la ley Mexicana el Manejo Integrado del Agua es un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado de agua, tierra y recursos relacionados con ellos y el ambiente, para maximizar el bienestar económico y social equitativo sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales (Semarnat 2004); adicionalmente las cuecas y acuíferos son asuntos de interés público.

Actualmente, los usuarios del agua y las personas viviendo en las áreas suburbanas y rurales son excluidos de las decisiones públicas que conciernen al manejo integrado del agua (Ochoa-García et al. 2014). Se ha observado una apropiación de los derechos de propiedad colectiva del agua y la tierra por el sector empresarial (desarrollo urbano, agronegocios e industria), promoviendo el control privado sobre los recursos naturales (Reis 2014).

La falta de representación de los intereses de los usuarios ha generado conflictos relacionados con el agua y ha promovido que las personas creen iniciativas e instituciones nuevas para atender a los complejos retos de la sostenibilidad de una manera enraizada con su percepción de los problemas y necesidades. Las comunidades de aprendizaje conformadas por las ONG, la academia y algunos usuarios del agua con experiencias de gestión del agua han sido importantes para buscar caminos para la resolución de estos conflictos.

A nivel local, el intercambio de conocimientos entre actores locales y externos puede llegar a ser muy intenso y espontáneo en interacciones formales e informales. Dependiendo del grado de innovación institucional se pueden incorporar niveles mayores, por ejemplo, intermunicipal o regional de gobernanza. Sin embargo, mientras los actores participantes en estas comunidades son de escalas más grandes, se vuelve más importante codificar el conocimiento local, las experiencias y visiones en sistemas más formales y técnicos (Ochoa-García 2015).

En los esfuerzos para transitar a una Gestión Integral del Agua, uno de los principales retos es lograr la participación de los usuarios locales del agua para establecer objetivos y construir consensos de abajo hacia arriba. De acuerdo con Sagl et al., (2015) para lograr esto se requiere de información de contexto o información contextual. Ésta se define como cualquier información, implícita o explícita que puede ser utilizada para caracterizar la situación de una entidad (Dey, 2001). Hoy la mayoría de las decisiones se basan en información del contexto externo o físico que está fuertemente asociado con el ambiente físico y se mide

típicamente mediante el uso de sensores (estaciones hidro-meteorológicas); por lo cual, es relativamente fácil de cuantificar e integrar a bases de datos. Sin embargo, el contexto interno o cognitivo es a nivel individual (de cada persona) y es lo único que puede servir de base para la toma de decisiones a escala de individuo, comunidad, localidad (Hong et al., 2009) o la creación participativa de consensos. Hoy, se obtiene esta información mediante talleres participativos, consultas públicas y eventos de intercambio de experiencias. Estas estrategias proveen de información de contexto interno muy relevante, pero muy localizada y a un alto costo, logrando por consiguiente un bajo impacto, sobre todo en los casos, donde hay un alto índice de dispersión geográfica.

El contexto cognitivo es indispensable para entender el ciclo socio-natural del agua y los conflictos socioambientales y es la base para el reconocimiento de las diferentes percepciones de los diferentes usuarios y actores relacionados con la gestión del agua en una cuenca.

El enfoque de computación humana es un enfoque emergente, en el cual, la colaboración humana es facilitada por sistemas computacionales. Se basa en la partición inteligente de la funcionalidad entre máquinas y humanos, donde las máquinas dividen, coordinan, comunican y recolectan resultados; y, por otra parte, los humanos participan, con su intuición, percepción y poder para la toma de decisiones (Parameswaran et al., 2010). Para la gestión integral del ciclo socio-natural del agua la computación humana posibilita un involucramiento continuo de los actores en todas las fases del manejo, desde la definición de objetivos, el monitoreo del desempeño de indicadores y el desarrollo de modelos formales (Fraternali et al., 2012)

Este proyecto busca fortalecer a los usuarios con diferentes grados de organización en la cuenca del río Jamapa y a usuarios del agua que desean participar en procesos de gestión del agua, proporcionando una aproximación metodológica y conceptual para acompañar los procesos de discusión, diálogo, negociación y a aprendizaje y herramientas de comunicación, acceso a información y generación de información.

2. Enfoque metodológico para la incorporación de los usuarios en el desarrollo de la propuesta para Estrategia de Gestión Integral del ciclo socioambiental del agua incorporando información contextual.

El desarrollo de una estrategia de Gestión Integral del ciclo socioambiental del agua a escala de cuenca incorporando información contextual considera tres dimensiones (ambiental, humana y tecnológica y sus espacios de intersección) y múltiples escalas espaciotemporales (usuario, microcuenca, subcuenca y cuenca).

Como se muestra en la figura 1, los humanos interactúan con el ambiente y la tecnología. La tecnología y el ambiente también interactúan. Hay espacios de intersección entre estas ilustrados en amarillo en la figura 1. Por ejemplo, para la interfase ambiente-tecnología los sensores como las estaciones meteorológicas o las imágenes de satélite (en la interfase amarilla) permiten recabar información sobre el ambiente a diferentes escalas.

En la interfase humano-ambiente es donde surgen los modelos cognitivos de las personas y en la interfase humano-tecnología puede rescatarse información geográfica voluntaria (IGV) sobre las interacciones humano ambiente.

Las interacciones entre las tres dimensiones varían a través de escalas espaciales y temporales generando un contexto (en azul), el cual, es un componente clave en la intersección común de estas interacciones.

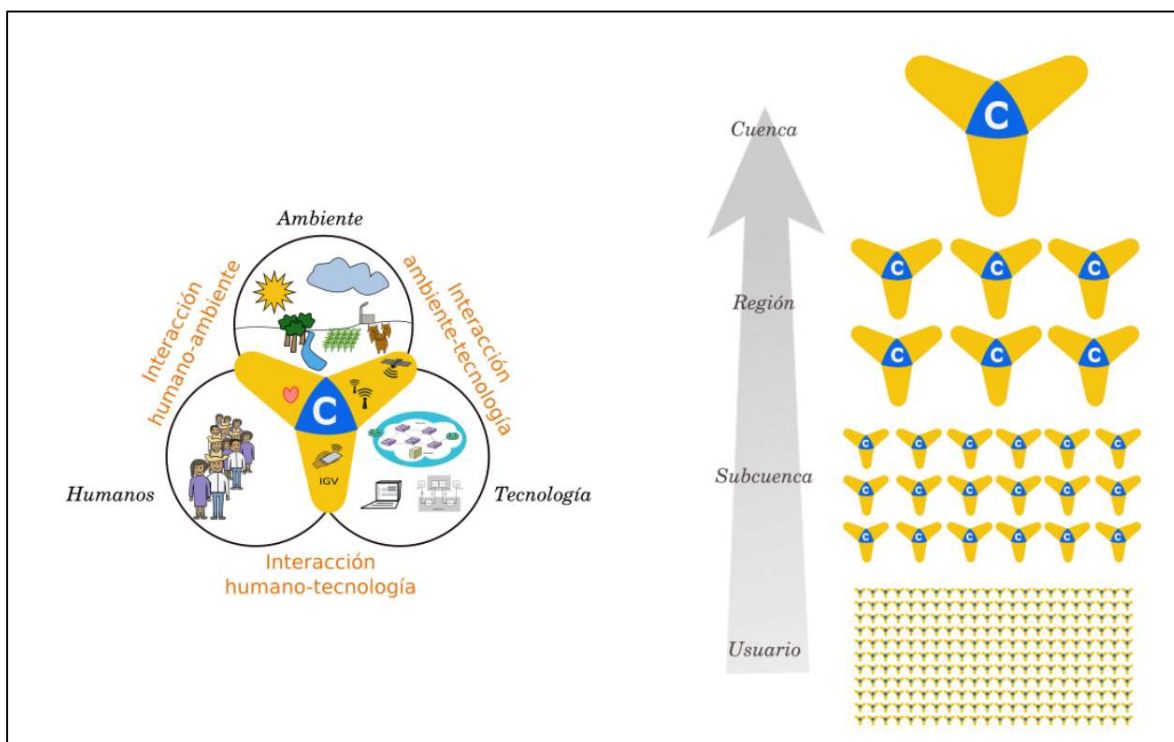


Figura 1. Modelo de la aproximación conceptual para el desarrollo de la Estrategia de Gestión Integral del ciclo socioambiental del agua incorporando información contextual y sus escalas de análisis espaciotemporales. (Modificada de Sagl et al., 2015).

La propuesta de proyecto nacional de investigación e incidencia del ciclo socio-natural del agua para el bien común y la justicia ambiental fortalecerá la participación de los usuarios del agua mediante la colaboración en la autogestión comunitaria y la conformación de comunidades de aprendizaje multi-actor que fortalezcan el capital social para mejorar la gestión y gobernanza en la cuenca del río Jamapa.

Para fortalecer las relaciones comunitarias y asociativas de los usuarios del agua y favorecer la información de comunidades de aprendizaje se consideran tres elementos a los procesos de gestión que ya suceden en el territorio en diferentes escalas, desde usuario hasta nivel de cuenca.

- a) Integrar la información contextual cognitiva de los usuarios a través del modelado en los procesos de diálogo comunitario y la gestión comunitaria del agua.
- b) Favorecer la conformación de comunidades de aprendizaje multi-actor.
- c) Co-creación multiactoral de escenarios análisis y propuesta formal de planes, políticas públicas, incentivos.

Para lograr incorporar el conocimiento de los usuarios sobre el ciclo socio-natural del agua con un nivel de participación que sea representativo a escala de cuenca se incorporará el uso de modelos cognitivos y otros elementos teóricos que se describen en las siguientes secciones.

2.1. Modelos cognitivos difusos

Los modelos cognitivos difusos son un tipo de mapa conceptual que permite la inclusión del conocimiento de los actores para describir su entendimiento de un problema (socioambiental en este caso). Este mapa puede describir distintos sistemas de conocimiento y, por tanto, puede ayudar a establecer puntos de referencia común y alcanzar visiones compartidas hacia un cambio de estado alrededor de un problema de gestión o un conflicto específico. Los modelos cognitivos difusos se refieren a que los modeladores (en este caso los usuarios o los actores) asignan pesos o grado de influencia de un actor sobre otro y un resultado específico (24). Son modelos “suaves” que muestran la estructura de conocimiento de las personas (Grey et al., 2014).

Se les llama modelos cognitivos compartidos o participativos cuando la generación de estos modelos tiene como principales objetivos incrementar y compartir conocimiento y entendimiento de un sistema y su dinámica bajo diferentes condiciones (Zellner 2008, Lynam et al., 2010) e identificar y examinar soluciones a un problema dado (Simon y Etienne 2010, Zellner y Campbell, 2015).

El principal beneficio de usar este tipo de modelos en problemas socioambientales es el aprendizaje comunitario a través de compartir conocimiento de una manera estructurada (Voinov y Bousquet 2010). Los modelos permiten trabajar con preguntas generales o específicas para entender mejor un sistema o un proceso y la dinámica socioambiental. Así como un reconocimiento más claro de como ese entendimiento conecta con las mejoras ambientales y sociales (Gray et al., 2018). Este aprendizaje incluye el entendimiento de los valores y creencias de diferentes actores en relación con el problema (Voinov y Gaddis, 2008, Jones et al. 2016). El modelo es una representación explícita de los conocimientos y permite articula diferencias y similitudes (Gray et al., 2012).

Un modelo compartido puede servir como soporte a la decisión colectiva y facilitación en el contexto de planeación participativa (Gray et al., 2018). A diferencia de las maneras tradicionales de ver la participación ciudadana (para validar decisiones ya tomadas a otras

escalas). Este enfoque soporta las dimensiones éticas o normativas de planeación y toma de decisiones pues incluye a los actores y usuarios, que son afectados por las decisiones. Además, permite entender las implicaciones sociales y ambientales de las políticas vigentes o proyectadas para generar una visión colectiva.

El uso de modelos cognitivos también permite generar un espacio neutral y soporta el reconocimiento mutuo de las percepciones y articular varios puntos de vista entre los participantes. Esto reduce las asimetrías de poder o la sobre ponderación de los expertos técnicos o científicos. Por ser desarrollados con los usuarios del agua los modelos son aplicables para el contexto de toma de decisiones de los usuarios actores (Henly Shepard et al., 2015) previniendo un análisis desde enfoques “rígidos” o “importados” de otras experiencias.

Adicionalmente, estos modelos pueden iterarse tantas veces sea necesario, en relación con un cambio de condiciones, permitiendo, no sólo un mayor conocimiento del sistema, sino una mayor capacidad de respuesta ante eventos estocásticos.

2.2. Las comunidades de aprendizaje

La gobernanza del agua es uno de los mayores retos de la política ambiental en el siglo 21 debido a factores como el crecimiento poblacional, la variabilidad climática o los requerimientos regulatorios (Simonovic, 2000; Matondo, A. 2002; Pahl-Wostl 2007; Medema et al., 2008). Enfrentar estos retos se ve afectado por la falta de información y la falta de una base conceptual fuerte para entender el aprendizaje y el cambio en los procesos de gobernanza. En estos procesos el papel de las redes y el aprendizaje social es de crucial importancia (Ostrom 2001; Young, 2007; Ostrom, 2008).

La colaboración multi-actor y los procesos iterativos de aprendizaje social se reconocen como elementos clave para desarrollar compromiso colectivo y desarrollar capacidades para enfrentar problemas cada vez más complejos con soluciones innovadoras y creativas (Huitema et al., 2009; Armitage et al., 2012; Plummer et al., 2013). Proporcionan habilidades a los grupos colaborativos locales y regionales para (a) integrar diferentes fuentes de conocimiento; (b) pasar por procesos de planeación iterativa y transformativa en respuesta a nueva información o a nuevos conocimientos; y (c) asegurar que haya un impacto producto de esos esfuerzos colaborativos, son áreas potenciales clave para la facilitación efectiva de

gobernanza del agua y el territorio (Bierman et al., 2009; Huitema et al., 2009; Armitage et al., 2012).

