



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA Y
CAMBIO CLIMÁTICO



FOLUR
Food Systems • Land Use • Restoration

Apoyado por



Implementado por



BANCO MUNDIAL
BIRF • AIF

En colaboración con



FONDO MEXICANO
PARA LA CONSERVACIÓN
DE LA NATURALEZA, A.C.
INSTITUCIÓN, P.R. YABA



Plan de Acción para el Manejo Integral de Cuencas

Región Istmo-Costa

2024



**PLAN DE ACCIÓN PARA EL MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS:
REGIÓN ISTMO-COSTA**

Primera edición, 2024.

DR © 2024, INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Blvd. Adolfo Ruíz Cortines 4209
Col. Jardines en la Montaña, C.P.14210
Tlalpan, CDMX, México.

Teléfono 55 54 24 64 00
<https://www.gob.mx/inecc>

DIRECTORIO

Mariana Morales Hernández

Titular del Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable y encargada de despacho de la Dirección General del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

José Ernesto Carmona Gómez

Coordinador General de Adaptación al Cambio Climático y Ecología

Diana Gabriela Lope Alzina

Directora de Servicios Ambientales Hidrológicos y Adaptación al Cambio Climático con Enfoque de Cuencas

José Alfredo Galindo Sosa

Gerente de Consejos de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua

Elaboración y coordinación del Plan de Acción para el Manejo Integral de Cuencas (PAMIC): Región Istmo-Costa

Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN)

Daniela Ávila-García - Oficial de Modelación Técnica

Diseño técnico-participativo, conceptual y metodológico
Modelación, análisis e integración de la información

Luis Enrique Hernández Salinas - Analista-Especialista Técnico

Modelación, análisis y recopilación de información temática
Elaboración del material cartográfico

Florencia Cicchini - Oficial de Género y Vulnerabilidad Social

Jannice Alvarado Velázquez - Consultora externa

Diseño del componente participativo
Recopilación y análisis de información socioeconómica

Ana Isabel Fernández Montes de Oca - Coordinadora de Manejo Integrado de Paisaje

Coordinación técnica del proyecto CONECTA

Sergio Miguel López Ramírez - Director de Manejo Sostenible

Coordinación operativa del proyecto CONECTA

Fondo de Conservación El Triunfo A.C. (FONCET)

Andrómeda Rivera Castañeda - Directora Ejecutiva

Gregorio Wenceslao Apan Salcedo - Director de Conservación y Sustentabilidad

Carla Aguilar De La Fuente – Coordinadora de Conservación y Sustentabilidad

Helen Salazar Areaga – Coordinadora de Conservación y Sustentabilidad

Agradecimientos a las personas y actores institucionales que participaron en los talleres y colaboraron en la elaboración o revisión del PAMIC:

Alejandro Rosas Cruz; Carolina Salcedo (CONAGUA); Café Ramal; Consultoría para el Manejo Integrado de los Recursos Naturales (COMIREN); Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, Reserva de la Biosfera el Triunfo); Comisión Nacional del Agua (CONAGUA); Cooperativa AMBIO; Diego Gutiérrez Romero; *Earthworm Foundation*; Ejido López Mateos; Ejido Tres de Mayo; Ejido Valdivia; Félix Coutiño (FONCET); Fomento Agropecuario de Mapastepec; Foro para el Desarrollo Sustentable; Gerencia de Cuencas de Mapastepec; Héroes del Triunfo; Instituto Estatal del Agua (INESA); Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA); Loma Bonita; Mancomun, Pijijiapan; Marina Romero Cazares (INECC); Martín Gutiérrez Aceves; Najaibi Hernández, Paulina Cerna; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD); Ramal Santa Cruz; Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGyP); Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN); Sociedad Civil Sistemas y Decisiones Ecológicas (SyDEC); *The Nature Conservancy* (TNC); Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH); Universidad Politécnica de Chiapas; Unidad Coordinadora Operativa (Jennifer Rangel, Karín Mijangos y Jiangsu Olea) y Técnica (Denisse G. Morales Perea) del proyecto CONECTA.

Portada: Pijijiapan, Chiapas, 2023. 📷 Karla Rivera.

Forma de citar:

INECC-FMCN, 2024 Ávila-García, D.; Hernández, E.; Fernández-Montes de Oca, A.; Cicchini, F.; Alvarado, J. y López S. Plan de Acción para el Manejo Integral de Cuencas: Región Istmo-Costa. Proyecto CONECTA. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y Banco Mundial.

Este documento incluye figuras y material cartográfico elaborado por la Unidad Coordinadora Técnica del proyecto CONECTA (INECC-FMCN), excepto que se indique explícitamente lo contrario.

Este documento fue elaborado con financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (*Global Environment Facility* GEF, por sus siglas en inglés). Conectando la salud de las cuencas con la producción ganadera y agroforestal sostenible CONECTA (GEF Project ID: 10735). Banco Mundial, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y Fondo de Conservación El Triunfo. CONECTA es parte de la red del Programa de Impacto de Sistemas Alimentarios, Uso de la Tierra y Restauración FOLUR (*Food Systems, Land Use and Restoration*, por sus siglas en inglés).

Los hallazgos, interpretaciones y conclusiones expresadas en este trabajo no reflejan necesariamente las opiniones del GEF, su Consejo o los gobiernos que representan. El GEF no garantiza la exactitud de los datos incluidos en este trabajo. Los límites, colores, denominaciones y otra información mostrada en cualquier mapa de este trabajo no implican ningún juicio por parte del GEF sobre el estatus legal de ningún territorio ni la aprobación o aceptación de dichos límites. Nada en este documento deberá constituir o considerarse como una limitación o renuncia a los privilegios e inmunidades del GEF, los cuales están específicamente reservados.



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA Y
CAMBIO CLIMÁTICO



Apoyado por



Implementado por



BANCO MUNDIAL
BIRF • AIF

En colaboración con



FONDO MEXICANO
PARA LA CONSERVACIÓN
DE LA NATURALEZA, A.C.
INSTITUCIÓN DE LA FAO





ÍNDICE

ACRÓNIMOS	6
RESUMEN	9
1. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Servicios ecosistémicos y planeación territorial con enfoque de cuenca	11
2. PLANES DE ACCIÓN PARA EL MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS (PAMIC)	
2.1. Objetivo general de los PAMIC	15
2.2. Objetivos específicos	15
2.3. Componentes metodológicos de los PAMIC	16
2.3.1. Componente técnico-científico	16
2.3.2. Componente participativo	17
2.3.3. Proceso de integración	19
CUENCAS DE LA REGIÓN ISTMO-COSTA (RIC)	
3.1. Caracterización biofísica	21
3.1.1. Localización	21
3.1.2. Uso de suelo y vegetación	22
3.1.3. Subcuencas	23
3.1.4. Tipos de suelo	25
3.1.5. Clima	27
3.2. Caracterización socio-económica	32
3.2.1. Población	32
3.2.2. Tenencia de la tierra	34
3.2.3. Delimitación municipal y unidades económicas	37
3.2.4. Actividades ganaderas y de aprovechamiento forestal	39
3.2.5. Vulnerabilidad de la ganadería al cambio climático	40
3.2.6. Índice de Caracterización Socioeconómica (ICSE) y de brecha de género	42
3.3. Caracterización político institucional	47
3.3.1. Gestión institucional del agua	47
3.4.2. Instrumentos de planeación y áreas de importancia ambiental	49
ANÁLISIS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LAS CUENCAS DE LA RIC	
4. HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS (SE)	53
4.1. Oferta o provisión de servicios ecosistémicos (SE)	54
4.1.1. Provisión de agua- Rendimiento hídrico	56
4.2.2. Transporte de sedimentos	59

4.3.3. Transporte de nutrientes	62
5. DEMANDA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS (SE)	65
5.1. Volúmenes de extracción de agua superficial y subterránea	67
5.1.1. Demanda de agua superficial	68
5.1.2. Demanda de agua subterránea	70
6. Conectividad hidrográfica	72
7. Escenarios para la evaluación de impactos futuros o alternativos	74
7.1. Escenarios de cambio climático	74
7.2. Escenarios de usos de suelo y vegetación	76
8. Proceso de integración para la priorización territorial y focalización de intervenciones	79
9. Agenda ambiental	84
9.1. Actividades o eventos con mayor impacto potencial en la provisión y mantenimiento de los servicios ecosistémicos (SE) con perspectiva de género.	85
9.1.1. Agricultura y uso de agroquímicos	86
9.1.2. Descarga de aguas residuales	87
9.1.3. Ganadería	88
9.1.4. Eventos extremos: huracanes, tormentas, sequías y olas de calor.	89
9.1.5. Obras hidráulicas	91
9.2. Priorización territorial por enfoque	92
9.2.1. Actividades de conservación	92
9.2.2. Actividades de restauración	94
9.2.3. Adecuación de prácticas productivas	96
9.3. Focalización de acciones prioritarias en las cuencas de la Región Istmo-Costa.	98
9.3.1. Actividades prioritarias para la provisión y mantenimiento de los SE	98
9.3.2. Programas de conservación, restauración y adecuación de prácticas productivas identificados en las cuencas de la RIC	104
9.3.3. Subcuencas prioritarias	107
10. CONCLUSIONES	110
11. RECOMENDACIONES Y PERSPECTIVAS A FUTURO	114
GLOSARIO	116
REFERENCIAS	119
ANEXO 1. Valores de indicadores del ICSE y brecha de género	126
ANEXO 2. Resumen de los parámetros utilizados en InVEST	128

ANEXO 3. Catálogo de proyectos	129
ANEXO 4. Recomendaciones para la transversalización de la perspectiva de género en iniciativas de restauración, conservación y adecuación de prácticas productivas	134
ANEXO 5. Registro fotográfico	137

Acrónimos

ADVC	Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación
AGEB	Área Geoestadística Básica
AICAS	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves
ANP	Área Natural Protegida
BM	Banco Mundial (<i>World Bank</i>)
CMIP	Proyecto de Inter comparación de Modelos Acoplados (<i>Coupled Model Intercomparison Projects</i>)
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
CONECTA	Proyecto “Conectando la salud de las cuencas con la producción ganadera y agroforestal sostenible”
FIRCO	Fideicomiso de Riesgo Compartido
FMCN	Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza
GEF	Fondo para el Medio Ambiente Mundial (<i>Global Environment Facility</i>)
ICSE	Índice de Caracterización Socioeconómica
INAES	Instituto Nacional de la Economía Social
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INECOL	Instituto Nacional de Ecología
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
INVEST	Valoración Integrada de los Servicios Ecosistémicos y Compensaciones (<i>Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs</i>)
IPBES	Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (<i>Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services</i>)
LGCC	Ley General de Cambio Climático
LGEEPA	Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
MARACC	Mapa de Resiliencia Ante el Cambio Climático
MIP	Manejo Integrado del Paisaje

Acrónimos

MCG	Modelos de Circulación General
MDE	Modelo Digital de Elevación
NDR	Tasa de transporte de nutrientes (<i>Nutrient Delivery Ratio</i>)
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OLLC	Organizaciones Locales Legalmente Constituidas
PAMIC	Plan de Acción de Manejo Integral de Cuencas
PCA	Análisis de componentes principales (<i>Principal Component Analysis</i>)
PdG	Perspectiva de Género
PHR	Programa Hídrico Regional
PNH	Programa Nacional Hídrico
PROCODES	Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible
PSA	Pago por Servicios Ambientales
RAN	Registro Agrario Nacional
REBIEN	Reserva de la Biosfera “La Encrucijada”
REBITRI	Reserva de la Biosfera “El Triunfo”
REPDA	Registro Público de Derechos del Agua
RIC	Región Istmo-Costa
RUSLE	Revisión de la Ecuación Universal sobre Pérdida de Suelos (<i>Revised Universal Soil Loss Equation</i>)
SADER	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
SDR	Tasa de transporte de sedimentos (<i>Sediment Delivery Ratio</i>)
SE	Servicios ecosistémicos
SEMADET	Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SSP	Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (<i>Shared Socioeconomic Pathways</i>)
TESSA	Kit de herramientas para la evaluación de sitio de servicios ecosistémicos a escala de sitio (<i>Toolkit for Ecosystem Service Site-based Assessment</i>)
UMAS	Unidades de manejo para la Conservación de la Vida Silvestre
UNIATMOS	Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas
USV	Uso de suelo y vegetación



RESUMEN

Los recursos hídricos son sensibles a cambios del paisaje y al cambio climático, lo que afecta significativamente la provisión de **servicios ecosistémicos (SE)**. Entre las principales alteraciones asociadas al cambio climático destacan sequías prolongadas, eventos extremos de precipitación y desequilibrios hídricos. Estas presiones han intensificado la necesidad de políticas sostenibles para abordar las demandas crecientes de la población y mitigar las crisis socioecológicas. En México, los **Planes de Acción para el Manejo Integral de Cuencas (PAMIC)** representan una herramienta clave para la planificación y gestión territorial que integra la oferta y demanda de SE hidrológicos con escenarios de cambio climático y cambios en el uso de suelo y vegetación.