En el proceso de aprendizaje social iterativo como proceso de cambio, la preocupación central es lograr la participación necesaria de los miembros del sistema para contribuir al conocimiento colectivo del sistema con la finalidad de generar opciones de políticas más sostenibles para el manejo del agua (Armitage et al., 2008; Reed et al., 2010). Para facilitar estos procesos de aprendizaje social requiere de enlaces horizontales (entre actores locales) y verticales entre organizaciones relevantes, instituciones y sistemas de conocimiento (Dale et al., 2000; Folke et al., 2003; Hahn et al., 2006).

Para promover e intensificar la aplicación del aprendizaje social, se tienen que establecer plataformas de aprendizaje donde los individuos puedan conocerse, interactuar aprender colaborativamente y tomar decisiones colectivas. Para esto, es crucial nutrir oportunidades de conocimiento (Keen et al., 2005; Muro, 2008). Un proceso que se describa como aprendizaje social debe demostrar un cambio en el entendimiento que sucede entre individuos y grupos pequeños para situarse en y difundirse a unidades sociales más amplias o comunidades de práctica. No se trata solamente del cambio en el entendimiento, la escala a la cual sucede el cambio de entendimiento o la escala a la que sucede el aprendizaje social, sino también otros factores como la: (i) transmisión de información (i.e., aprendizaje simple de hechos a través de la interacción social); y (ii) deliberación (referida como diálogo e intercambio genuino de argumentos). (Reed et al., 2010)

Las interacciones sociales que llevan al aprendizaje social pueden ser directas (p.e., conversación) o indirecta (p.e., redes sociales o aplicaciones web). En la era digital el soporte del aprendizaje social a través de las TIC ofrece interfases amigables para el Usuario, las cuales pueden ayudar (mas no reemplazar) los procesos de diálogo presencial. Sin embargo, las plataformas web tienen el potencial de conectar a una audiencia diversa local, regional y global, que, vinculada a las interacciones cara a cara, ofrece la posibilidad de lograr la tan deseada participación pública. Siempre y cuando, haya la capacidad de crear una experiencia satisfactoria para los usuarios, y exista una coherencia entre los medios digitales y los procesos en persona.

Este proyecto plantea la creación de comunidades de diálogo y aprendizaje social en el territorio acompañadas de aprendizaje social a través de TIC. La cual proponemos con un fuerte componente de diseño centrado en el usuario (los usuarios del agua de la cuenca

Jamapa y actores) para garantizar su apropiación por parte de los usuarios como herramienta de comunicación y acceso e intercambio de información.

2.3. Computación humana y humanos como sensores

El enfoque de computación humana es un enfoque emergente, en el cual, la colaboración humana es facilitada por sistemas computacionales. Se basa en la partición inteligente de la funcionalidad entre máquinas y humanos, donde las máquinas dividen, coordinan, comunican y recolectan resultados; y, por otra parte, los humanos participan, con su intuición, percepción y poder para la toma de decisiones (Parameswaran et al., 2010). Este enfoque ha sido ampliamente utilizado en proyectos de ciencia ciudadana, que puede definirse como una alianza entre científicos y personas para hacer un esfuerzo de investigación científica (Cohn, 2008; Dickinson et al., 2012; Lintott and Reed, 2013), donde las personas usan habilidades que pueden ir desde recolectar información y reportarla hasta otras actividades cognitivamente más complejas como agregar y clasificar (Goodchild, 2007; Cohn, 2008; Wiggins and Crowston, 2012; Ponciano y Brasileiro, 2014). En muchos casos, los programas de ciencia ciudadana se promueven para fomentar la generación de información científica que puede servir para procesos de autogestión, discusión, negociación entre actores o para proveer con nueva información a los tomadores de decisiones (Purdam, 2014) o contribuir a la democratización de la ciencia (Swan, 2012).

En el proyecto de gestión integral del ciclo socio-natural del agua que proponemos, con el enfoque de computación humana, se provee a las personas de herramientas digitales para que las personas puedan generar modelos cognitivos y recabar información del contexto. Los sistemas computacionales sistematizan, organizan y almacenan la información, lo cual permite dar soporte a muchas personas, posibilitando el involucramiento continuo de los usuarios y actores en la gestión del agua, en ejercicios de modelación para analizar problemas concretos de gestión del agua y con base en ellos definir de objetivos o desarrollar de modelos formales compartidos. Por otra parte, el desarrollo de programas de recolección de información geográfica voluntaria puede ayudar a generar conocimiento o monitorear aspectos de la implementación de soluciones a diferentes escalas (Fraternali et al., 2012).

Al diseñar la estrategia usando esta aproximación buscamos expandir la participación en la planeación y la toma de decisiones a diferentes escalas con el potencial de comunicación que

ofrecen las plataformas computacionales. En el proceso, fortaleceremos a los usuarios del agua en los procesos de gestión transitando hacia un escenario donde en la cuenca existan redes de aprendizaje social para que los usuarios y actores comprendan mejor el ciclo socio-natural del agua pues.

- i) Se pondrá a las personas (los usuarios) en el ciclo, involucrándolos en la planeación y el manejo directamente, posibilitando un verdadero diálogo de saberes y donde los usuarios usen su potencial como sensores humanos y ejecutores de diferentes actividades incluyendo la codecisión;
- ii) Se promoverá la cogeneración de conocimiento colectivo entre actores (Cohen and Prusak, 2001, Gruber, 2007, Fraternali et al., 2012) y las negociaciones participativas, construcción de consensos y movilización de personas en distintas escalas. Promoviendo, en primer lugar, la auto-regulación y después la propuesta y puesta en marcha de soluciones concertadas que resulten en políticas públicas o instrumentos de gestión del agua en diferentes escalas.

3. Área de incidencia

La escala de la aproximación metodológica de la propuesta APAN es a escala de cuenca. El proyecto de Investigación e Incidencia de propuso en la cuenca hidrológica Jamapa, que es la segunda más importante de la planicie costera del Golfo de México. Es la única que conecta dos áreas naturales protegidas: el Pico de Orizaba y el Sistema Arrecifal Veracruzano. Abarca 31 municipios y sus recursos hídricos confluyen hacia la Zona Metropolitana de Veracruz (C6 Cuencas costeras, 2017). Se caracteriza por tener un alto índice de dispersión rural. La mayor demanda de recursos hídricos se localiza principalmente en la cercanía de los Ríos Jamapa y Cotaxtla, donde se encuentran la mayor parte de las localidades urbanas y se concentran las principales actividades agroindustriales. En las cuencas alta y media predominan la agricultura de temporal y la ganadería extensiva que son poco productivas y altamente vulnerables a los impactos del cambio climático (C6 Cuencas costeras, 2017), mientras que, en la cuenca baja, uno de los principales problemas es que hay un número desconocido de usuarios de agua que acceden a ella fuera de la normatividad prevalente y de los cuales se desconoce la cantidad, uso, técnicas utilizadas o productividad asociada a éstas. Esto limita la toma de decisiones a

escala de cuenca, pues la información es incompleta y la participación ciudadana es escasa. Adicionalmente cada año se sufren temporadas cada vez más severas.

En la cuenca hay esfuerzos documentados de gestión integral del agua. Destacan el de Escobedo et al., (2019) que analizan la experiencia de tres años y medio de monitoreo comunitario de cuencas, incluyendo la cuenca de Jamapa y enfatizan la importancia de la comunicación entre actores de la cuenca. El esfuerzo más importante es el Plan de Acción para el manejo de la Cuenca del Río Jamapa (C6, cuencas costeras, 2017) que es un esfuerzo propone priorizar actividades de conservación en la cuenca alta, actividades de restauración en la cuenca media y la adecuación de prácticas productivas en la cuenca baja, para garantizar la provisión de los servicios ambientales hídricos.

En esta cuenca existe una red de organizaciones que cuentan con una trayectoria en la gestión de recursos hídricos. Para desarrollar el proyecto de investigación e incidencia reconectamos con esta red y trabajamos con 5 municipios de la cuenca hidrológica Jamapa que representan las partes alta, media y baja de la cuenca, y las dos subcuencas: la subcuenca del Río Jamapa y la subcuenca del Río Cotaxtla. Los municipios en los cuales se trabajó fueron: a) de la cuenca alta, Ixhuatlán del café y Huatusco; b) de la cuenca media, Atoyac; c) de la cuenca media, Jamapa y Cotaxtla (Figura 2).

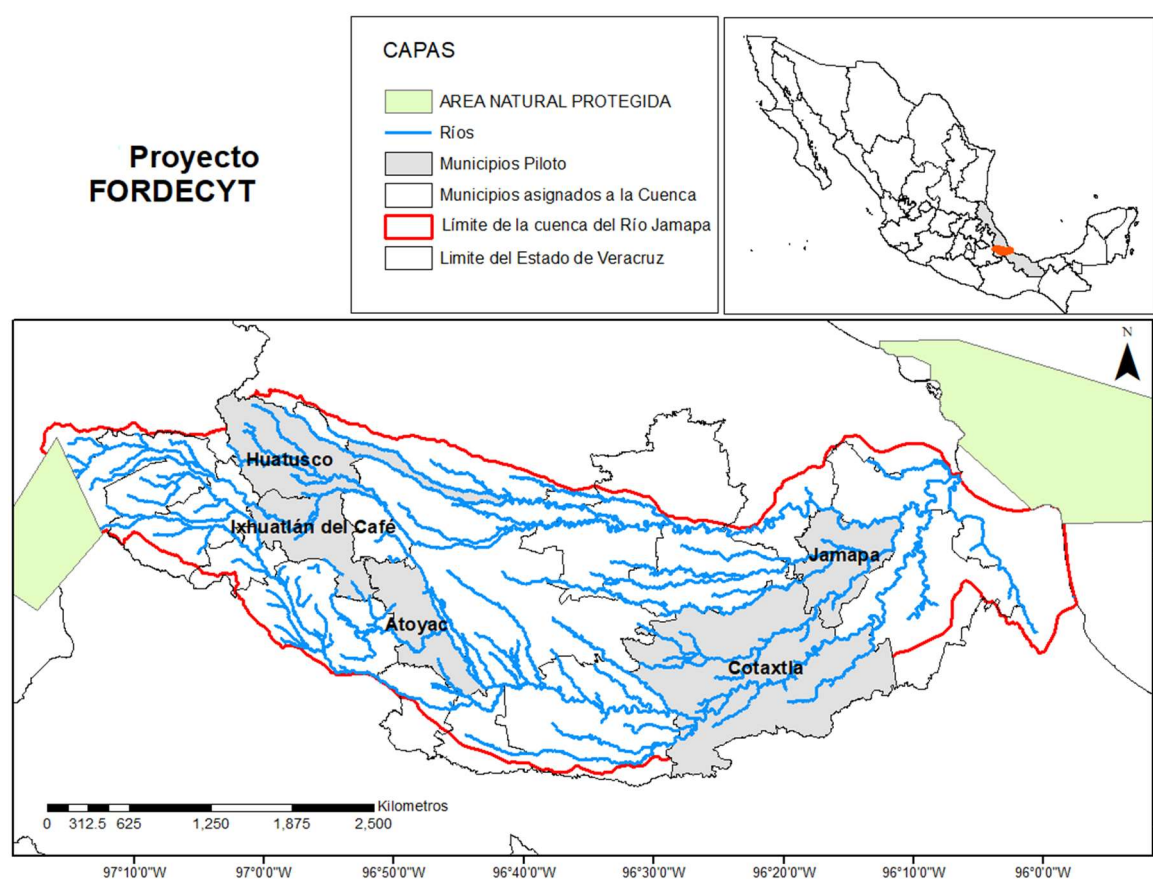


Figura 2. Municipios donde se trabajó con usuarios del agua y actores para establecer la propuesta estratégica del proyecto PRONACE-AGUA.

4.- Modelos cognitivos para identificar prioridades de gestión del agua en la cuenca del río Jamapa.

4.1. Método

Los participantes en la red de actores del presente estudio se conectaron a esta red a través de redes de productores, de vínculos con autoridades locales, estatales y federales, de organizaciones de la sociedad civil con experiencias previas en las zonas de estudio, de participantes del proyecto de investigación de las OSC o instituciones académicas. La red de actores en esta fase es una muestra representativa del universo de actores en la cuenca del Río Jamapa a través de la cual generará una red más amplia en cada una de las etapas del proyecto.

Se consideraron los siguientes grupos focales, los cuales se describen brevemente

- *Agricultores*: Incluye a productores que siembran cultivos de temporal sin concesión, preferentemente sin uso de agua de pozo o que usan pozos someros, no más de 8 m, sin concesión y a productores que utilizan pozos profundos de 25 a más de 100 m con equipo de bombeo y sistemas de riego tecnificado (aspersión, rodado, goteo, etc.), identificando si cuentan con concesión o no
- *Ganaderos*. Ganaderos extensivos o intensivos, identificando si utilizan pozo con o sin concesión.
- *OSC*. Organizaciones de la sociedad civil que trabajan en la zona
- *Grupos locales auto-organizados* que realizan acciones que incluyen algún factor del ciclo socio-natural del agua.
- *Organizaciones de la sociedad civil*: Incluye a grupos organizados constituidos legalmente, esto incluye a Asociaciones Civiles u otros grupos organizados.
- *Académicos*. Investigadores de instituciones académicas que realizan estudios en las zonas de estudio, relacionadas directa o indirectamente con los usos del agua.
- *Tomadores de decisiones*. Tomadores de decisiones de nivel de local (sistemas comunitarios de agua, municipio, estatales y federales).
- *Facilitadores del programa sembrando vida*. Este grupo se incluyó puesto que contactamos con ellos durante el desarrollo de la propuesta.

La siguiente sección describe paso al paso la aproximación metodológica para incluir la percepción de los usuarios del agua y otros actores en el proceso de identificación de los elementos del ciclo socio-natural del agua, desde la perspectiva de los diferentes tipos de usuarios y actores.

Perfil de los actores.

Se realizó un perfil del actor participante, centrado en los datos generales, con especial énfasis en las fuentes de agua, el uso de tecnología digital teléfonos inteligentes como herramientas de

búsqueda de información y uso de aplicaciones para la toma de decisiones, así como estilos de aprendizaje.

En estas redes se articularon integrando a los usuarios del agua dentro de una categoría y luego haciendo los grupos por tipo, por zona de estudio (cuenca alta, media y baja) y luego a nivel de cuenca.

Obtención de percepciones y elaboración de los modelos cognitivos

En la primera fase se realizaron entrevistas semiestructuradas a diferentes usuarios del agua y actores en las diferentes partes de la cuenca, también a académicos, tomadores de decisiones locales, municipales, estatales y federales. La entrevista tuvo como objetivo conocer a profundidad la percepción de los actores con respecto a su entendimiento del ciclo socio-natural del agua y los principales problemas percibidos sobre la gestión del agua desde su perspectiva.

En esta entrevista se recabaron los términos que los entrevistados mencionaron clasificándoles en términos correspondientes a elementos naturales, actividades humanas y aspectos administrativos del ciclo socio-natural del agua.

Homogenización de conceptos

Para comparar distintos modelos cognitivos e identificar similitudes y diferencias se requiere un conjunto de palabras o conceptos estandarizados. De los conceptos mencionados se seleccionaron aquellos que representaban aspectos medibles cualitativa o cuantitativamente. Los modelos cognitivos de distintos sectores sociales, por ejemplo, productores y tomadores de decisiones usan diferentes palabras para el mismo concepto por lo que es necesario homogeneizarlos para hacer el modelo cognitivo comparable.

Para esto se revisaron exhaustivamente palabras originales utilizadas por los actores y se seleccionaron las palabras que la mayoría de los participantes reconocían y se elaboró una definición del concepto

Los conceptos seleccionados se agruparon en: a) naturales, b) actividades humanas y c) aspectos administrativos del ciclo socio-natural del agua. Ver Anexo 1. Conceptos homogeneizados.

Talleres para la elaboración de modelos cognitivos

Se trabajaron talleres participativos con grupos focales con dinámica de grupos y generación de consensos para obtener modelos individuales sobre las percepciones de los usuarios y actores sobre el ciclo socio natural en las diferentes partes de la cuenca y de las prioridades de gestión del agua.

En los talleres se construyeron mapas cognitivos para representar los modelos mentales y las percepciones del grupo focal (en comunidad). La actividad involucró a los participantes en un diálogo para discutir las relaciones causales entre los diferentes elementos a diferentes escalas. Por ejemplo, con agricultores a nivel comunitario, con tomadores estatales a nivel de cuenca, con académicos a nivel de zona de la cuenca donde han tenido mayor experiencia de trabajo, con tomadores de decisiones sobre su área de jurisdicción.

Los talleres contaron con diferente número de participantes y se realizaron de manera virtual, vía reuniones de Google Meet o presenciales, siempre buscando espacios para poder trabajar al aire libre o en espacios amplios y guardando las medidas de seguridad necesarias.

Las mesas de trabajo contaron con máximo siete participantes, los talleres contaron con un coordinador y de 1 hasta 4 facilitadores, dependiendo del número de participantes. Los talleres tuvieron una duración de máximo 3

- a) Introducción de los participantes. El taller inicia con una sensibilización relacionada con el significado del agua para los usuarios. Se platica sobre las principales problemáticas. Se explica la dinámica del taller y se seleccionan los participantes de los grupos de modelado. Los grupos se asignan por tipo actor a diferentes mesas de trabajo. En algunas ocasiones el taller convocado solo reúne a participantes que son el mismo tipo de actor.
- b) Construcción del modelo cognitivo. Con la estandarización de conceptos se llevan preparados materiales que incluyen hojas de papel bond, post-its con los conceptos de cada tipo codificados con un color y plumones. Cada facilitador explica la dinámica a los participantes y se selecciona un concepto y van encontrándose conceptos relacionado y poco a poco se van discutiendo las relaciones causales.

Una relación causal se refiere a un concepto que influencia directamente a otro esto es que lo aumenta o lo disminuye. Esto quiere decir que las variables están relacionadas positiva o negativamente. Entre los conceptos de asignando una dirección (flecha) y se identifica el efecto positivo en caso de que la relación haga que el elemento afectado incremente, negativo en caso de que el elemento afectado disminuya. En cualquiera de los casos los

participantes discuten el nivel de afectación en una escala de tres magnitudes bajo, medio alto de la siguiente manera (-, --, --- o +, ++, +++). Los facilitadores ayudan a los participantes a entender si las relaciones son positivas o negativas.

Se proporcionan 5 tarjetas extra para que, en caso de considerar que hay alguno o algunos importantes para el sistema que no fueron considerados. Se incluyan en el modelo.

- c) Ponderación de los mapas cognitivos. Al final del ejercicio los facilitadores proporcionan a los participantes tres calcomanías con valor de un punto cada una, y cada participante selecciona las palabras más relevantes pudiendo repartirlas en los conceptos que cree más importantes. El resultado es un mapa cognitivo ponderado.

Esta aproximación para la realización de los talleres para la construcción de modelos cognitivos se adaptó a partir de las recomendaciones de (Gray et al., y Arroyo-Lambaer et al., 2021)

Análisis de los mapas cognitivos

A partir de los modelos cognitivos de generaron matrices de interacción usando el software Mental Modeler (Gray et al., 2013) and la Plataforma de software open source Cytoscape v3.7.1 (Shannon et al., 2003; Arroyo-Lambaer et al., 2021)

Los modelos cognitivos se analizaron y compararon con base en sus características de red.

Las métricas de estructura de red fueron: 1) número de conceptos (nodos), 2) tipo de nodo (motriz, receptor, ordinario), 3) número total de conexiones, 4) conexiones por nodo determinadas como el número de conexiones divididas por el número de nodos, 5) densidad. número de conexiones por el número máximo de conexiones posibles (Hage and Harary, 1983; Özesmi and Özesmi, 2004) y 6) complejidad, razón entre nodos receptores y nodos motrices (Özesmi and Özesmi, 2004; Gray et al., 2014; Arroyo et al, 2021).

Las medidas de centralidad. Se utilizaron dos medidas de centralidad (conectividad) para encontrar nodos altamente conectados que son los directamente unidos a muchos nodos (conceptos en mapas cognitivos) (Sharma and Surolia, 2013). Es la medida más simple de conectividad de los nodos.

La centralidad de intermediación muestra cuales nodos actúan como puente entre nodos de una red y se usa para encontrar los nodos que indirectamente conectan muchos nodos de la red y tienen gran influencia en el flujo de información del modelo cognitivo (Freeman, 1979;

Raghavan Unnithan et al., 2014). Varios estudios de sistemas complejos, sustentabilidad y sistemas socio-ecológicos emplean estas dos medidas (Lü et al., 2016; Horcea-Milcu et al., 2020). Como tercera medida se usó la ponderación de los conceptos por los participantes de los talleres. Estas medidas se usaron como medidas complementarias para identificar los principales aspectos del modelo de ciclo socio-natural que son prioritarios para los diferentes actores.

Las redes asociadas con los modelos cognitivos agregados se arreglaron jerárquicamente para ayudar a visualizar el flujo de información de la base a los nodos de la punta.

Se agregaron los mapas cognitivos de la siguiente manera

- 1) CM individual+ CM individuales del mismo tipo

Se compararon los modelos de los diferentes grupos focales

- 2) CM tipo1 vs CM tipo 2 vs CM tipo N

Para unir las redes matemáticamente se usó la función media aritmética para agregar las matrices de adyacencia mismo tipo (Aminpour et al., 2020).

Socialización del proceso y los mapas cognitivos

Generamos presentaciones y posters para socializar los resultados de los modelos con los participantes para discutirlos, este proceso lo realizamos con algunos de los grupos que participaron en los talleres pues, a pesar de que pudimos realizar trabajo de campo, la situación sanitaria hizo que las reuniones tuvieran que planearse con mucha antelación. Sin embargo, validamos resultados de los mapas en la cuenca media, baja, OSC y con los académicos y productores de la cuenca baja y tomadores de decisiones que participaron en el proceso.

5. Resultados

Como parte del proceso se realizaron 32 entrevistas para obtener los elementos del ciclo socio-natural del agua

15 entrevistas en la cuenca baja, 1 en la cuenca media y 16 en la cuenca alta

Los actores que participaron en la elaboración de modelos fueron usuarios domésticos, agricultores de temporal, agricultores con algún tipo de riego, acuacultores, ganaderos, perforadores de pozos, ganaderos, grupos auto-organizados, organizaciones de la sociedad civil, académicos, tomadores de decisiones locales, estatales y federales (Ver entregable 1.- Red de actores).

Como parte de las entrevistas se obtuvieron 59 elementos homogeneizados los cuales se usaron como base para la construcción de modelos en talleres- (Ver memoria de talleres de construcción de modelos cognitivos). En el curso de los talleres se agregaron varios conceptos más que los modeladores consideraron indispensables.

Se realizaron un total de 8 talleres presenciales y 3 talleres virtuales

Talleres presenciales

Cuenca Baja:

Jamapa 2 talleres: (usuarios y un grupo autoorganizado) 10 participantes

Cotaxtla 1 taller (Usuarios-Productores). 9 participantes

Cuenca media:

Atoyac 2 talleres (Productores) 34 participantes

Cuenca alta:

-Huatusco 1 taller (Productores) 17 participantes

Talleres presenciales de otros actores

-Coatepec 1 taller (Organizaciones de la Sociedad Civil) 6 participantes

-Córdoba 1 taller para toda la cuenca (Facilitadores del Programa Sembrando Vida) 21 participantes 1 modelo por zona de la cuenca

Talleres Virtuales vía Google Meet:

Jefes de departamentos de SEDEMA, Estado de Veracruz – 2 talleres 6 participantes

Académicos del Colegio de Postgraduados y Universidad Veracruzana – 1 taller 4 participantes.

En total se obtuvieron 14 modelos cognitivos de los usuarios del agua elaborados en los talleres de acuerdo con la metodología antes descrita. La tabla 1 muestra el número de modelos obtenidos en los talleres.

Tabla 1. Numero de modelos obtenidos en los talleres

Lugar	Ganaderos	Agricultores	Grupo auto-organizado	Usuarios domésticos
Jamapa	1	1	1	1
Cotaxtla	1	1		
Atoyac		6		
Huatusco		2		

Adicionalmente se obtuvieron en talleres presenciales y virtuales

Un modelo de cuenca media y alta de Organizaciones de la Sociedad Civil

Un modelo de cuenca de Tomadores de decisiones

Un modelo de académicos

Tres modelos de facilitadores del programa gubernamental Sembrando vida: 1 para cada parte de la cuenca baja, media y alta.

Interpretación de los modelos:

Para visualizar los modelos éstos se arreglaron jerárquicamente.

El código de color corresponde a cómo los elementos se clasifican de acuerdo con sus conexiones:

Los *elementos* (cajas) se clasifican por color. Las cajas naranjas representan elementos que son reconocidos en el modelo como fuerzas motrices es decir como causas. Las cajas verdes son elementos que son afectados por las causas pero que también están conectados con otros elementos, las cajas moradas representan efectos finales, es decir que solo reciben el efecto de una fuerza motriz o un elemento ordinario, es decir un elemento que es afectado por otro.

El *tamaño* de las cajas corresponde al valor de *centralidad* obtenido del concepto, es decir, que, en los diagramas, las cajas más grandes son las que tienen mayor número de interacciones y están más conectadas en el sistema, son las que tienen más centralidad de intermediación.

Las conexiones entre elementos “cajas” tienen *diferente grosor y degradado* que indica la centralidad de intermediación y un degradado donde las líneas representan las interacciones más positivas, es decir las que generan incrementos.

4.1. Modelos cognitivos Cuenca Baja

En la siguiente sección, para el modelo de cuenca baja, se mostrarán paso a paso los modelos individuales de los diferentes grupos focales y el modelo agregado de usuarios, los modelos de otros actores y se analizarán las diferencias en las métricas de los modelos y la representatividad de las necesidades de los usuarios en los modelos.

En las siguientes dos partes de la cuenca (media y alta) se mostrarán solo el modelo simplificado de usuarios, el modelo simplificado de otros actores y el modelo de la zona, así como las métricas de centralidad y la ponderación por los participantes en la generación de modelos.

Para la cuenca baja se procesaron 5 modelos de “usuarios”: Agricultores de Jamapa, Agricultores de Cotaxtla, Ganaderos de Jamapa, Ganaderos de Cotaxtla, usuarios domésticos.

Adicionalmente se procesaron

1 modelo de grupo auto organizado Sembradores del Piñonal

1 modelo de facilitadores de Sembrando vida en la cuenca baja

Se muestran los modelos individuales de los diferentes tipos de usuarios. Con una muy breve descripción puesto que más tarde se agregaron los modelos de los usuarios y se compararon con los de los demás actores.

4.1.1. Modelos de USUARIOS:

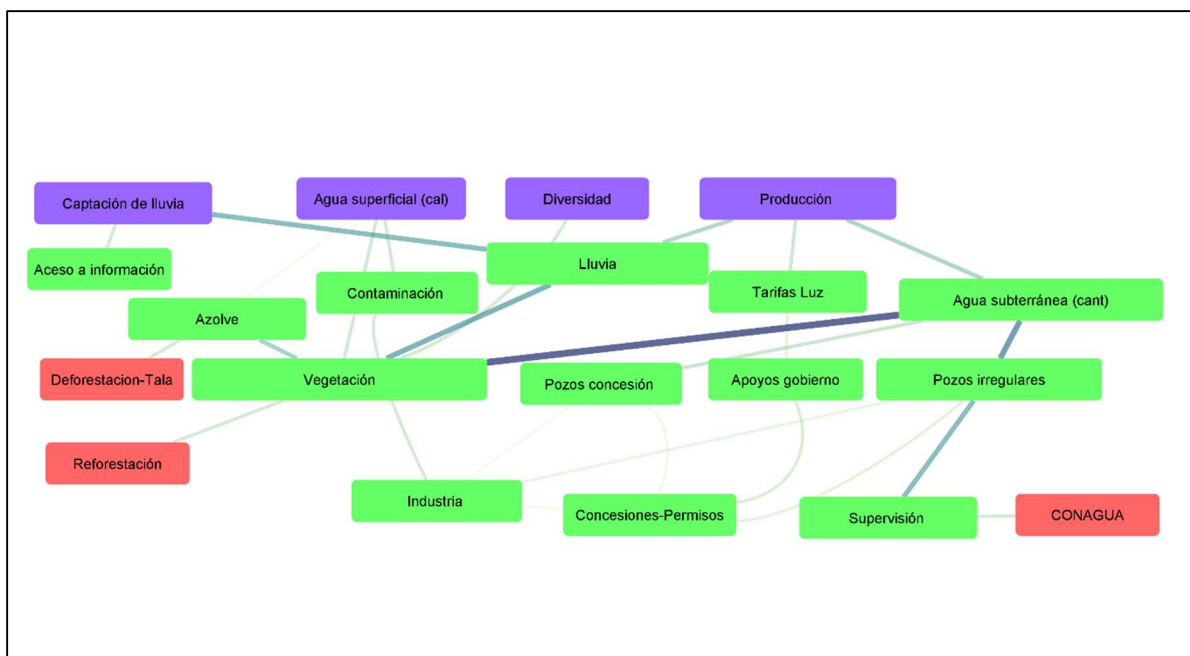


Figura 3. Modelo cognitivo Agricultores de Cotaxtla.