En el marco del proyecto CONECTA, los PAMIC se desarrollan en 15 cuencas de Chiapas, Chihuahua, Veracruz y Jalisco, utilizando herramientas de modelación hidrológica y análisis estadísticos, que se complementan con una base participativa y con perspectiva de género. Los resultados en la **Región Istmo-Costa (RIC) de Chiapas** muestran que los SE relacionados con provisión de agua, control de sedimentos y retención de nutrientes son mayores en las zonas donde predominan las selvas y los bosques mesófilos. En la zona de transición hacia la desembocadura de los ríos Pijijiapan, Coapa y Novillero prevalecen actividades como la pesca artesanal y la ganadería bovina de doble propósito con cultivos en expansión de palma de aceite y mango. En esta zona también se ha identificado la alteración de los flujos de agua incluida una importante distribución de vegetación de manglar que influyen en la provisión y mantenimiento de los SE.

Los resultados del proceso metodológico destacan los riesgos asociados con la erosión del suelo y la carga de nutrientes asociadas con las actividades agropecuarias intensivas. El enfoque integral y sistémico de los PAMIC permitió identificar tres subcuencas prioritarias (Urbina, Nueva Coapa y El Carmen) para llevar a cabo acciones de conservación, restauración y manejo sostenible, aunque estos resultados deben interpretarse considerando limitaciones metodológicas y contextuales. Además, los PAMIC subrayan la importancia de promover una visión a largo plazo alineada con diferentes iniciativas públicas y privadas para identificar sinergias y optimizar las inversiones a nivel de cuenca hidrográfica.

Los PAMIC representan una herramienta de diagnóstico y planeación que promueve un modelo dinámico e integral para identificar y priorizar acciones que optimicen la funcionalidad territorial, incorporando desigualdades socioeconómicas y de género. Las recomendaciones incluyen monitoreo ambiental, manejo del fuego, captación de agua pluvial, sistemas agroforestales, uso de bioinsumos y rehabilitación de pastizales con especies nativas. Este esquema representa un avance significativo en la planificación territorial de las cuencas de la RIC, contribuyendo a un equilibrio entre producción, conservación y resiliencia frente a los impactos potenciales del cambio climático y las dinámicas socioeconómicas.

Palabras clave: PAMIC, servicios ecosistémicos, cambio climático, planeación territorial, cuencas hidrográficas.

1. Introducción

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) colaboran con aliados regionales (Fondo Golfo de México, FGM; Fondo de Conservación "El Triunfo", FONCET; Fondo Noroeste y Occidente, FONNOR), en la implementación del proyecto CONECTA "Conectando la salud de las cuencas con la producción ganadera y agroforestal sostenible" (2021-2026), que es financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) a través del Banco Mundial (BM). El objetivo de CONECTA es mejorar el manejo integrado del paisaje y promover prácticas productivas climáticamente inteligentes en 15 cuencas ganaderas y agroforestales en los estados de Chiapas, Chihuahua, Jalisco, y Veracruz.

La base del manejo integrado del paisaje en CONECTA son los Planes de Acción para el Manejo Integral de Cuencas (PAMIC). La primera propuesta de los PAMIC se diseñó para varias cuencas del país en el marco del proyecto C6 "Conservación de cuencas costeras en el contexto del cambio climático" (2014-2018), también financiado por el GEF a través del BM. Considerando estos antecedentes, y con el objetivo de avanzar hacia una fase de consolidación y apropiación de este instrumento, dentro del marco del proyecto CONECTA se lleva a cabo la elaboración de los PAMIC en las cuencas ubicadas en Chiapas (Región Istmo-Costa) y en la región fronteriza de Chihuahua. Además, se actualizarán los PAMIC de las cuencas de Veracruz (La Antigua, Jamapa y Tuxpan) y Jalisco (Región Vallarta) con base en el diseño y la implementación de una metodología que contemple insumos de mayor resolución espacial, herramientas complementarias (p.ej. análisis de redes, técnicas de geoprocésamiento, índices y enfoques estadísticos), y la construcción participativa y con enfoque de género de escenarios futuros plausibles, sentando así las bases de una agenda ambiental sólida.

Las cuencas de Pijijiapan, Coapa y Novillero se ubican en la región costera de los municipios de Pijijiapan y Mapastepec, los cuales pertenecen a la **Región Istmo-Costa (RIC)** de Chiapas (Gobierno del Estado de Chiapas, 2012). Estas tres cuencas de la RIC están delimitadas al norte por la Sierra Madre de Chiapas y la Reserva de la Biosfera El Triunfo, mientras que al sur se encuentran el Océano Pacífico y la Reserva de la Biosfera La Encrucijada. La RIC forma parte del corredor biológico mesoamericano y destaca por su alta riqueza en biodiversidad, que incluye la presencia de especies prioritarias como el jaguar (*Panthera onca*), el quetzal (*Pharomachrus mocinno*), el tapir (*Tapirus bairdii*) y el pavón (*Oreophapsis derbianus*). No obstante, el desarrollo de actividades económicas como la agricultura, la ganadería extensiva y la producción de carne bovina y lácteos, aunado a los impactos potenciales del cambio climático y los cambios de uso de suelo y vegetación, representan algunas de las principales amenazas para la provisión y mantenimiento de diversos servicios ecosistémicos (SE) (Grupo Interinstitucional Cuencas Costeras de Chiapas, 2007).

De acuerdo con lo anterior, el PAMIC de la RIC identifica y analiza las características socio-ecológicas e interconexiones entre las unidades territoriales (subcuencas) con base en la relación de oferta (provisión) y demanda (personas usuarias o beneficiarias) de SE hidrológicos, incorporando a su vez, escenarios de cambio climático y cambios potenciales de uso de suelo y vegetación. De esta forma, el PAMIC tiene como propósito fortalecer la toma de decisiones para guiar y proponer diferentes intervenciones en el territorio; identificando y optimizando los recursos, esfuerzos e inversiones que puedan estar alineados a los diferentes programas de políticas públicas que inciden en la cuenca.

En resumen, el PAMIC representa una herramienta de diagnóstico, planeación y gestión del territorio para proponer el desarrollo a corto y largo plazo de acciones prioritarias de conservación, restauración y adecuación de prácticas productivas, con base en un enfoque sistémico a nivel de cuenca hidrográfica.

1.1. Servicios ecosistémicos y planeación territorial con enfoque de cuenca

Los ecosistemas nos proveen de diferentes beneficios directos e indirectos, definidos como servicios ecosistémicos (SE), que son fundamentales para el bienestar humano (MEA, 2005; TEEB, 2010). Estos SE también se pueden entender como todas aquellas contribuciones, tanto positivas como negativas, derivadas de los sistemas naturales (p.ej. la diversidad de organismos, ecosistemas y sus procesos evolutivos y ecológicos asociados) que tienen efectos en la calidad de vida de las personas (IPBES; Díaz et al., 2018).

En los marcos normativos de México, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA; DOF, 1988) define a los servicios ambientales como “*los beneficios tangibles e intangibles, generados por los ecosistemas, necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y para que proporcionen beneficios al ser humano*”. Algunos de estos beneficios o contribuciones de la naturaleza hacia las personas incluyen la provisión y calidad del agua, el control de inundaciones, la provisión de alimentos, la captura de carbono, la retención de nutrientes y el control de la erosión (Koetse et al., 2018; Maes et al., 2013).

Actualmente, se reconocen tres grandes sistemas de clasificación internacional de SE disponibles para sistematizar, evaluar y comparar los resultados de las evaluaciones y el mapeo (Maes et al., 2013): *The Millennial Ecosystem Assessment* (MEA, 2005) proporcionó el primer marco conceptual para la evaluación de ecosistemas a gran escala, que luego fue adoptada y detallada por *The Economics of Ecosystem and Biodiversity* (TEEB, 2010) y *the Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES, (CICES, Haines-Young y Potschin, 2018). En general, todas estas clasificaciones incluyen SE de abastecimiento, regulación y culturales, la mayoría de los cuales están conectados con las dinámicas hidrológicas que se presentan en las cuencas hidrográficas.

Las cuencas hidrográficas son unidades territoriales, definidas por la división natural de las aguas superficiales debido a la conformación del relieve y la topografía (SEMARNAT-CONAGUA, 2018). En términos territoriales las cuencas constituyen sistemas complejos, donde se reconocen los vínculos entre una variedad de componentes, niveles jerárquicos y una alta intensidad de interconexiones (Balvanera and Cotler, 2007; Mass, 2012).

Los SE derivados de procesos que ocurren dentro de los límites fisiográficos de una cuenca hidrográfica se centran cada vez más en la integración de la gestión del paisaje y los recursos hídricos (Hamel et al., 2018). Las cuencas hidrográficas como unidades funcionales de los ecosistemas permiten analizar diferentes procesos socio-ecológicos que consideran una estructura de variables sociales y biofísicas relacionadas con los recursos que inciden en el bienestar humano, en donde los cuerpos de agua, como los ríos o los lagos, juegan un papel importante en el bienestar humano y en el funcionamiento de los ecosistemas (Comín et al. al., 2018).

Por otro lado, los cambios en el uso y la distribución de los SE pueden tener impactos diferenciados entre las personas que conforman comunidades asentadas en la cuenca, debido a que el acceso y la gestión de los recursos podría estar determinado por su ubicación territorial, reglas o acuerdos locales, actividades productivas, tipos de tenencia de la tierra, etnicidad, condición social o contexto cultural (Daw et al., 2011; Peh et al., 2013). Ante esta situación, el enfoque de cuenca en el manejo y planeación territorial promueve la integración de las personas involucradas en una problemática común, en lugar de atender problemas sectoriales dispersos. Estas intervenciones varían en el tiempo y están en función del aprendizaje que se obtiene de las acciones realizadas sobre los ecosistemas, del control de las externalidades y de los diversos intereses y condiciones de las personas (Cotler, 2007).

Por ejemplo, en algunos casos, las personas beneficiarias que asumen los costos de mantener la provisión de los SE podrían necesitar ser compensadas por otras personas que también se benefician (p.ej. propietarios de terrenos destinados a la conservación bajo un esquema de Pago por Servicios Ambientales, PSA). Este enfoque de **corresponsabilidad territorial** para la protección de ecosistemas y el mantenimiento de sus SE a nivel de cuenca hidrográfica es clave para analizar las posibles compensaciones derivadas de las externalidades tanto positivas como negativas, las cuales se asocian con los flujos de agua que transcurren desde las partes más altas de la cuenca hasta su desembocadura en las partes más bajas.