Los agricultores de Cotaxtla identifican a la producción como un aspecto central dependiente del acceso al agua, predominantemente de agua de pozos, sean pozos con concesión o pozos irregulares. Reconocen que la supervisión de CONAGUA juega un papel importante en la disponibilidad de concesiones. Y también reconocen que la industria tiene acceso a concesiones y está relacionada con la contaminación del agua superficial.

Por otra parte, en el modelo de los agricultores de Cotaxtla es muy claro el reconocimiento de la relevancia de la vegetación en la preservación del agua subterránea y la atracción de lluvia. También reconocen a la deforestación.

Se identifican como elementos receptores tres elementos ambientales entre ellos la calidad de agua y la diversidad y la Producción que es el concepto central. Se reconocen la deforestación como la principal fuerza motriz asociada con el azolve del río.

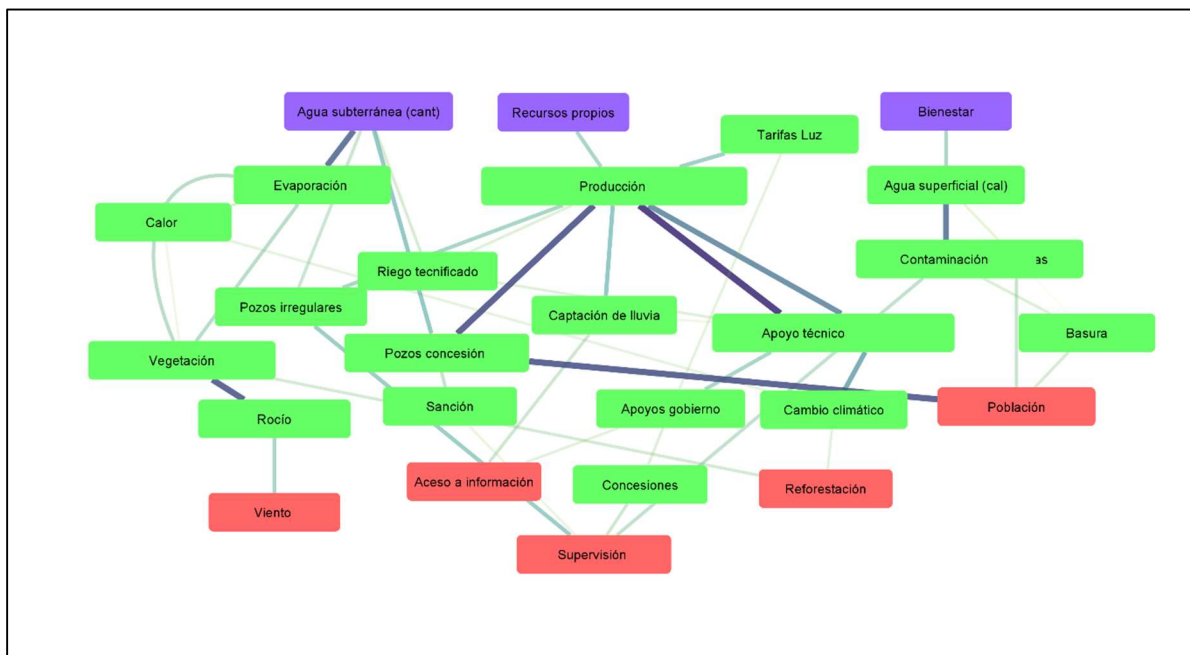


Figura 4. Modelo Cognitivo Ganaderos Cotaxtla

Los Ganaderos de Cotaxtla también identifican como elemento principal la producción que está fuertemente relacionada con varios aspectos del ciclo socio-natural que se relacionan directamente con la cantidad de agua superficial, la cual se ve reducida por los pozos con y sin concesión. Parte del problema de disponibilidad de agua subterránea lo relacionan con la pérdida de cobertura vegetal que impide que se identifiquen como al crecimiento poblacional como el principal agente causal de la reducción de la calidad de agua superficial a través del mal manejo de residuos, descargas en el agua superficial y reconocen como mecanismo fuerza motriz que puede contribuir a reducir la contaminación es la supervisión.



Figura 5. Modelo Ganaderos Jamapa

Los Ganaderos de Jamapa reconocen la producción como elemento central fuente de sus recursos y bienestar. Relacionan con los modos de producción con las prácticas locales las cuales incluyen el uso de agroquímicos y en algunos casos prácticas conflictivas de uso del agua como el bloqueo de arroyos

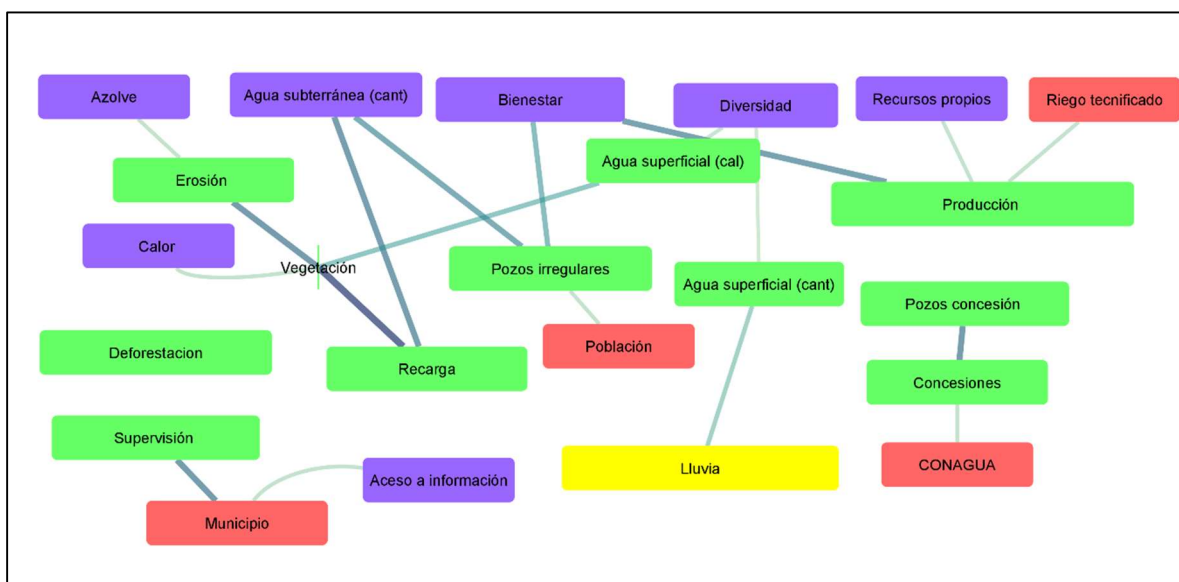


Figura 6. Modelo Agricultores Piñonal

Los agricultores del Piñonal reconocen como elemento central la producción y la disponibilidad de agua subterránea la relacionan con la gran cantidad de pozos irregulares

que hay en la zona se asocian con el incremento poblacional y se utilizan para la producción agrícola o riego de pastizales para la ganadería.

La calidad de agua la relacionan con la vegetación e identifican a la deforestación como la principal causa de la pérdida de vegetación.

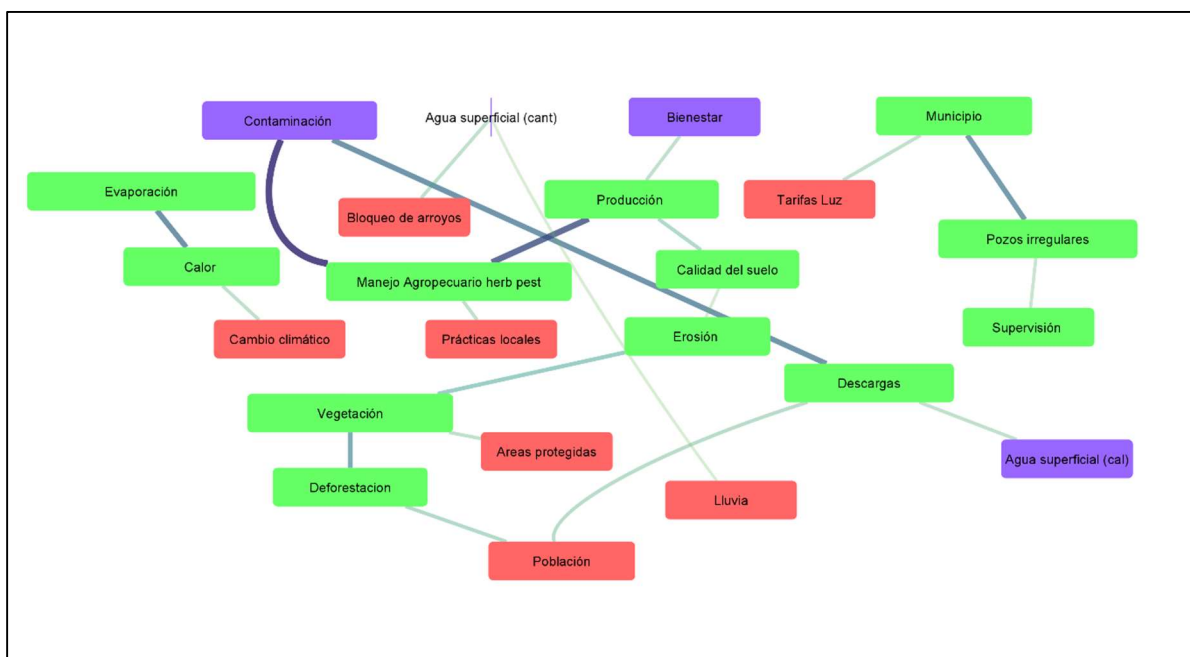


Figura 7. Modelo Usuarios domésticos Jamapa

Los usuarios domésticos de Jamapa identifican el Manejo agropecuario con pesticidas, la vegetación la producción y la contaminación como aspectos con mayor centralidad en el modelo y reconocen al municipio como principal autoridad relacionada con la gestión del agua en la cabecera municipal. La calidad de agua es el principal receptor de la población como generador de descargas así como el bienestar asociado con la producción.

4.1.2 Modelo Agregado de Usuarios

Los modelos de los usuarios se agregaron en un solo modelo (Figura 13).

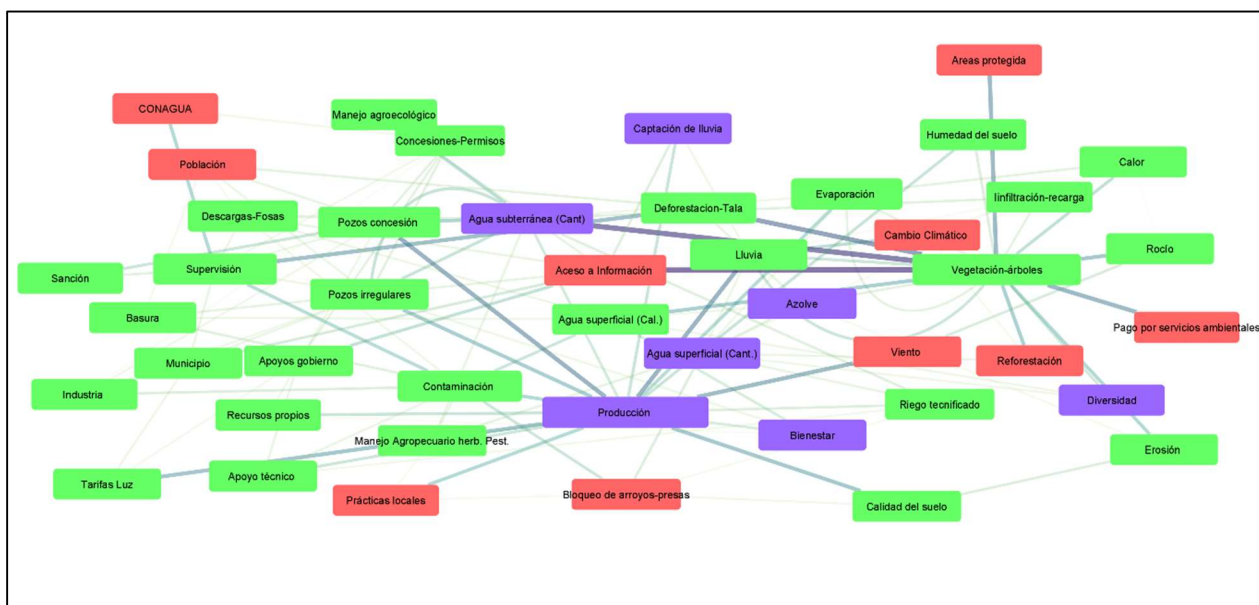


Figura 8. Modelo Agregado de los usuarios del agua.

El modelo agregado de los usuarios del agua de la cuenca baja del río Jamapa incluye la percepción de 19 usuarios del agua incluyendo Agricultores, Ganaderos y Usuarios domésticos. En el modelo las líneas de colores más oscuras representan las conexiones con mayor centralidad.

Los elementos centrales de acuerdo con las métricas del modelo son:

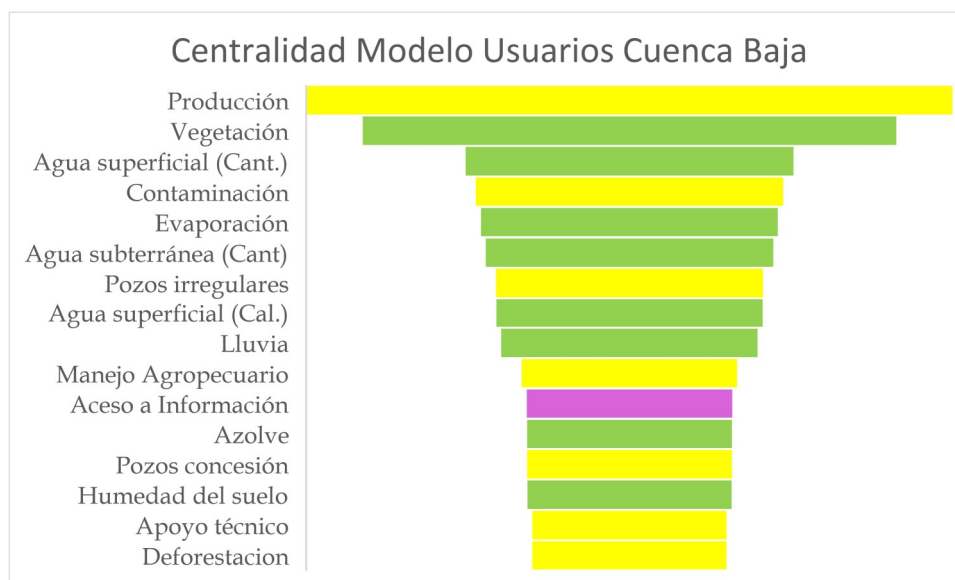


Figura 9. Muestra la Centralidad de los conceptos en el modelo agregado de usuarios del agua. Los conceptos en amarillo son los relacionados con las actividades, humanas; los verdes con los elementos naturales y los rosados son aspectos relacionados con la administración y gestión del agua.

La Producción representa el elemento central para los usuarios de la cuenca baja del río Jamapa en los municipios de Jamapa y de Cotaxtla que son las partes mas bajas de ambas subcuencas: Jamapa y Cotaxtla. Los productores se abastecen para la producción de pozos irregulares y de pozos municipales para el abastecimiento de agua de uso doméstico en las comunidades.

La producción es principalmente con manejo agropecuario con herbicidas y pesticidas y dependen en gran parte del acceso al agua. Durante las entrevistas y en el modelo se reconoció que el uso del agua es mejorable y que existen prácticas poco eficientes y que ocasionan conflictos como el bloqueo de arroyos para el riego de pastizales por inundación.

La pérdida de vegetación es provocada por el incremento poblacional que incrementa la deforestación, asociada con la producción ganadera o agrícola o por falta de educación o acceso a la información. El modelo muestra la relación de la pérdida de vegetación con la cantidad de agua y calidad de agua subterránea.

La cantidad de agua subterránea esta fuertemente relacionada con el acceso desmedido a aguas del subsuelo con o sin concesión y por efecto de la pérdida de vegetación que afecta la recarga de los acuíferos. Los usuarios reconocen que la supervisión y la sanción son mecanismos que pueden contribuir a incrementar la disponibilidad de agua subterránea y que es necesario encontrar maneras más eficientes de utilizar el agua y mecanismos para acceder a ella legalmente.

El acceso mediante permiso o concesión de agua conlleva al acceso a programas de apoyo para tarifas o incentivos a la tecnificación, pero hay un limitado acceso a la información. Hay una percepción de que solo la industria puede acceder fácilmente a dichos permisos por el poder económico.

En término acceso a la información en el modelo incluye el acceso a la información pública y el acceso a información técnica accesible sobre alternativas técnicas y tecnológicas para la producción, tecnificación, captación, prácticas alternativas.

Con respecto al acceso a la información pública varios participantes en la elaboración del modelo, mencionaron haber realizado trámites ante CONAGUA para solicitar concesión y mencionaron falta de acceso a información sobre polígonos de áreas en veda para la perforación de pozos o mapas que muestren la cercanía de pozos concesionados. Otros participantes que cuentan con concesión identificaron la contratación de gestores para obtener sus concesiones.

El acceso a información también lo relacionan con conocimiento de requisitos y rutas de acceso a programas de incentivos o apoyos gubernamentales para conocer practicas productivas diferentes. Reconocen que cada vez es mas escasa el agua y es necesario poner en práctica otras maneras más eficientes de usarla.

4.1.2. Ponderación de elementos por los usuarios

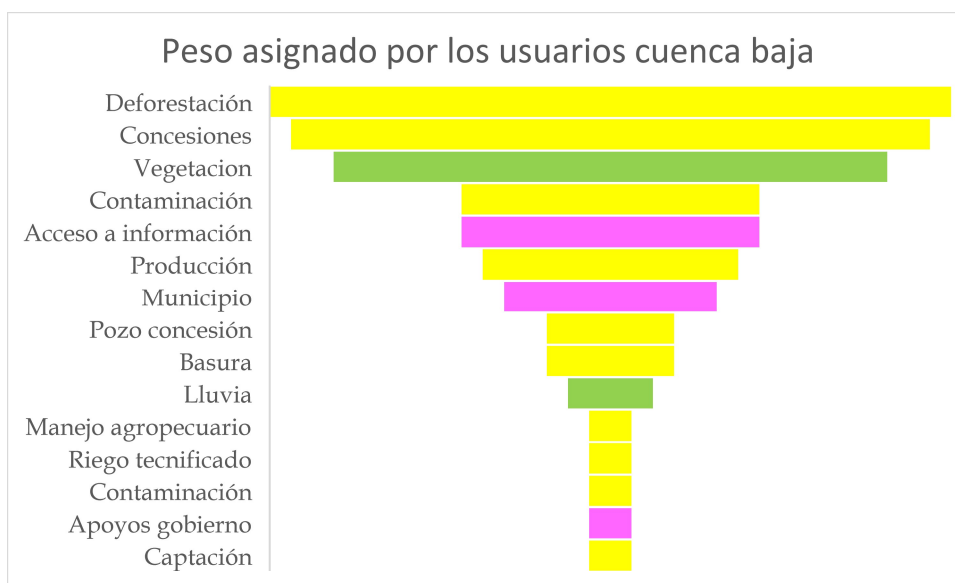


Figura 10. Peso asignado a los elementos del modelo por los usuarios de la cuenca baja.

El modelo agregado de los usuarios del agua reconoció 5 de los 16 elementos identificados en el modelo como los de mayor centralidad y tres más relacionados con 4 elementos directamente. Por ejemplo, el modelo identifico deforestación y vegetación; y los usuarios identificaron reforestación como un elemento de gestión con peso para ellos. Es decir 9/16 elementos representando el modelo en 56% las necesidades de los usuarios.

4.1.3. Modelos otros Actores

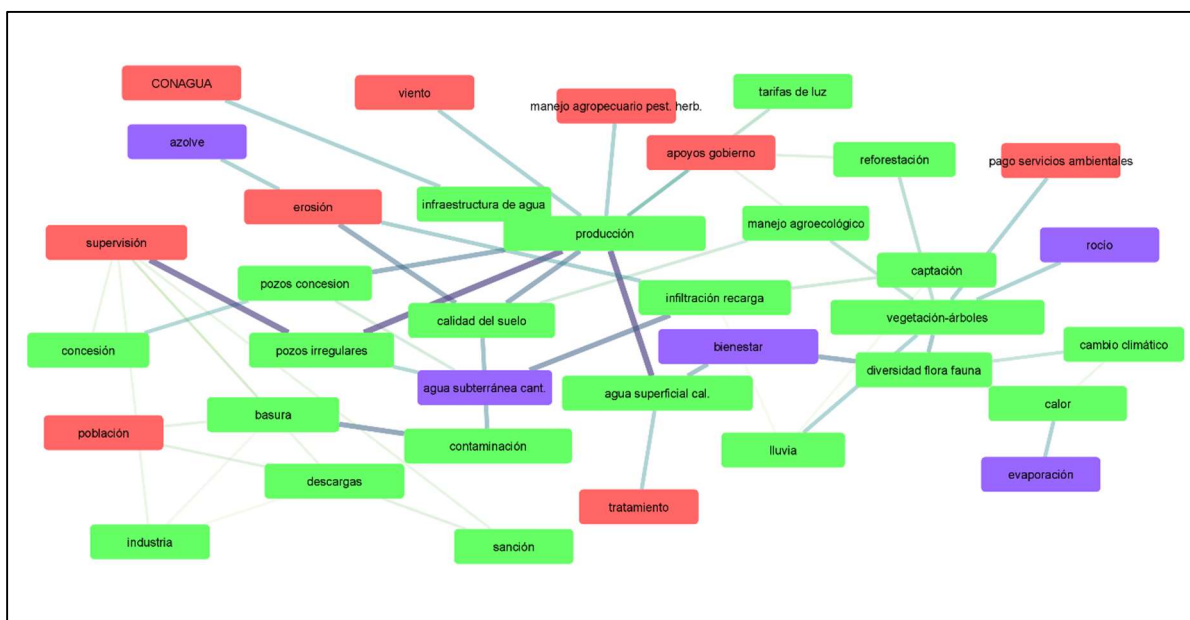


Figura 11. Modelo de facilitadores del programa Sembrando Vida. Cuenca Baja.

Los facilitadores del programa sembrando vida que atienden 3 municipios de la cuenca baja del Río Jamapa reconocen la producción la vegetación, lo pozos irregulares y regulares como aspectos centrales en la cuenca baja, encuentran que los principales agentes causales relacionados con la producción son el acceso a agua mediante concesiones o pozos irregulares. El uso del agua de ambos reduce la disponibilidad de agua subterránea, por lo cual se considera la posibilidad de adecuar las prácticas productivas, para mantener o incrementar la producción con un uso más eficiente del agua para garantizar el acceso de más personas al agua.

Por otra parte, reconocen el mantenimiento de la cobertura vegetal y los árboles como aspecto central para el ciclo natural del agua y la preservación de la diversidad biológica.

La preservación de la calidad de suelo también es un factor importante que se puede lograr a través del manejo agroecológico de los cultivos.

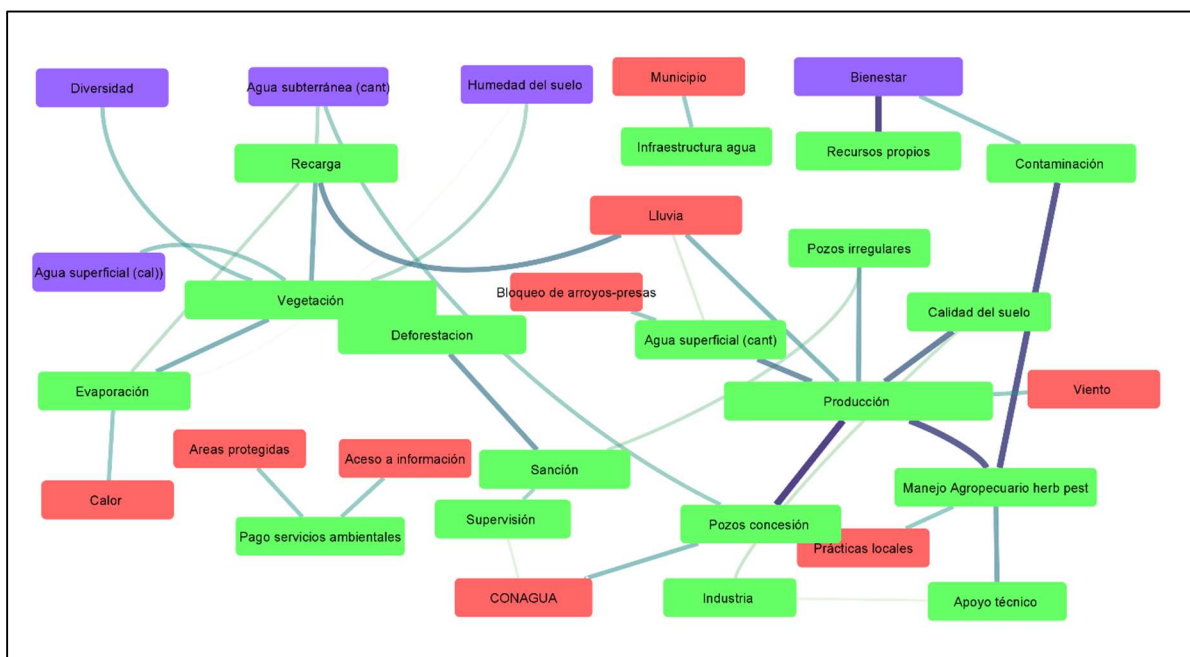


Figura 12. Modelo Grupo Autoorganizado en Jamapa dedicado a actividades de conservación.

Para el grupo Sembradores del Piñonal quienes participaron en la construcción de un modelo. Reconocieron que en la parte baja de la cuenca, en el municipio de Jamapa la producción es el aspecto central. También reconocieron que asociado con la producción el manejo agropecuario basado en prácticas locales extendidas que incluyen el uso de herbicidas y pesticidas. Esta práctica junto con la práctica de bloqueo de arroyos para la inundación de pastizales para ganadería son las principales causas de la contaminación de aguas superficiales que está relacionada con el bienestar de la población.

Reconocen a CONAGUA como un actor relacionado con la sanción y con la asignación de permisos, aunque de los participantes, ninguno cuenta con concesión y ellos reconocen que la industria (en la zona, principalmente cultivos de caña y granjas de pollos cuentan concesión).

4.2 Cuenca Media

En la cuenca media se procesaron 5 modelos de agricultores, un modelo de organizaciones de la sociedad civil y un modelo de académicos.

4.2.1 Modelo de usuarios

El modelo agrupado de usuarios del agua se muestra en la figura.