De acuerdo con lo anterior, los PAMIC incorporan el concepto de SE con base en la integración, modelación y análisis de aspectos biofísicos (oferta o provisión de SE) y socio-económicos (demanda de SE por parte de los usuarios o beneficiarios) para construir un marco conceptual cuyo objetivo es

apoyar el desarrollo de intervenciones, políticas o esquemas de gestión que integren los siguientes elementos en la toma de decisiones con base en un enfoque de cuenca hidrográfica (Fig. 1):

- 1) El funcionamiento de los ecosistemas y sus SE.
- 2) Los impactos potenciales tanto positivos como negativos derivados de las dinámicas socio-económicas.
- 3) Las amenazas o presiones potenciales presentes y futuras, como el cambio climático y los cambios de uso de suelo y vegetación (USV).

Este marco conceptual permite vincular las funciones de producción con los beneficios proporcionados a las personas. La oferta o provisión de SE representa lo que potencialmente está disponible a partir de la estructura, procesos biofísicos y funciones de los ecosistemas (p.ej. la provisión de agua en cantidad y calidad). Dentro del marco de los PAMIC, los SE incorporan la demanda o uso por parte de personas usuarias o beneficiarias que se distribuyen en las cuencas, mientras que la valoración, incluye la preferencia o percepción social para el cálculo de métricas en términos de aumento o disminución de los SE (p.ej. mayor cantidad de agua, menores tasas de erosión o transporte de nutrientes), considerando la incorporación de escenarios de cambio climático y cambios de uso de suelo y vegetación (USV).

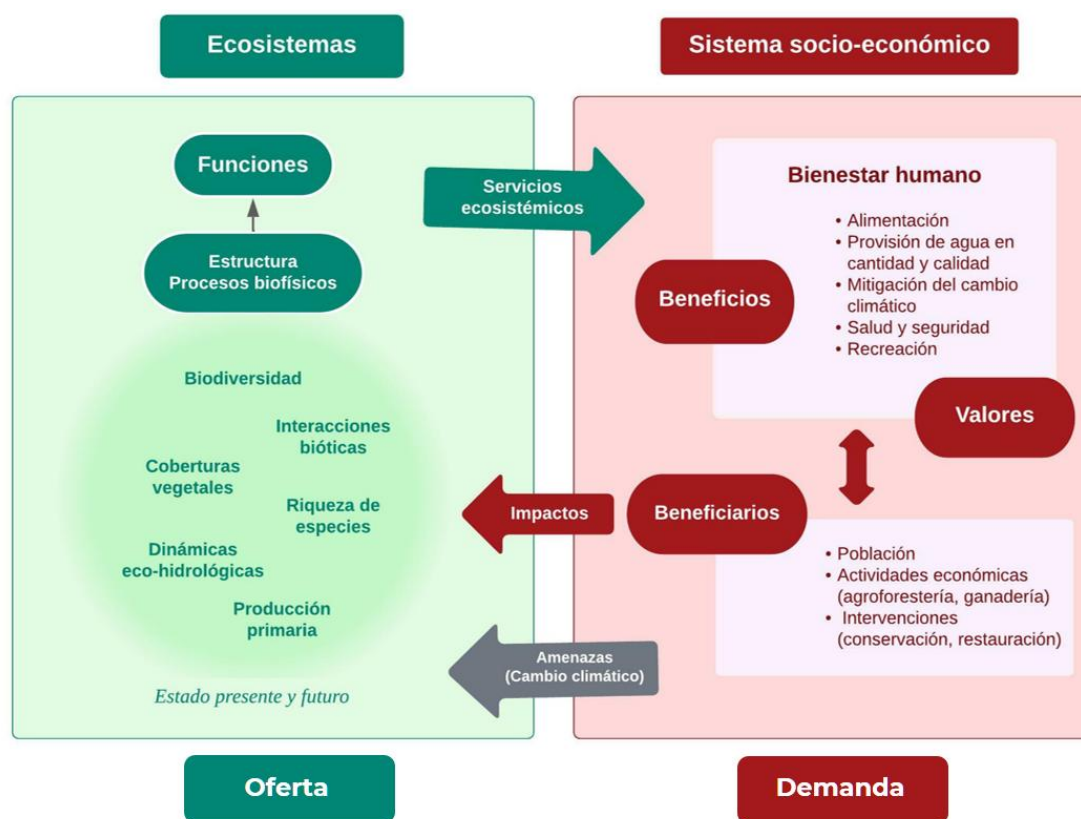


Fig. 1. Marco conceptual para el análisis y evaluación de servicios ecosistémicos de los PAMIC. Adaptado de Potschin & Haines-Young (2011); Maes et al. (2013).

2. Planes de Acción para el Manejo Integral de Cuencas (PAMIC)

Los PAMIC son un instrumento de diagnóstico, planeación y gestión del territorio con bases técnico-científicas que articula esfuerzos institucionales para proponer el desarrollo de acciones prioritarias de conservación, restauración y adecuación de prácticas productivas.

El desarrollo de los PAMIC incorpora un enfoque sistémico que considera proyecciones de cambio climático y posibles transformaciones en el uso de suelo y vegetación, a nivel de cuenca hidrográfica. A diferencia de los ordenamientos territoriales, que se centran en identificar unidades de gestión y analizan su dinámica interna para proponer políticas, criterios y estrategias de manejo, los PAMIC trascienden este enfoque al incluir no solo las relaciones internas dentro de cada unidad de planeación, sino también las interacciones e interconexiones derivadas de la red de flujos superficiales característicos de las cuencas (Fig. 2).

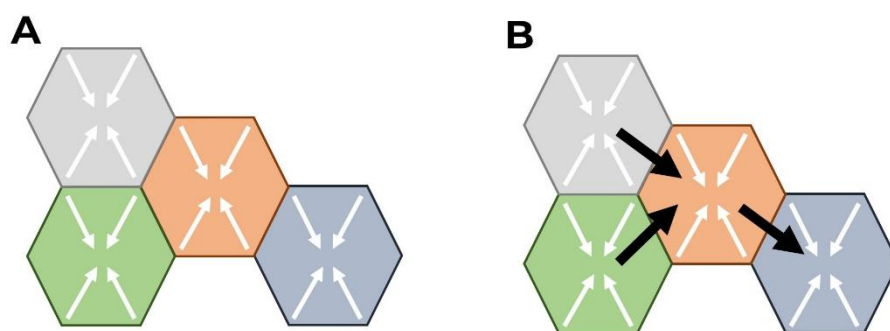


Fig. 2. Modelos conceptuales de los Ordenamientos Ecológicos Territoriales (OET) y los PAMIC. A) Modelo conceptual de la caracterización y análisis de las unidades de planeación de los OET considerando únicamente sus atributos internos (flechas blancas). B) Modelo conceptual de los PAMIC con base en el análisis de la vinculación e interconexión entre las unidades de planeación asociada a la red de flujo superficial de las cuencas (flechas negras).

Considerar a la cuenca como unidad de planeación y gestión, implica establecer canales de comunicación, coordinación y cooperación entre diversas entidades administrativas y de la sociedad civil. Este enfoque representa un reto en la transformación de los paradigmas actuales en la planeación, gestión y administración, tanto de los recursos naturales como económicos. Por consiguiente, la visión a largo plazo de los PAMIC es consolidarse como instrumentos de planeación vinculantes y complementarios a los ordenamientos territoriales. Lo que significa que, al igual que los ordenamientos, los PAMIC requieren de inversión y seguimiento continuo para su plena integración en las políticas públicas de México.

En resumen, los PAMIC son instrumentos operativos, prácticos y replicables que complementan y fortalecen los procesos de planeación territorial de las cuencas. Su enfoque centraliza los recursos hídricos como eje articulador para diseñar estrategias sostenibles que salvaguarden los procesos socioecológicos, esenciales para la funcionalidad de los ecosistemas y el bienestar de las comunidades que dependen de ellos.

2.1. Objetivo general de los PAMIC

Fortalecer la gestión integral de las cuencas a través de la focalización de acciones orientadas a conservar, restaurar y aprovechar de manera sostenible los elementos y bienes comunes que intervienen en la provisión y mantenimiento de SE relevantes para la funcionalidad del territorio.

2.2. Objetivos específicos

1. Caracterizar la situación actual de la cuenca en términos biofísicos y socioeconómicos para su vinculación con instrumentos y programas de gestión.
2. Priorizar las subcuencas con base en el análisis de la oferta-demanda de SE en el contexto actual y futuro, considerando escenarios plausibles de cambio climático y cambios de uso de suelo y vegetación (USV).
3. Proponer y priorizar acciones de intervención que promuevan la conservación, la restauración o el aprovechamiento sustentable de los recursos en las subcuencas identificadas con la mayor oferta-demanda de SE.
4. Definir las bases de una agenda ambiental que promueva la corresponsabilidad territorial para el mantenimiento de los SE, vinculando las características socio-ecológicas, los instrumentos o programas de gestión, y la identificación de sitios prioritarios.

2.3. Componentes metodológicos de los PAMIC

El proceso para la elaboración o actualización de los PAMIC se desarrolla con base en tres componentes o etapas: 1) componente técnico-científico (analítico-relacional); 2) componente participativo, y 3) proceso de integración para consolidar una agenda ambiental que permita plantear una estrategia continua de seguimiento, actualización y monitoreo en coordinación con los diferentes actores en el territorio (Fig. 3).



Fig. 3. Componentes de los PAMIC.

2.3.1. Componente técnico-científico

El componente técnico (analítico-relacional) para la priorización territorial de los PAMIC se resume de la siguiente manera (Fig. 4):

- 1) Identificación de subcuencas con mayor y menor **provisión de servicios ecosistémicos (SE)**. La selección, análisis y modelación de los SE asociados con actividades agropecuarias y agroforestales se llevó a cabo con base en la relevancia percibida por parte de actores locales. Este proceso se consolida considerando los objetivos, alcances, recursos, datos, capacidades técnicas y el tiempo disponible. De esta forma, los SE seleccionados que se analizaron con el uso de la herramienta InVEST - *Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs* (Sharp et al., 2018) son: la provisión de agua, la retención de nutrientes (nitrógeno-N y fósforo-P) y el control de tasas de erosión.
- 2) Identificación de subcuencas con **mayor y menor demanda de SE** con base en el volumen extraído de agua superficial y subterránea (hm^3) y la densidad poblacional ($\text{habitantes}/\text{km}^2$). Además, se lleva a cabo una caracterización socio-económica de las personas usuarias o beneficiarias de los SE para construir de manera participativa una agenda ambiental que permita vincular la problemática socio-ecológica con los programas institucionales, reglas y acuerdos que inciden en el territorio.

- 3) Incorporación de **escenarios** de cambios de uso de suelo y cambio climático para el análisis de los impactos potenciales en términos de aumentos o disminuciones significativas en los SE seleccionados.
- 4) Integración de los resultados considerando la **conectividad hidrográfica** de las cuencas (identificación de subcuencas emisoras, emisoras-receptoras y receptoras) que permitan consolidar una propuesta de priorización territorial para la implementación de acciones de restauración, conservación y adecuación de prácticas productivas.

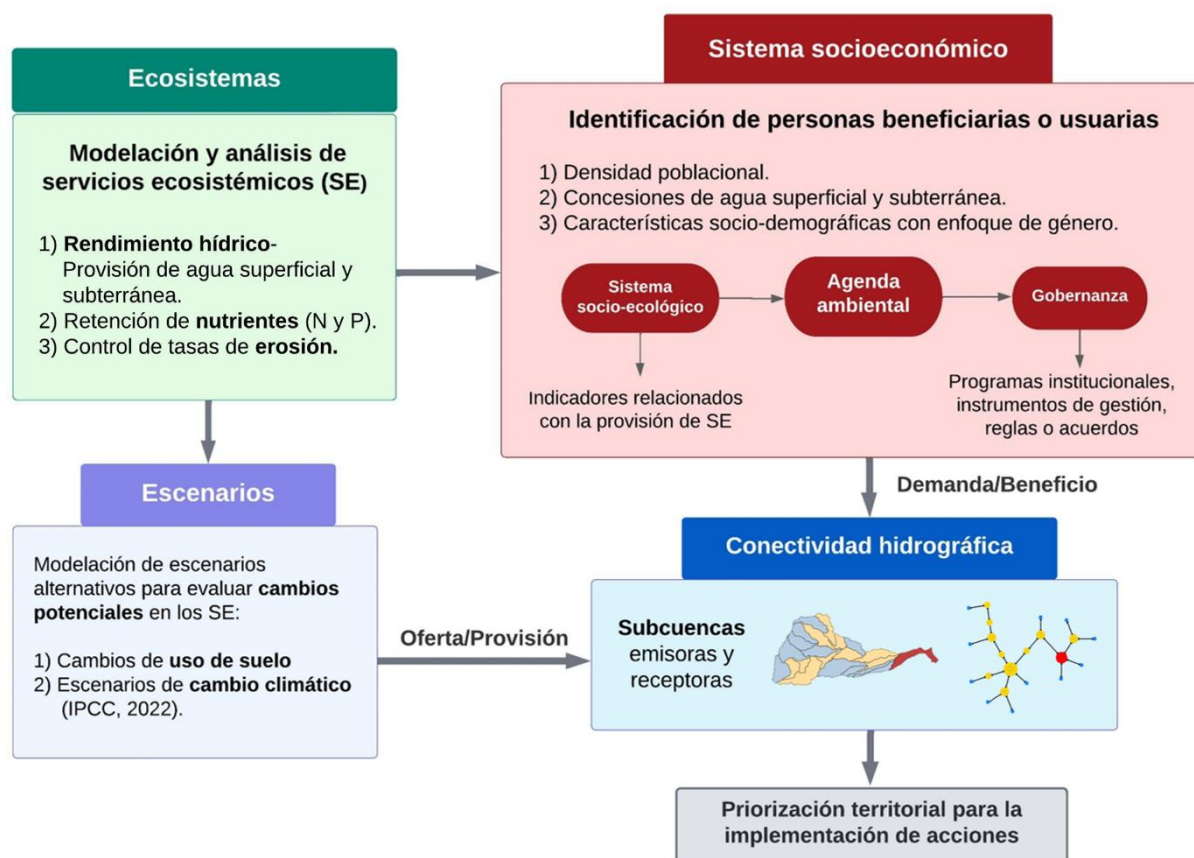


Fig. 4. Esquema conceptual del componente técnico de los PAMIC.

2.3.2. Componente participativo

El componente participativo para la elaboración de los PAMIC es el proceso mediante el cual se genera un espacio de intercambio y coproducción de conocimientos (Reed et al., 2018). Este componente representa un espacio que facilita la comunicación entre los diversos actores de la cuenca para conocer el proceso y los objetivos de la elaboración de los PAMIC. El proceso de planeación e implementación del componente participativo incorpora la visión territorial de las comunidades y propietarios del territorio, así como la perspectiva de género, intercultural e intergeneracional, fomentando la participación activa de las mujeres. También busca incorporar aspectos técnicos sobre los vínculos entre género, provisión y aprovechamiento de los SE.

Este componente se desarrolla a partir de diversas sesiones participativas que pueden variar de acuerdo con cada uno de los contextos territoriales (p. ej. visitas de campo, entrevistas y talleres dirigidos a diferentes actores y personas interesadas con incidencia en las cuencas de estudio) (Fig. 5). De esta forma, se busca fortalecer la apropiación e implementación de los PAMIC desde el inicio de su diseño y hasta su aplicación territorial.

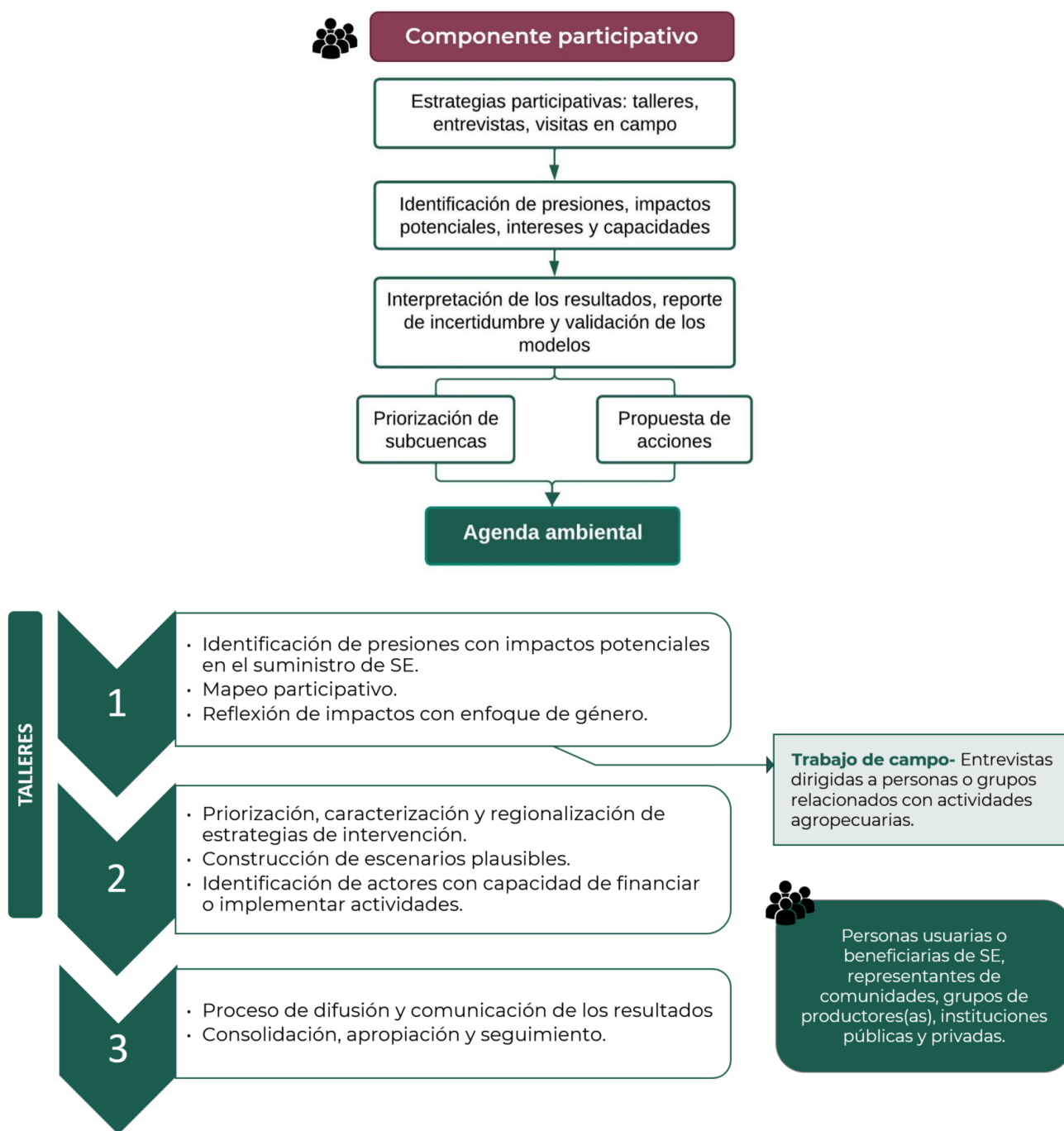


Fig. 5. Esquema conceptual del componente participativo de los PAMIC.

2.3.3. Proceso de integración

El proceso de integración, tanto del componente técnico (analítico-relacional) como del componente participativo, se organiza en 10 pasos que se describen a detalle en la guía metodológica de los PAMIC. Estos pasos se pueden clasificar en dos etapas (Fig. 6):

- **Etapla 1: Determinación de objetivos y alcances**, considerando la identificación de beneficiarios y su contexto socio-ecológico, las estrategias de intervención y los servicios ecosistémicos prioritarios, lo cual permitirá evaluar y seleccionar la herramienta de modelación y análisis más adecuada a los objetivos del PAMIC.
- **Etapla 2: Implementación, validación y análisis**, que incluye todo el proceso de interpretación y validación de los resultados para consolidar una agenda ambiental que permita plantear una estrategia de seguimiento y monitoreo en conjunto con los diferentes actores en el territorio.

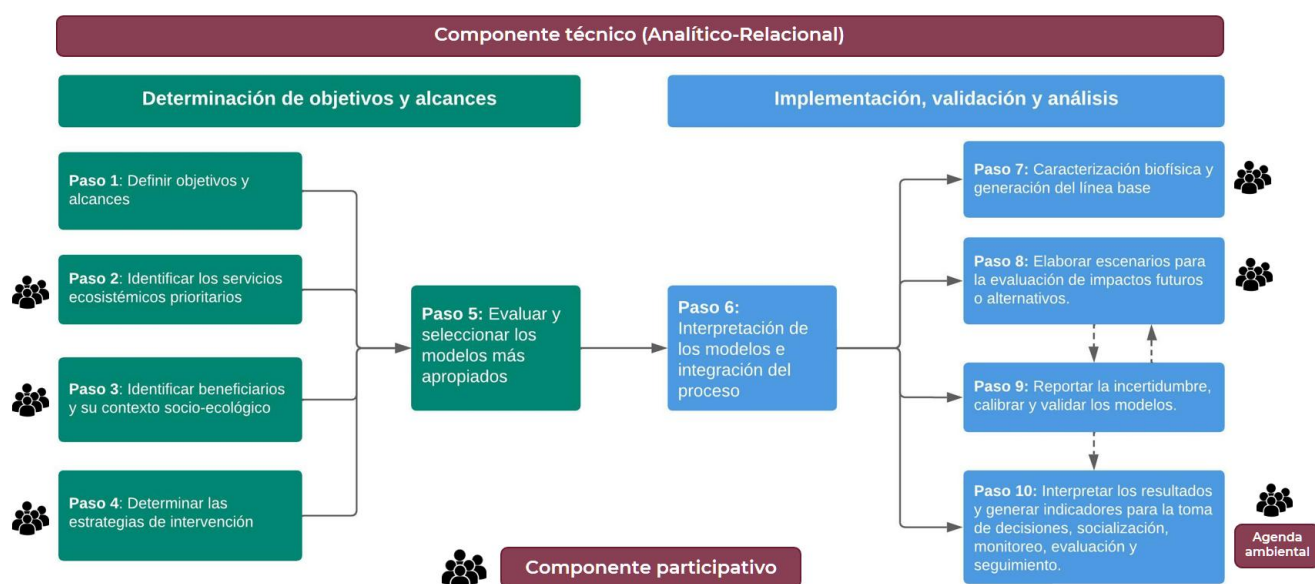


Fig. 6. Guía metodológica para la elaboración de los PAMIC. Esquema del proceso de integración de los diferentes pasos metodológicos, tanto del componente técnico como del componente participativo. Adaptado de Bullock & Ding (2018) y Ochoa-Tocachi et al. (2022).

Cuencas de la Región Istmo-Costa

Este capítulo ofrece una visión general de las características biofísicas y socioeconómicas de las cuencas de la Región Istmo-Costa, resaltando el papel de las personas usuarias de los servicios ecosistémicos como los y las principales agentes de transformación de los sistemas socio-ecológicos.



Cuencas de la Región Istmo-Costa

3.1. Caracterización biofísica

3.1.1. Localización

Las cuencas de Pijijiapan, Coapa y Novillero, ubicadas dentro de la Región Istmo-Costa (RIC) y de la región hidrológico-administrativa XI Frontera Sur, ocupan una superficie de 1,067 km² (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción de las cuencas de la Región Istmo-Costa.