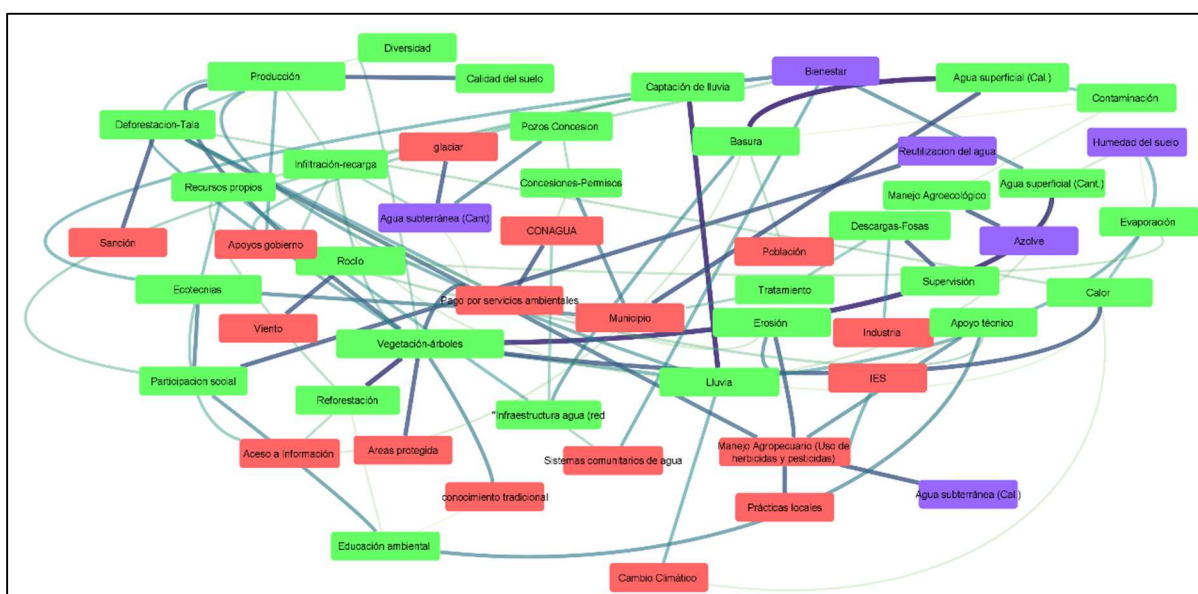


Figura 13. Diagrama del modelo agrupado de usuarios de la cuenca media (Municipio de Atoyac).

De acuerdo con el modelo, los principales conceptos de gestión para la cuenca media son la producción, la calidad de agua superficial que es la base del bienestar de los pobladores. Entre las fuerzas motrices relacionadas con la producción están las prácticas locales y los saberes tradicionales. Se reconoce al acceso a la información como un tema central para el acceso a apoyos gubernamentales, para mejorar la producción, reducir la contaminación e incrementar la captación de agua. Se reconoce a la diversidad biológica y la calidad del agua como base del bienestar de las personas.

La parte media de la cuenca es muy diversa. Desde los usuarios hay la apreciación, sobre todo en las zonas más altas que son las partes bajas las que cuentan con infraestructura y acceso al agua, mientras que a las partes altas de la zona se les pide conserven la vegetación. Sin embargo, en estas zonas, el agua está poco disponible y sólo en algunos casos los municipios cuentan con infraestructura de agua para la población.

Durante el trabajo de campo pudimos observar los contrastes entre localidades con cultura de captación y de otras que cuentan con infraestructura de agua para la localidad y que tienen menos cultura de captación de agua.

De manera general el acceso a la información técnica y pública fue un asunto central para los participantes, quienes mencionaron que apenas hace seis meses son más comunidades de la parte media de la cuenca que cuentan con acceso a internet y que cada vez más se consultan materiales audiovisuales para asuntos relacionados con la producción. Sin embargo, las Prácticas locales, y en raras ocasiones los conocimientos tradicionales son la base del manejo agrícola que se da en las partes medias de la cuenca que participaron en el proceso (comunidades de Manzanillo y Caballo Blanco en el municipio de Atoyac).

4.2.2. Ponderación de elementos por usuarios.

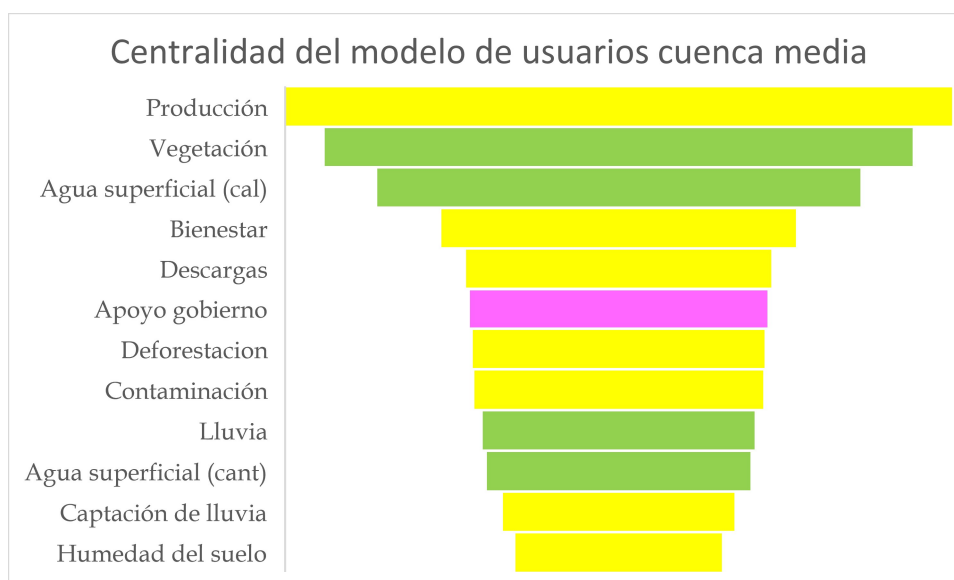


Figura 14. Centralidad del modelo agregado de usuarios.

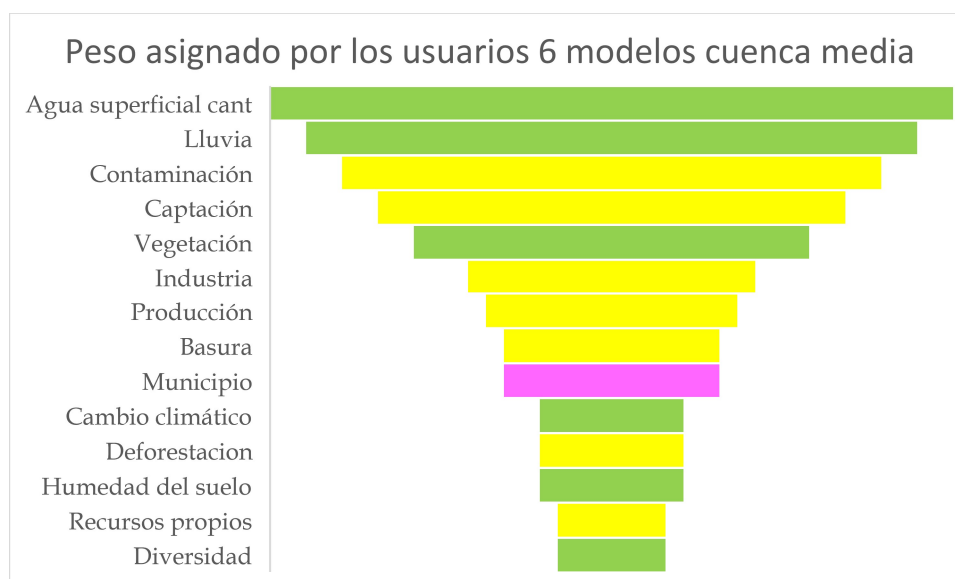


Figura 15. Pesos asignados por los participantes de los talleres a los elementos

La jerarquización de los elementos de acuerdo con el indicador de centralidad del modelo incluye a 8 elementos identificados por los usuarios y 2 más que están directamente relacionados con la calidad de agua superficial que clasifica el modelo como elemento con alta centralidad (la industria percibida como la principal causa de reducción en la calidad de agua, sobre todo en estiaje y la basura). En total 10 de 12 elementos asociados con los elementos centrales del modelo. Esto es un 83% de representatividad de la jerarquía de prioridades de atención de los usuarios que participaren en el proceso en la cuenca media del río Jamapa.

4.2.3 Modelo de otros actores

La figura 16 muestra el modelo de las organizaciones de la sociedad civil. En este modelo se identifica la deforestación como elemento principal a atender en la parte alta y media de la cuenca del río Jamapa seguida del fortalecimiento a las áreas protegidas. La producción y un conjunto de acciones para transitar hacia un manejo agroecológico, acceso a infraestructura de agua y acceso a información.

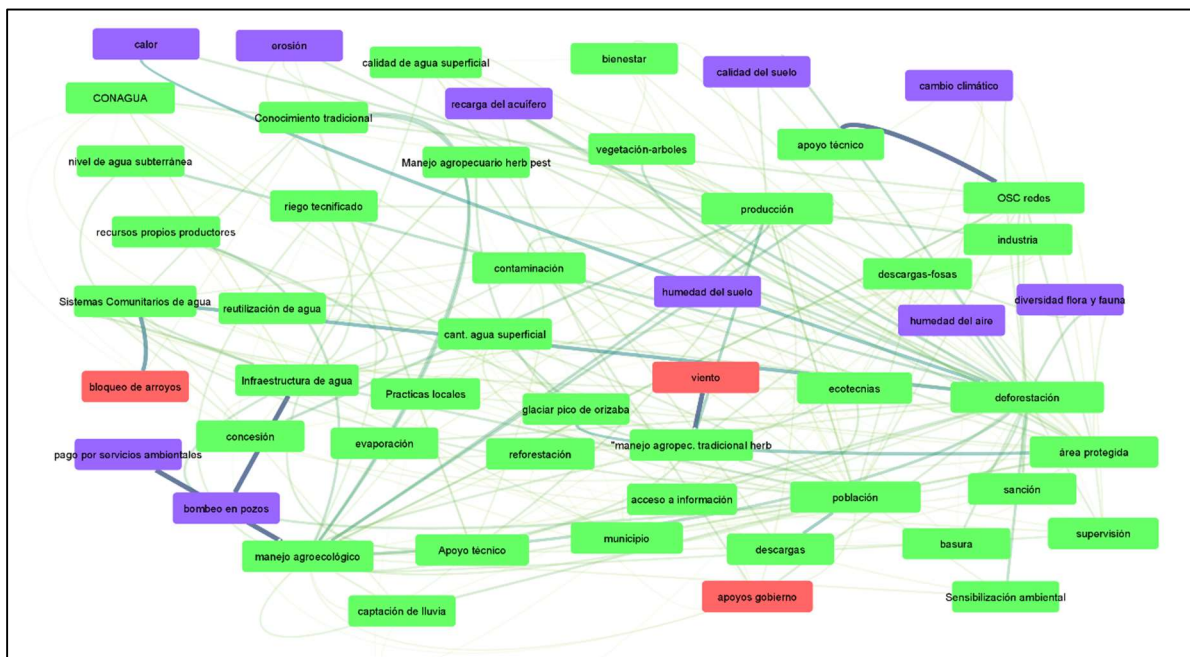


Figura 16. Modelo de las OSC Cuenca Media-Alta

Esto puede observarse en los indicadores de centralidad obtenidos del modelo que se muestran en la figura 17

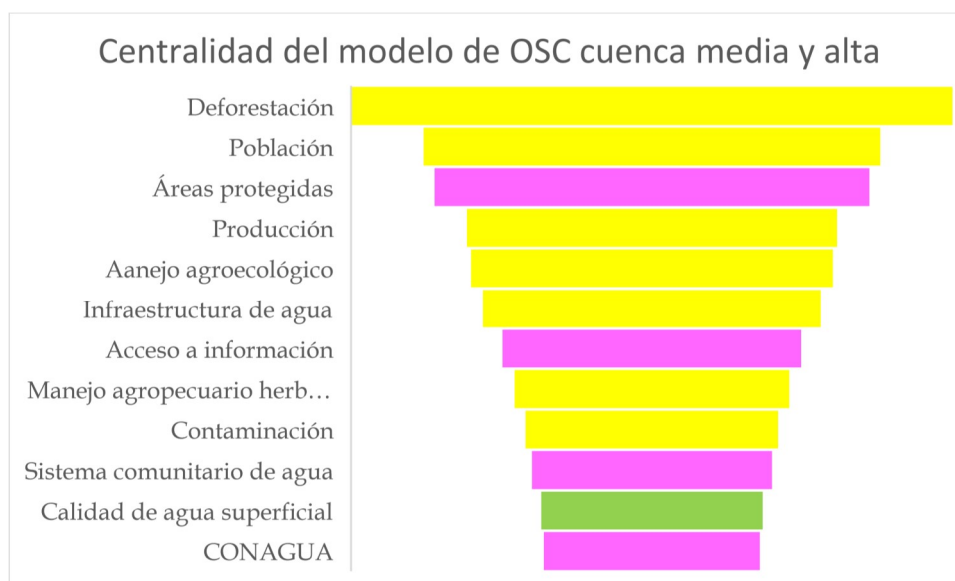


Figura 17. Centralidad de los principales elementos del modelo de OSC

A las OSC se les pidió enfocar su análisis en la relación de los elementos administrativos y los elementos de las actividades humanas. Las organizaciones de la Sociedad Civil son reconocidas por las autoridades como un puente entre éstas y los usuarios del agua por lo tanto, el modelo de las asociaciones civiles para la cuenca alta y media nos ayuda a identificar

El papel de los actores y acciones administrativas relacionadas con las actividades humanas.

Las OSC coincidieron en 6 elementos reconocidos por los usuarios del agua en las cuencas alta y media y un elemento más que estaba directamente relacionado con la deforestación que fue reconocido por los usuarios.

Las OSC reconocieron la Deforestación como un problema central en la cuenca alta y media. Destacaron el papel del área protegida del Pico de Orizaba en la preservación de los servicios ambientales hídricos en la cuenca del Río Jamapa y reconocieron la importancia del acceso a la información, tanto pública como técnica accesible, para la adecuación de prácticas de manejo. Asimismo reconocieron el papel de las OSC como puente para el fortalecimiento organizativo y la difusión, asesoría en el manejo agroecológico de la producción, la difusión de ecotecnias y la sensibilización ambiental.

4.3 Cuenca Alta

Se procesaron 3 modelos cognitivos de usuarios del agua, principalmente agricultores.