Entidad	Cuenca	Superficie (km ²)	Porcentaje (%)
Chiapas	Pijijiapan	319.07	29.91
	Coapa	315.87	29.61
	Novillero	431.66	40.47

Coordenadas extremas y colindancias				
Cuenca	Dirección	Longitud	Latitud	Cuencas colindantes
Pijijiapan	Norte	-93° 08' 26.31"	15° 52' 26.57"	Grijalva-Usumacinta
	Sur	-93° 16' 39.61"	15° 33' 01.12"	Golfo de Tehuantepec
	Este	-93° 04' 47.82"	15° 44' 39.54"	Coapa
	Oeste	-93° 18' 25.71"	15° 34' 40.63"	San Diego
Coapa	Norte	-93° 04' 58.97"	15° 45' 30.13"	Grijalva-Usumacinta
	Sur	-93° 11' 58.17"	15° 28' 42.14"	Golfo de Tehuantepec
	Este	-93° 00' 32.54"	15° 43' 24.19"	Margaritas
	Oeste	-93° 16' 45.48"	15° 33' 11.85"	Pijijiapan
Novillero	Norte	-92° 55' 37.46"	15° 40' 35.36"	Grijalva-Usumacinta
	Sur	-93° 01' 59.36"	15° 19' 47.46"	Golfo de Tehuantepec
	Este	-92° 43' 52.97"	15° 35' 28.64"	Sesecapa
	Oeste	-93° 04' 19.86"	15° 21' 44.84"	Margaritas

La región se encuentra sobre la Cordillera Centroamericana, y a su vez sobre dos subprovincias fisiográficas: las Sierras del Sur de Chiapas en dirección norte y la Llanura Costera de Chiapas y Guatemala en dirección sur. Su gradiente altitudinal oscila de 0 a 2,428 m.s.n.m., con una elevación

promedio de 462 m.s.n.m. Los cauces principales de la RIC emergen desde las partes más altas de las Sierras del Sur de Chiapas hasta su desembocadura en las vertientes del Golfo de Tehuantepec, con longitudes de 48 km para el Río Pijijiapan, 57 km para el Río Coapa y 56 km en el caso del Río Novillero.

3.1.2. Uso de suelo y vegetación

La vegetación natural cubre alrededor del 56.27% de la región y se clasifica en selva alta perennifolia, bosque mesófilo de montaña, manglares y selva mediana subperennifolia (INEGI, 2018). El 2.52% de la superficie de la región está destinada a la producción agrícola. Los tipos de cultivo predominantes son: palma de aceite, maíz, huertos frutales y café (TEEB Agrifood, 2019), aunque también están presentes otros cultivos de hortalizas y sistemas de milpa. El resto de la superficie corresponde a pastizales vinculados con las actividades pecuarias (38.52%); asentamientos humanos (1.41%) y cuerpos de agua (1.28%) (Tabla 2, Fig. 7).

Tabla 2. Tipos de coberturas presentes en las cuencas de la Región Istmo-Costa.

Tipos de coberturas	Área (km²)	Porcentaje de la cuenca (%)
Pastizal inducido	411.20	38.52%
Selva alta perennifolia	379.42	35.54%
Bosque mesófilo de montaña	149.01	13.96%
Manglar	47.31	4.43%
Selva mediana subperennifolia	24.94	2.34%
Zonas urbanas	15.01	1.41%
Cuerpos de agua	13.66	1.28%
Agricultura general	9.92	0.93%
Palma de aceite	5.22	0.49%
Maíz	4.99	0.47%
Café	3.41	0.32%
Huertos frutales	3.36	0.32%

3.1.3. Subcuencas

Considerando la heterogeneidad de las características biofísicas de las cuencas (diferencias hidrológicas, altitudinales y tipos de coberturas), se delimitaron **14 subcuencas** con base en el Mapa Nacional de Microcuencas (FIRCO-UAQ, 2005). Posteriormente se corrigieron los límites a partir de la red de flujo rápido superficial que resulta del análisis del rendimiento hídrico estacional (InVEST, *Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs*, por sus siglas en inglés) (Sharp et al., 2018) (Tabla 3, Fig. 7).

Tabla 3. Delimitación de subcuencas.

ID	Subcuenca	Superficie (km ²)
1	Pijijiapan	81.67
2	Urbina	51.86
3	Salto de Agua	26.25
4	San Antonio	99.88
5	El Cerrón	59.67
6	Las Brisas	60.66
7	Nueva Coapa	82.08
8	El Carmen	61.07
9	Nueva Flor	54.64
10	El Triunfo IV	57.68
11	Hidalgo Novillero	175.32
12	Sólo Dios	114.81
13	Santa Rita de las Flores	55.26
14	Tres de Mayo	86.62

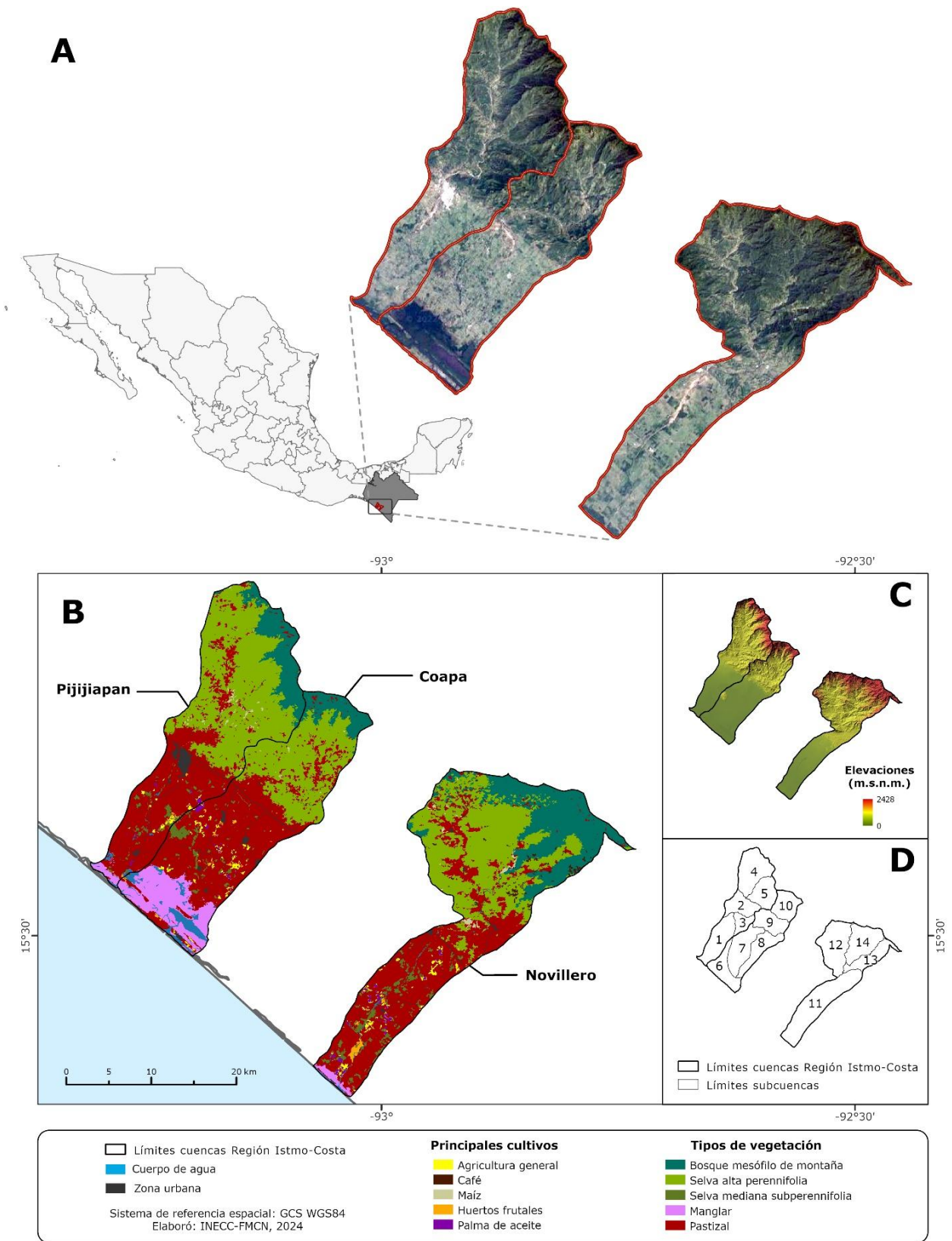


Fig. 7. Cuencas de incidencia del proyecto CONECTA en la Región Istmo-Costa, Chiapas. A) Localización e imagen satelital (Google Earth, 2024). B) Mapa de uso de suelo y vegetación. C) Modelo Digital de Elevación (INEGI, 2013a). D) Delimitación de las subcuencas (FIRCO-UAQ, 2005).

3.1.4. Tipos de suelo

En las cuencas de la Región Istmo-Costa (RIC), el tipo de suelo dominante es el cambisol, que cubre el 31.6 % de la superficie. Este suelo mineral se caracteriza por su limitada evolución pedogenética y su distribución asociada a áreas de materiales geológicos recientes, como los de la Sierra Alta y la Llanura Costera. La fertilidad de los cambisoles está condicionada por su estado incipiente de desarrollo.

El regosol, que ocupa el 26.4 % de la superficie, es un suelo poco desarrollado, generalmente somero y con bajo contenido de materia orgánica. Su presencia está vinculada a terrenos de pendiente pronunciada o a materiales sedimentarios recientes, donde los procesos pedogenéticos han sido limitados.

El gleysol, que representa el 26.1 % del área, es un suelo con características hidromórficas debido a encharcamientos frecuentes o prolongados. Estas condiciones anaeróbicas dificultan la descomposición de la materia orgánica y originan una coloración grisácea o azulada en el perfil del suelo.

Otros suelos presentes en menor proporción incluyen los leptosoles (6.2 %), caracterizados por su escasa profundidad y elevada pedregosidad; los fluvisoles (5.9 %), asociados a depósitos aluviales recientes y frecuentemente fértiles; y los solonchaks (1.4 %), suelos salinos que se desarrollan en ambientes de evaporación intensa (INEGI, 2013b) (Fig. 8).

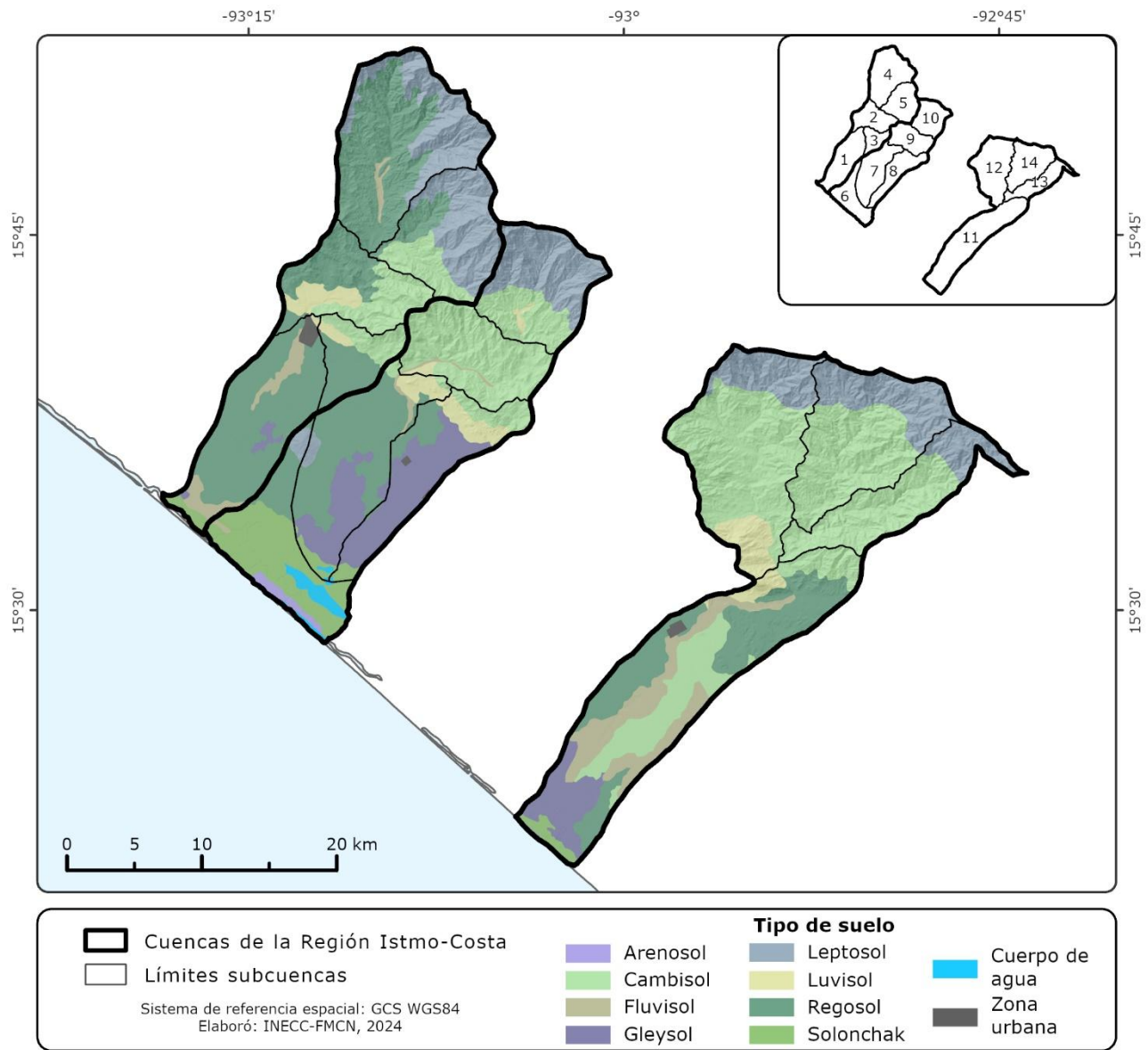


Fig. 8. Tipos de suelo en las cuencas de la Región Istmo-Costa.

3.1.5. Clima

El clima es el término que describe en forma estadística las condiciones meteorológicas calculadas sobre un periodo de tiempo, comúnmente de 30 años (WMO, 2022). Específicamente, se define como la sucesión periódica y cíclica de estados de tiempo atmosférico que se producen en una determinada región. Este sistema climático está en constante cambio debido a las interacciones entre la atmósfera, la hidrósfera, la criósfera, la superficie de la tierra y la biósfera. El sistema climático evoluciona con el tiempo bajo la influencia de su propia dinámica interna, por forzamientos externos como las erupciones volcánicas, las variaciones solares y por los forzamientos inducidos por el ser humano, a través de cambios en la composición de la atmósfera y cambios en el uso de la tierra (IPCC, 2001).

Por otra parte, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), define el cambio climático como el: *“cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”*. Así la CMNUCC diferencia, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales (IPCC, 2018).

El alcance de los efectos del cambio climático en las distintas regiones del planeta variará con el tiempo, así como la capacidad de adaptarse de los diferentes sistemas sociales y ambientales (IPCC, 2007), por lo que es necesario desarrollar medidas y acciones de adaptación, para disminuir la vulnerabilidad al cambio climático de los diferentes sistemas. Ante esta situación, se requiere que los tomadores de decisiones aumenten sus capacidades de conocimiento y comprensión de la información climática, para que la integren como una herramienta de apoyo fundamental en las decisiones (INECC, 2022).

En este contexto, el PAMIC de la RIC incorpora la siguiente descripción general del clima (línea base), para posteriormente, comparar estadísticamente los resultados con **escenarios de cambio climático**. El clima de línea base se analizó considerando la información de 11 estaciones, de las cuales, solo nueve se encuentran en operación y con registros climatológicos de, por lo menos, 30 años (SMN, 2022) (Tabla 4, Fig. 10).

Tabla 4. Estaciones climatológicas dentro de las cuencas de la Región Istmo-Costa, Chiapas.

ID	Clave	Estado	Nombre	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Periodo de registros
1	7037	Operando	Finca Cuxtepeques	15.729	-92.969	1550	1951-2015
2	7054	Operando	Finca A. Prusia	15.732	-92.794	1040	1954-2017
3	7113	Operando	Mapastepec	15.452	-92.876	70	1961-2018
4	7115	Suspendida	Margaritas	15.589	-93.061	90	1964-2015
5	7129	Operando	Pijijiapan	15.698	-93.211	57	1959-2018
6	7208	Operando	Novillero	15.501	-92.943	72	1963-2017
7	7334	Operando	Francisco Sarabia	15.418	-92.998	25	1980-2016
8	7344	Operando	Ejido Ibarra	15.334	-92.952	9	1982-2016
9	7347	Operando	Guadalupe Victoria	15.504	-92.879	130	1982-2015
10	7352	Suspendida	San Diego	15.742	-93.300	48	1982-1996
11	7380	Operando	Las Brisas	15.514	-93.117	10	1984-2016

La temperatura media anual de las cuencas de la RIC oscila entre los 15.3 °C y 28.4 °C, con un valor promedio de 25.4°C (CONAGUA, 2024a). En los meses de abril y mayo se presentan las temperaturas más altas, mientras que, las temperaturas más bajas predominan en enero y febrero. La precipitación anual acumulada oscila entre 1,237 y 2,870 mm, con una media anual de 1,840 mm. El periodo con mayor precipitación es de mayo a septiembre, mientras que los meses más secos van de diciembre a febrero. Los valores más altos de precipitación media anual (>2,500 mm/año) se registran en la zona de sierra al este de la cuenca Coapa y sobre la parte media-alta de la cuenca Novillero, disminuyendo hacia el sur en Novillero y al este en Coapa y Pijijiapan. La evapotranspiración potencial media anual es de 1,698 mm, con un valor máximo en el mes de abril (228 mm), y un valor mínimo durante el mes de septiembre (68 mm) (CONAGUA, 2018) (Fig. 9).

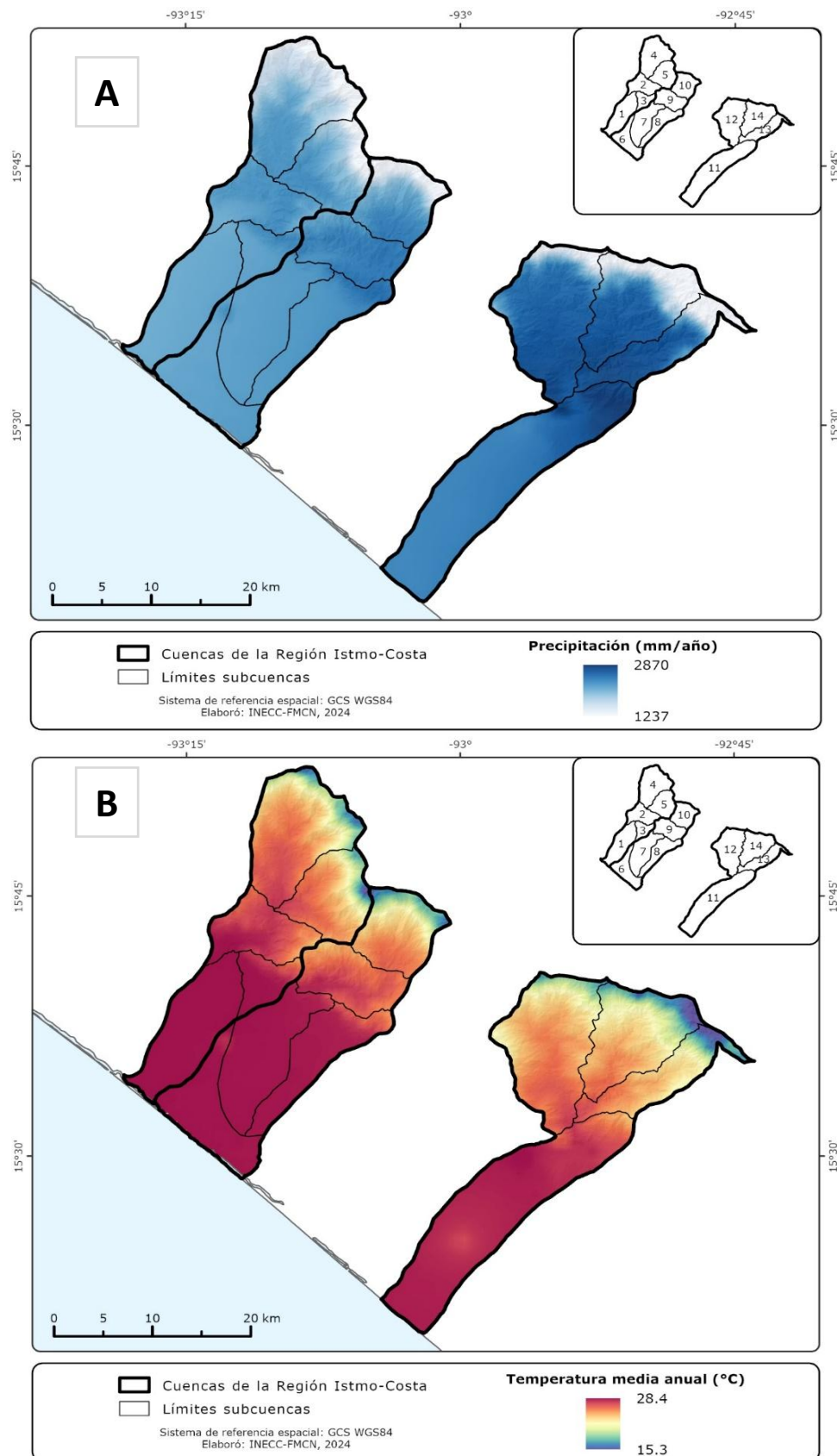


Fig. 9. Mapas de línea base. A) Precipitación y B) Temperatura media anual en las cuencas de la Región Istmo-Costa. (UNIATMOS-UNAM, 2020).

En la RIC se identifican cuatro variaciones climáticas que corresponden a distintos tipos de clima: cálido húmedo (52.04%), cálido subhúmedo (27.33%), semicálido húmedo (18.03%) y templado húmedo (2.59%), de acuerdo con la clasificación climática de Köppenmodificada por García (1964) (Tabla 5, Fig. 10).

El clima cálido húmedo, que cubre el 52.04 % del área total, es el más extendido y se encuentra principalmente en las laderas y valles de la zona media de las cuencas. Las menores extensiones corresponden a los climas semicálido húmedo (18.03 %) y templado húmedo (2.59 %), ambos localizados predominantemente en las zonas montañosas de la RIC. El clima semicálido húmedo se distribuye en áreas de media altitud, mientras que el clima templado húmedo se concentra en las partes más elevadas de la cuenca de Novillero.

Tabla 5. Variables climáticas y tipos de clima en las cuencas de la Región Istmo-Costa.