4.3.1. Modelo agregado usuarios del agua en la cuenca alta

El modelo agregado de los participantes en el taller de Huatusco se muestra en la siguiente figura.

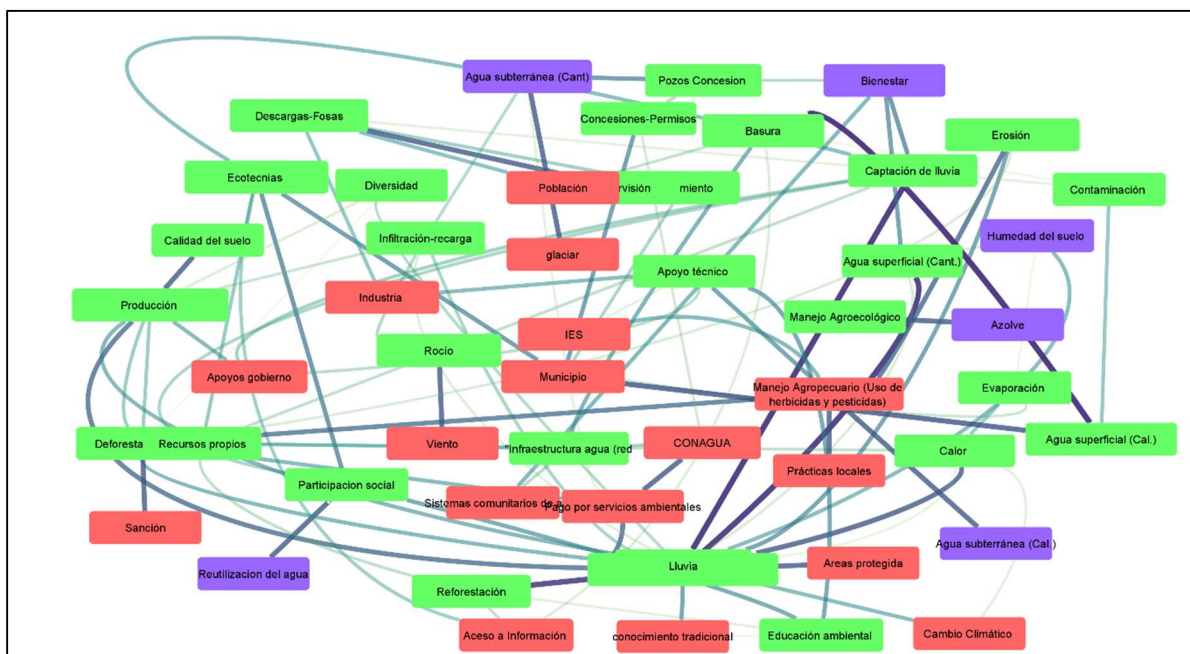


Figura 18. Modelo agregado de los usuarios del agua de la Cuenca alta Completo.

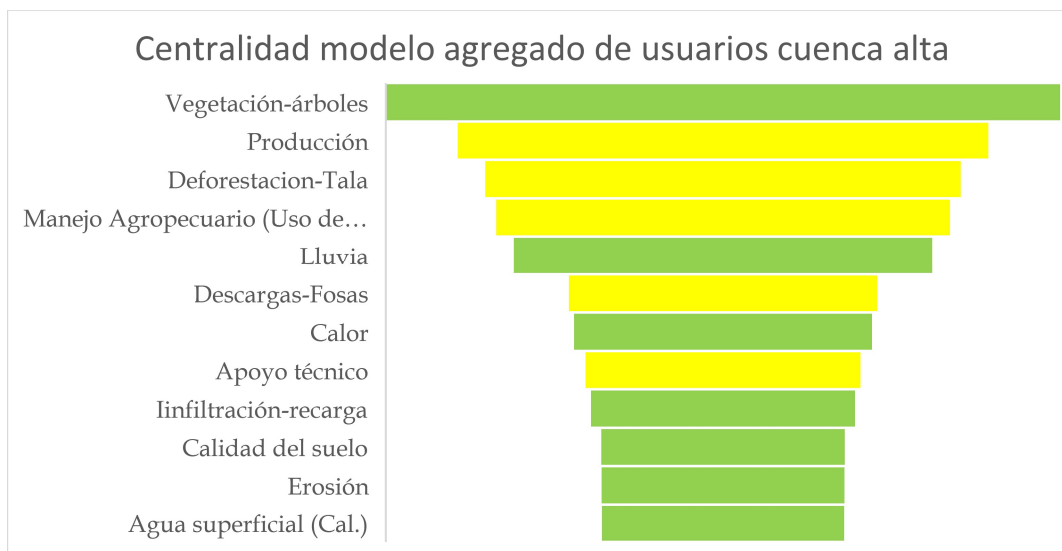


Figura 19. Elementos del modelo jerarquizados por su valor de centralidad. Cuenca Alta.

El modelo agregado de los usuarios en la cuenca alta reconoce, al igual que el jerarquizado por los usuarios a la vegetación como elemento principal del ciclo socio-natural, así como la producción y manejo agropecuario tradicional con herbicidas y pesticidas. El modelo reconoce el papel central de la lluvia tanto en la producción como en la vida de las personas y reconoce a las descargas como una fuente de contaminación, la cual es reconocida en los elementos ponderados por los usuarios al igual que las descargas. Los usuarios reconocieron un actor y un aspecto administrativo asociado con la dotación de agua y con la preservación de la vegetación respectivamente.

4.3.2. Ponderación de elementos por usuarios

La figura 20 muestra los elementos del modelo ponderados por los usuarios en los modelos elaborados en el taller de la cuenca alta.

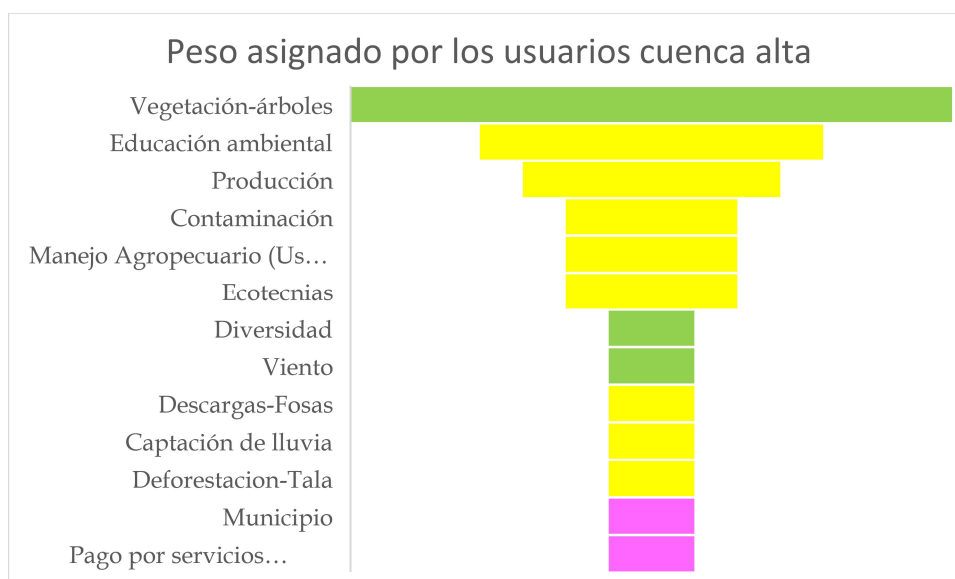


Figura 20. Peso asignado a los elementos en los modelos de usuarios en la cuenca alta.

En la cuenca alta se realizaron tres modelos. Los conceptos seleccionados por los usuarios se acomodaron de acuerdo con el peso asignado. Seis conceptos seleccionados por los usuarios se encuentran jerarquizados como de mayor centralidad en los modelos, dos conceptos adicionales seleccionados por los usuarios están directamente relacionados con los de mayor centralidad en el modelo estos son (captación de lluvia, está directamente relacionada con la lluvia) y Descargas-fosas que está directamente relacionado con agua superficial calidad)

Por lo cual hay una representatividad de las jerarquías de prioridades de gestión del agua de los usuarios del 66%.

4.3.3. Modelos de otros actores

El modelo de los facilitadores de sembrando vida

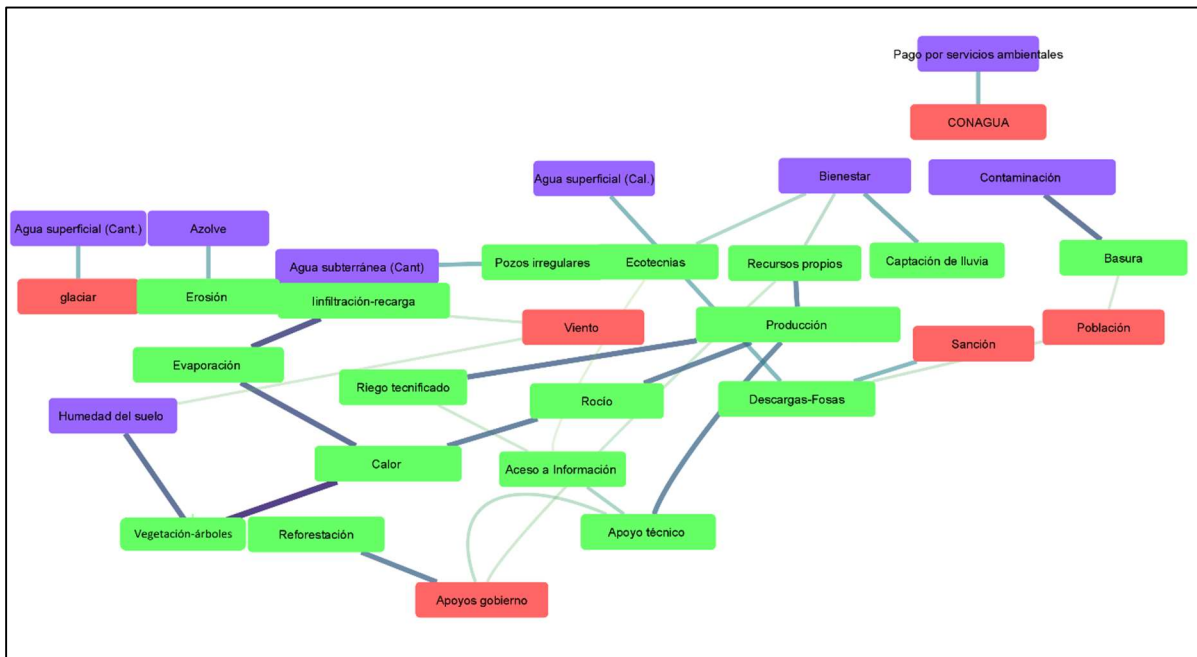
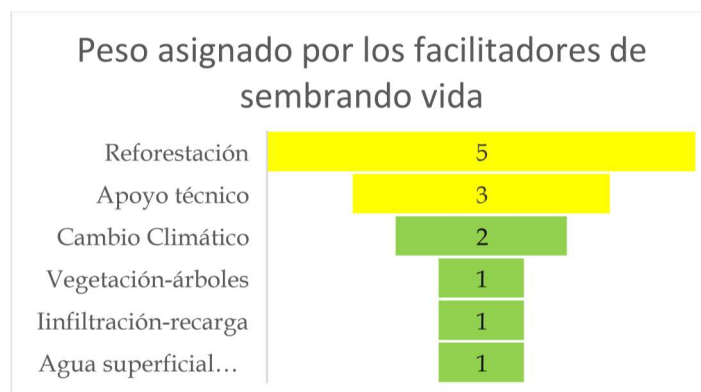


Figura 21. Modelo de los facilitadores de sembrando vida. Cuenca Alta.



4.4. Modelos a escala de Cuenca

Se generaron dos modelos a escala de cuenca. Uno correspondiente a los tomadores de decisiones y otro correspondiente a los académicos.

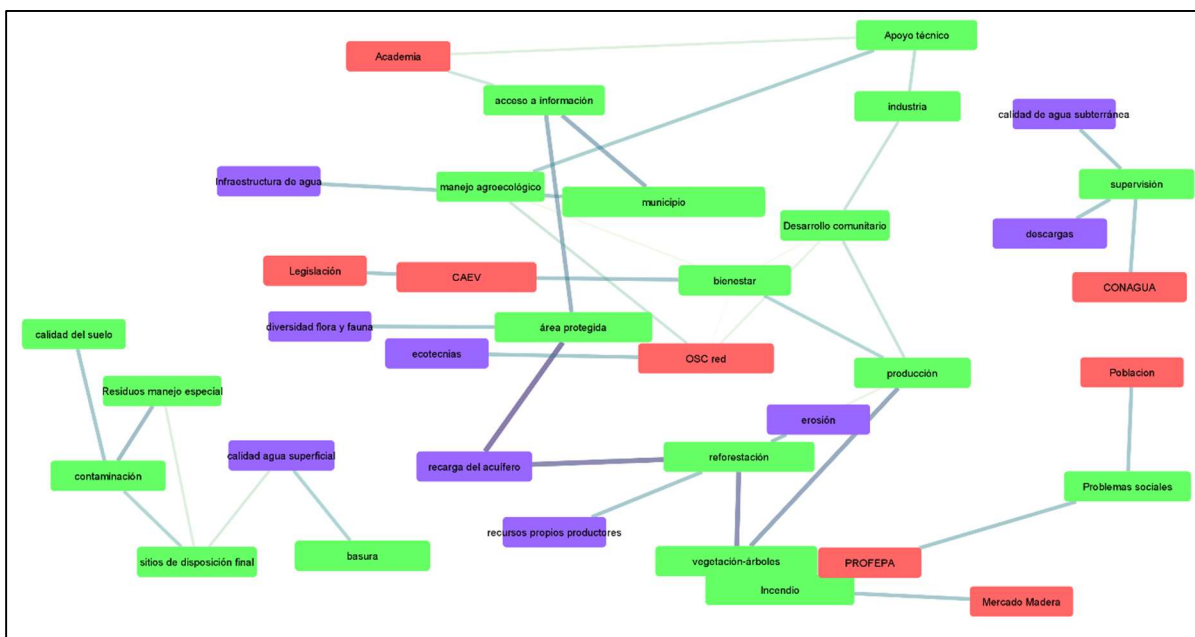


Figura 24. Tomadores de decisiones estatales, cuenca media y cuenca baja.