Cuenca	Tipo climático	Clave	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Coapa	Cálido húmedo	Am(w)	159.17	14.91%
	Cálido subhúmedo	Aw2(w)	131.97	12.37%
	Semicálido húmedo	A(C)m(w)	24.96	2.34%
Novillero	Cálido húmedo	Am(w)	236.81	22.19%
	Cálido subhúmedo	Aw2(w)	72.33	6.78%
	Semicálido húmedo	A(C)m(w)	95	8.90%
	Templado húmedo	C(m)(w)	27.67	2.59%
Pijijiapan	Cálido húmedo	Am(w)	159.42	14.94%
	Cálido subhúmedo	Aw2(w)	87.38	8.19%
	Semicálido húmedo	A(C)m(w)	72.51	6.79%

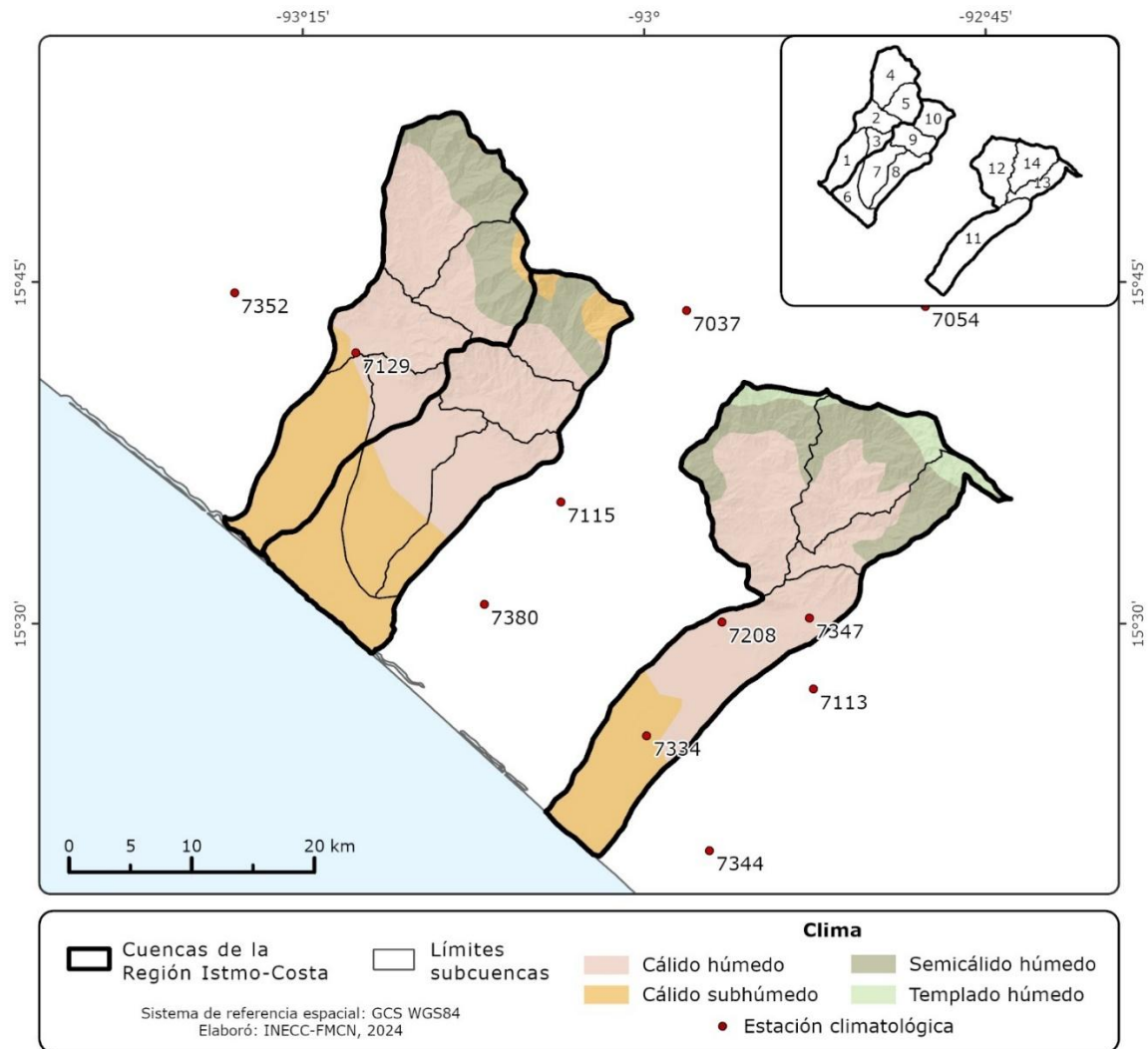


Fig. 10. Localización de las estaciones climatológicas y distribución de los tipos de climas presentes en las cuencas de Región Istmo-Costa (SMN, 2022).

3.2. Caracterización socio-económica

Los servicios ecosistémicos (SE) se identifican por los diferentes beneficios directos e indirectos que tienen efectos en la calidad de vida de las personas. Por lo tanto, un SE solo existe si estos beneficios son percibidos o utilizados por las personas. Esta percepción o uso de los diferentes SE dependerá de una diversidad de factores como las características socio-económicas, reglas y acuerdos políticos, actividades productivas, preferencias y contexto socio-cultural (Peh *et al.*, 2013).

Los cambios en el uso y la distribución de los SE suelen tener diferentes impactos en las personas usuarias o beneficiarias dependiendo de su ubicación en la cuenca y la manera en la que utilizan o se benefician de estos SE. Estas diferencias son uno de los aspectos más importantes en cualquier evaluación de SE para poder promover la distribución equitativa de los mismos, tomando en consideración que cualquier intervención en el territorio o en el manejo de los recursos naturales, podría impactar de forma positiva o negativa en el bienestar de las personas usuarias o beneficiarias que se distribuyen en la cuenca.

Considerando lo anterior, en esta sección se presenta una caracterización general de la población asentada en las cuencas de la RIC en Chiapas. Además, se describen los resultados de un Índice de Caracterización Socioeconómica (ICSE) y de brecha de género que integra diversas variables demográficas, sociales y económicas a partir de análisis estadísticos. La información se describe a nivel de subcuenca o municipio, de acuerdo con el grado de agregación de los datos disponibles.

3.2.1. Población

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2020), la población total en la RIC es de aproximadamente 32,890 personas distribuidas en un total de 476 localidades, de las cuales, más de la mitad de la población (55.39%) se concentra en la ciudad de Pijijiapan (18,219 habitantes), Nuevo Milenio Valdivia (1,479 habitantes), El Palmarcito (1,118 habitantes) y Progreso (854 habitantes) (INEGI, 2020) (Fig. 11).

La densidad poblacional promedio es de 30.8 habitantes/km². Las dos subcuencas con mayor densidad poblacional son: Pijijiapan (197.51 habitantes/km²) y Salto del Agua (67.95 habitantes/km²). Respecto a la distribución de la población por sexo y etnicidad: el 48.3% son mujeres, el 51.7% son hombres, el 0.67% pertenece a la población afromexicana o afrodescendiente y solo el 0.16% son personas hablan alguna lengua indígena (Tabla 6).

Tabla 6. Población total, sexo y etnicidad de la población desagregada por subcuenca en la RIC (INEGI, 2020).

ID	Cuenca	Subcuenca	Población total	Población femenina (%)	Población masculina (%)	Población afro ¹ (%)	Población que habla lengua indígena ² (%)
1	Pijijiapan	Pijijiapan	16,784	51.2	45.6	0.11	0.16
2	Pijijiapan	Urbina	2,069	46.3	46.9	0.43	0.00
3	Pijijiapan	Salto de Agua	1,784	49.3	46.7	0.78	0.00
4	Pijijiapan	San Antonio	178	18.0	21.3	0.00	0.00
5	Pijijiapan	El Cerrón	74	45.9	39.2	0.00	0.00
6	Coapa	Las Brisas	1,402	50.1	46.9	0.14	0.16
7	Coapa	Nueva Coapa	2,883	48.2	46.8	5.65	0.11
8	Coapa	El Carmen	1,392	41.3	42.2	0.07	0.00
9	Coapa	Nueva Flor	755	46.8	50.7	0	0.14
10	Coapa	El Triunfo IV	0	0	0	0	0.00
11	Novillero	Hidalgo Novillero	3,393	43.6	43.0	0.24	0.11
12	Novillero	Sólo Dios	978	47.2	49.9	0.00	0.69
13	Novillero	Santa Rita de las Flores	640	51.1	47.5	0.47	0.51
Total de la cuenca			32,890	48.3	51.7	0.67	0.16

¹ Población que se considera afromexicana o afrodescendiente.² Población >3 años que habla alguna lengua indígena.

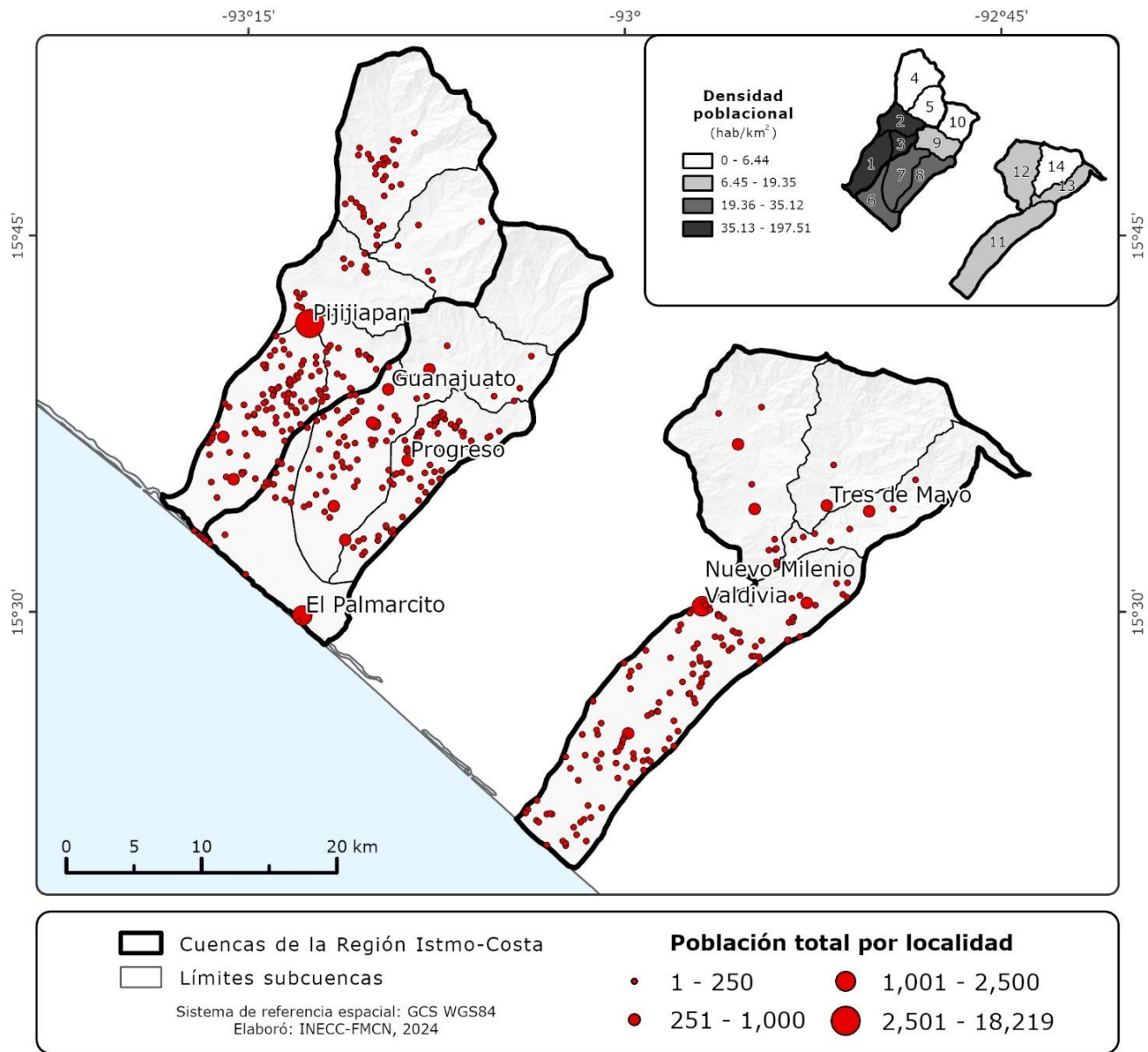


Fig. 11. Mapa de densidad poblacional y localidades ubicadas en las cuencas de la Región Istmo-Costa (INEGI 2020).