En el modelo de los tomadores de decisiones estatales y locales se reconoce la clara división de poderes, pues identifican los mecanismos correspondientes a las autoridades federales, pero desconectados del modelo central que es el que está en ámbito de sus responsabilidades jurídicas. De acuerdo con este modelo el quehacer de CONAGUA no se conectó con el modelo central.

Estos actores aportaron más nuevos elementos sobre mecanismos administrativos. Se observa también una centralidad similar para muchos aspectos de gestión con un poco mayor de prioridad hacia el municipio.

5. Pautas basadas en las prioridades de gestión de los usuarios del agua para el desarrollo de la propuesta de proyecto nacional de investigación e incidencia APAN.

Con base en los resultados de los modelos se determinó que los principales componentes de la propuesta de proyecto nacional de investigación e incidencia para la cuenca del río Jamapa se centrara en los siguientes problemas de gestión del agua_

Cuenca Alta: acceso al agua para uso doméstico, calidad del agua.

Cuenca Media: Producción, acceso al agua para uso doméstico y para la producción, calidad de agua, adecuación de prácticas de manejo de la producción.

Cuenca Baja: Mantener la producción y fomentar la autorregulación del consumo de agua

En toda la cuenca se buscará:

- Incrementar la participación de los usuarios del agua en procesos de discusión de problemas locales de gestión del agua.
- Fortalecer a las redes de actores instaurando comunidades de aprendizaje multiactor.
- Dar acceso a la información pública y específica accesible, sobre todo información técnica, tecnológica centrada en aspectos de uso de agua, relación agua-producción, prácticas de producción, organización, sostenibilidad.
- Transitar hacia procesos de cogeneración de escenarios, planes conjuntos y propuestas específicas de política pública a diferentes escalas

5.1 Algunas reflexiones sobre el proceso de modelado con usuarios y actores

El trabajo realizado durante los 4 meses del desarrollo de la propuesta permitió establecer una red de colaboración entre organizaciones, usuarios, autoridades y aliados estratégicos para la ejecución el desarrollo de la propuesta.

Para incorporar a los usuarios en el desarrollo de la propuesta utilizamos la aproximación conceptual y metodológica que usaremos en el desarrollo del proyecto nacional de investigación e incidencia desde esta etapa de desarrollo de la propuesta semilla, puesto que nuestro objetivo es fortalecer a los usuarios del agua que habitualmente son excluidos de los procesos de discusión, negociación y toma de decisiones.

Pretendemos escalar la participación de los 120 usuarios, actores y tomadores de decisiones que participaron en esta fase de la propuesta a más de 5000 usuarios en la cuenca del río Jamapa que cuenten con capacidades de comunicación, organización, modelación, discusión, negociación, autorregulación y que pertenezcan a distintas comunidades y redes de aprendizaje colaborativo. Estos procesos a diferentes escalas serán acompañados por una plataforma digital que cuente con acceso a información pública e información accesible y útil para los usuarios del agua y un conjunto de herramientas que se irán desarrollando en las diferentes etapas de la propuesta y que sirvan a los usuarios y actores para hacer modelos, individuales y colaborativos, para generar información de contexto que pueda visualizarse en la plataforma y para crear redes a diferentes escalas con otras comunidades de aprendizaje.

Se determinó que en la muestra de usuarios y actores con la que trabajamos en el desarrollo de la propuesta y actores hubo, en todos los modelos una correspondencia de más del 50% entre los aspectos centrales de los modelos identificados con las métricas de centralidad y las identificadas por los usuarios en sus modelos.

El número total de participantes en el proceso, tanto de identificación de elementos, como de modelación fueron *.*. En el proceso de desarrollo de la propuesta los integrantes del equipo de investigación e incidencia facilitaron los procesos de modelación. Sin embargo se considera el diseño de herramientas de modelado centradas en los usuarios, lo cual contribuirá a facilitar y expandir su uso. En el uso continuado de esta aproximación se espera reducir errores relacionados con la correcta identificación de las relaciones causales y reducir el error de los modelos por el incremento en la participación.

Uno de los aspectos más importantes del proceso es que el método permite “traducir² el conocimiento de cualquier tipo en este modelo cuantitativo “suave” lo cual permite entender las diferentes percepciones de los distintos usuarios sobre los aspectos del ciclo socio-natural.

Cabe destacar que en la primera etapa del proyecto nacional de investigación e incidencia se utilizará esta aproximación para resolver preguntas específicas de gestión del agua en cada comunidad de aprendizaje. Los descubrimientos, consensos y la generación de conocimiento se compartirá en redes de aprendizaje multi actor. Buscamos que los usuarios se incorporen a estas comunidades de aprendizaje que son más dinámicas y que fortalecer a los usuarios en sus territorios.

Como una de las participantes del proceso comentó. “Las redes sirven para que nosotros caminemos nuestro camino y nos acompañemos de otros cuando algo nos afecta a todos”.

El proceso de aprendizaje social es iterativo y va generando

REFERENCIAS

Armitage, D., Marschke, M., & Plummer, R. (2008). Adaptive co-management and the paradox of learning. *Global Environmental Change*, 18(1), 86–98. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2007.07.002>.

Reed, M. S., Evely, A. C., Cundill, G., Fazey, I., Glass, J., Laing, A., ... Stringer, L. C. (2010). What is social learning. *Ecology and Society*, 15(4), 1–10.

(Hahn et al., 2006;

Lebel, L., Grothmann, T., Siebenhuner, B., 2010. The role of social learning in adaptiveness: insights from water management. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics* 10, 333e353.

[31] V.H. Dale, S. Brown, R.A. Haeuber, N.T. Hobbs, N. Huntly, R.J. Naiman, W.E. Riebsame, M.G. Turner, T.J. Valone, *Ecological Principles and Guidelines for Managing the Use of Land, Ecological Applications* 10 (2000) 639–670.

Jones et al. 2016

3887 Fraternali, P; Castelletti, A; Soncini-Sessa, R, Vaca Ruiz, C; Rizzoli, A.E. (2012). Putting humans in the loop: Social computing for Water Resources Management. *Environmental Modelling & Software* 37: 68-77.

A. Vionov and F. Bosquet 2010. Modeling with stakeholders. *Environmental Modelling & Software* 25,1268-1281.

Zellner y Campbell, 2015

Aminpour, P., Gray, S.A., Jetter, A.J. et al. Wisdom of stakeholder crowds in complex social-ecological systems. *Nat Sustain* 3, 191–199 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0467-z>

C. Folke, J. Colding, F. Berkes, *Synthesis: building resilience and adaptive capacity in social-ecological systems*, in: F. Berkes, C. Folke, J. Colding (Eds.), *Navigating Social-Ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change*, Cambridge University Press, Cambridge, 2003, pp. 352–387.

C. Pahl-Wostl, *Transitions towards adaptive management of water facing climate and global change*, *Water Resources Management* 21 (2007) 49–62.

C., Simon, C. and M. Etienne, 2010. Modelling for stakeholders: a companion modelling approach applied to forest management planning with the Société Civile des Terres du Larzac. *Environmental Modelling & Software* 25 (11), 1371-1384.

Cohen, Don and Prusak, Lawrence. *In good company: how social capital makes organizations work*. Harvard Business School Press, 2001

Cohn, J. P. 2008. Citizen science: can volunteers do real research? *BioScience* 58 (3): 192-197.

D. Armitage, M. Marschke, R. Plummer, *Adaptive co-management and the paradox of learning*, *Global Environmental Change* 18 (2008) 86–98.

D. Armitage, R. de Loë, R. Plummer, Environmental governance and its implications for conservation practice, *Conservation Letters* 5 (2012) 245–255.

D. Huitema, E. Mostert, W. Egas, S. Moellenkamp, C. Pahl-Wostl, R. Yalcin, Adaptive water governance: assessing the institutional prescriptions of adaptive (co-) management from a governance perspective and defining a research agenda, *Ecology and Society* 14 (2009) 26.

Dickinson, Janis L., and Bonney, Rick, eds. *Citizen Science: Public Participation in Environmental Research*. Ithaca, NY, USA: Comstock Pub. Associates, 2012.

E. Ostrom, Developing a method for analyzing institutional change, in: S.a.M.N. Batie (Ed.), *Assessing the Evolution and Impact of Alternative Institutional Structures*, Routledge Press, London, 2008.

E. Ostrom, Vulnerability and polycentric governance systems, *Newsletter on the International Human Dimensions Program on Global Environmental Change* (2001).

Escobedo M.G.R, Fuentes Pérez A., RuizCórdova S.S. (2019). Monitoreo comunitario del agua con enfoque de cuenca: Experiencias en actividades productivas y de conservación.. “Memorias en Extenso Volumen II - I Congreso Latinoamericano y V Congreso Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas” Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo, IPN Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P. Red Mexicana de Cuencas Ciudad de México, octubre 2019. ID-388

F. Biermann, M.M. Betsill, J. Gupta, N. Kanie, L. Lebel, D. Liverman, H. Schroeder, B. Siebenhuner, Earth system governance - People, places, and the planet, *The Earth Systems Governance International Human Dimensions Program*, Bonn (2009).

Goodchild, 2007

Gray et al., 2018

Gray S, Zanre E, Gray SRJ. Fuzzy cognitive maps as representations of mental models and group beliefs. (In) Papageorgiou EI, editor. *Fuzzy cognitive maps for applied sciences and engineering*. Berlin: Springer; 2014. p. 29–48. https://doi.org/10.1007/978-3-642-39739-4_2_21.

Gray, S. R. J., A. S. Gagnon, S. A. Gray, B. O’Dwyer, C. O’Mahony, D. Muir, R. J. N. Devoy, M. Falaleeva, and J. Gault. 2014c. Are local coastal managers detecting the problem? Assessing stakeholder perception of climate vulnerability using Fuzzy Cognitive Mapping. *Ocean & Coastal Management* 94:74-89. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.11.008>

Gruber, 2007

Henly-Shepard, S., Gray, S. A., and Cox, L. J. (2015). The use of participatory modeling to promote social learning and facilitate community disaster planning. *Environ. Sci. Policy* 45, 109–122. doi: 10.1016/j.envsci.2014.10.004

Hong, J.-Y.; Suh, E.-H.; Kim, S.-J. (2009). Context-aware systems: A literature review and classification. *Expert Systems Applications* 36, 8509–8522.

L. Lebel, T. Grothmann, B. Siebenhuener, The role of social learning in adaptiveness: insights from water management, *International Environmental Agreements-Politics Law and Economics* 10 (2010) 333–353.

Lintott and Reed, 2013

M. Keen, T. Bruck, R. Dyball, Social learning: a new approach to environmental management, in: M. Keen, V. Brown, R. Dyball (Eds.), *Social learning in environmental management: towards a sustainable future*, Earthscan, London UK, 2005, pp. 3–21.

M.a.J.P. Muro, A critical review of the theory and application of social learning in participatory natural resource management, *Journal of Environmental Planning and Management* 51 (2008) 325-344.

M.S. Reed, A.C. Evely, G. Cundill, I. Fazey, J. Glass, A. Laing, J. Newig, B. Parrish, C. Prell, C. Raymond, L.C. Stringer, What is social learning? *Ecology and Society* 15 (2010) r1.

Matondo, A comparison between conventional and integrated water resources planning and management, *Physics and Chemistry of the Earth* 27(2002) 831-838.

Ochoa-García H., and Rist S. (2015). La Emancipación Como Posibilidad Para Transitar Hacia Una Gobernanza Sustentable Del Agua. WATERLAT-GOBACIT Network Working Papers Thematic Area Series SATCTH - TA6 - Basins and Hydrosocial Territories 2(1): 12-45.

Ochoa-García, H., Rist, S. Water Justice and Integrated Water Resources Management: Constitutionality Processes Favoring Sustainable Water Governance in Mexico. *Hum Ecol* 46, 51-64 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10745-017-9958-6>

Parameswaran, A., Sarma, A.D., Garcia-Molina, H., Polyzotis, N., Widom, J. (2010). Human-assisted Graph Search: It's Okay to Ask Questions. Technical Report, Stanford University, Palo Alto, CA. Sagl, G; Resch B

Ponciano y Brasileiro, 2014

Purdam, 2014

R. Plummer, D.R. Armitage, R.C. de Loë, Adaptive comanagement and its relationship to environmental governance, *Ecology and Society* 18 (2013) 21.

Reis N. (2014). Coyotes, Concessions and Construction Companies: Illegal Water Markets and Legally Constructed Water Scarcity in Central Mexico. *Water Alternatives* 7(3): 542-560.

S. Gray, A. Chan, D. Clark, D. and R.C. Jordan. 2012 Modeling the integration of stakeholder knowledge in social-ecological system decision-making: Benefits and limitations to knowledge diversity. *Ecological Modeling* 229, 88-96.

S.P. Simonovic, A shared vision for management of water resources, *Water International* 25 (2000) 76-88.

Sagl, G; Resch B, Blaschke, T. (2015). Contextual Sensing: Integrating Contextual Information with Human and Technical Geo-Sensor Information for Smart Cities. *Sensors*, 15, 17013-17035; doi:10.3390/s150717013

Semarnat. (2004). "DECRETO por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley de Aguas Nacionales," April 9.

Swan, 2012

T. Hahn, P. Olsson, C. Folke, K. Johansson, Trust building, knowledge generation and organizational innovations: the role of a bridging organization for adaptive co-management of a wetland landscape around Kristianstad, Sweden, *Human Ecology* 34 (2006) 573-592.

Voinov y Gaddis

W. Medema, B.S. McIntosh, P.J. Jeffrey, From premise to practice: a critical assessment of integrated water resources management and adaptive management approaches in the water sector, *Ecology and Society* 13 (2008) 29.[9] J.I.

Wiggins and Crowston, 2012

Young, O., Designing Environmental Governance Systems: The Diagnostic Method, Keynote at IDGEC Synthesis Conference, Bali 2006, 1.2007, pp. 9-11, Summary published in IHDP Newsletter, 2007.

Zellner 2008, Lynam et al., 2010