3.2.2. Tenencia de la tierra

En las cuencas de la RIC se localizan 56 núcleos agrarios, que incluyen 47 ejidos y nueve comunidades. La mayoría de estos se encuentran en el municipio de Pijijapan, incluyendo localidades como El Paraíso, La Nueva Flor, B.C. El Oaxaqueño, Pijijapan, B.C. Rincón del Bosque, San Antonio, Unión Pijijapan y Carretas. Adicionalmente, la comunidad de Santa Rosa de las Nubes se ubica en el municipio de Mapastepec. Estos núcleos agrarios abarcan aproximadamente el 68% de la superficie total de las cuencas de la RIC (1,067.44 km²). La cuenca de Pijijapan es la que

presenta el mayor porcentaje de superficie representada por núcleos agrarios, alcanzando el 68% de su territorio (RAN, 2023) (Fig. 12, Tabla 7).

El IX Censo Ejidal (INEGI, 2007) registró un total de 13,238 personas ejidatarias en los núcleos agrarios ubicados dentro de las cuencas de la RIC, de las cuales el 19% son mujeres. La desigualdad de género en la tenencia de la tierra también se expresa en los órganos de representación ejidales. De acuerdo con las estadísticas con perspectiva de género reportadas en el Registro Agrario Nacional (RAN, 2023) para el estado de Chiapas, sólo el 18%, de las personas integrantes de los órganos de representación de los núcleos agrarios son mujeres, y únicamente el 1.2% ocupa la comisaría ejidal.

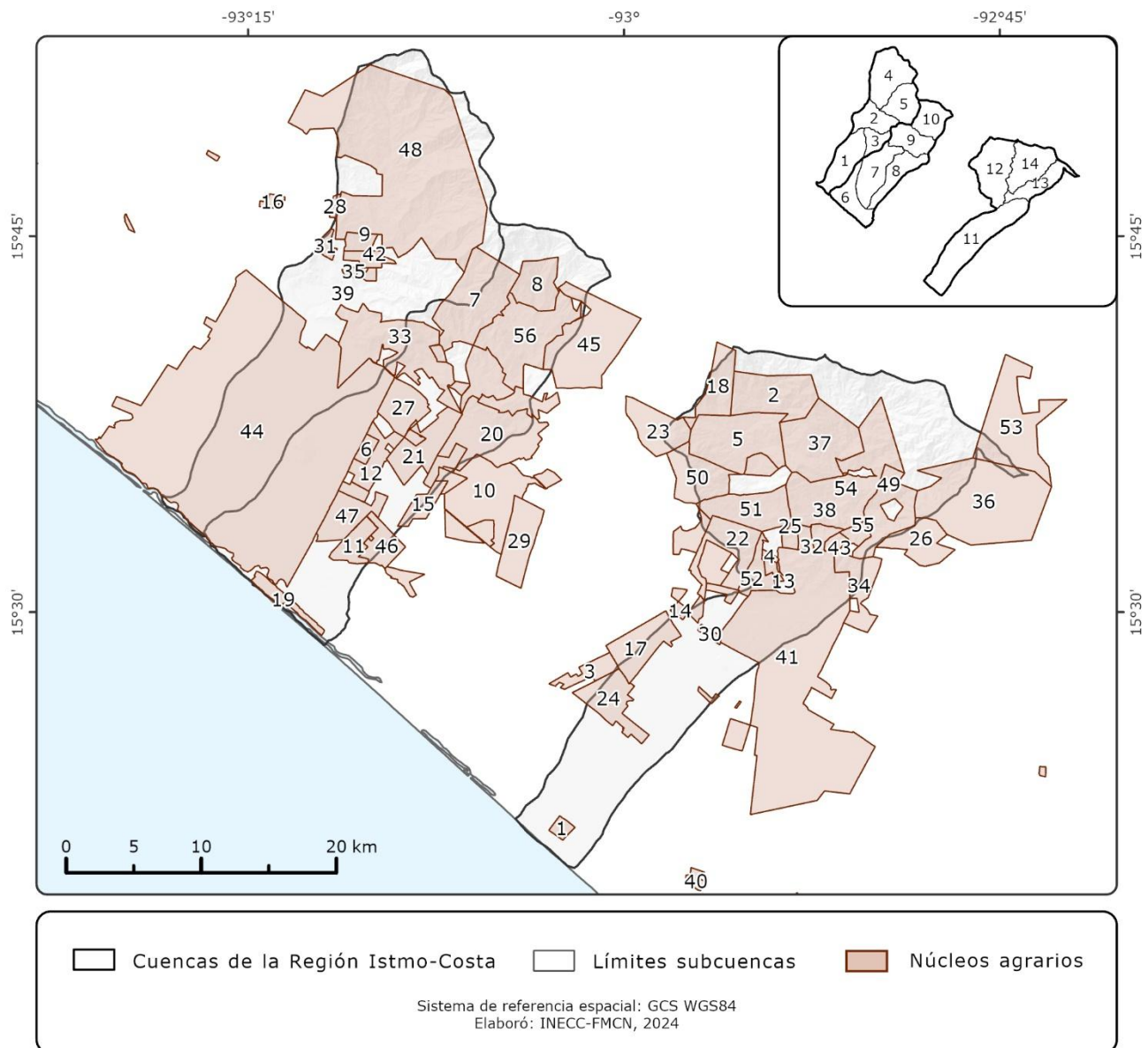


Fig. 12. Localización de ejidos y comunidades en la cuenca de la Región Istmo-Costa (RAN, 2022).

Tabla 7. Listado de núcleos agrarios ubicados en las cuencas de la Región Istmo-Costa.

ID	Núcleo agrario	ID	Núcleo agrario
1	10 de abril	29	Joaquín Miguel Gutiérrez
2	21 de marzo	30	Juan Escutia II
3	Adolfo Lopez Mateos	31	La Conquista II
4	Adolfo Ruiz Cortinez II	32	La Fortuna II
5	Altamira II	33	La Nueva Flor Puente Rio Coapa
6	B.C. El Oaxaqueño.	34	La Victoria
7	B.C. Rincón del Bosque	35	La Victoria
8	Buenos Aires	36	Las Palmas
9	California	37	Loma Bonita
10	Carretas	38	Los Alpes
11	Ceniceros	39	Los Pinos
12	Coapa	40	Luis Donaldo Colosio Murrieta
13	Doroteo Arango	41	Mapastepec
14	Dr. Samuel León Brindis	42	Nueva Esperanza
15	El Carmen	43	Nueva Reforma
16	El Ciprés	44	Pijijiapan
17	El Novillero	45	Plan de Ayala
18	El Palmar	46	Rion (Antes El Palmarcito)
19	El Palmarcito	47	Salto de Agua-Los Limones
20	El Paraíso	48	San Antonio
21	El Progreso	49	Santa Rita de las Flores
22	El Progreso de Chiapas	50	Santa Rosa de las Nubes
23	El Rosario	51	Solo Dios
24	Francisco Sarabia	52	Tierra y Libertad
25	General Absalón Castellanos Domínguez	53	Toluca
26	General Nicolas Bravo	54	Tres de mayo
27	Guanajuato (Echegaray)	55	Unión Chiapaneca
28	Hoja Blanca	56	Unión Pijijiapan

3.2.3. Delimitación municipal y unidades económicas

La RIC está conformada por tres municipios, que se ubican de manera parcial o total dentro de los límites de las tres cuencas. El municipio de Pijijiapan ocupa el mayor porcentaje de la superficie de las cuencas (62.7%), seguido de Mapastepec (35.64%) y La Concordia (1.55%) (Tabla 8, Fig. 13).

Tabla 8. Municipios ordenados con base en el porcentaje que ocupan dentro de los límites de las cuencas de la Región Istmo-Costa.

No.	Municipio	Clave	Superficie de la cuenca (km ²)	Porcentaje municipal dentro de la cuenca (%)	Porcentaje de la cuenca (%)
1	Pijijiapan	07069	669.22	38.10	669.22
2	Mapastepec	07051	380.34	31.18	380.34
3	La Concordia	07020	16.51	0.64	16.51

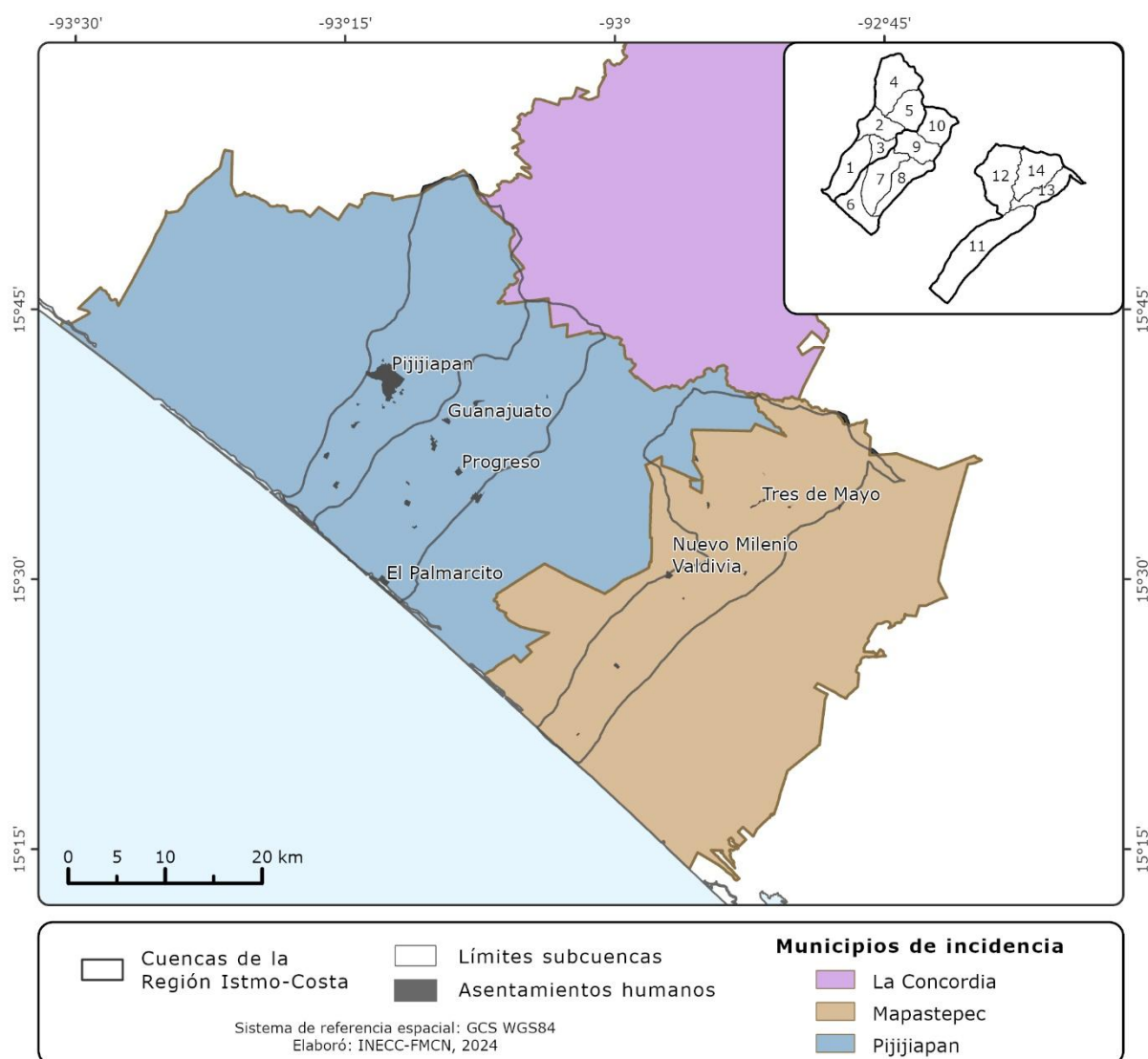


Fig. 13. Mapa de municipios con incidencia en las cuencas de la Región Istmo-Costa.

El sector económico con mayor presencia en la RIC, considerando el número de unidades económicas, es el del comercio al por menor; seguido por servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas (DENUE, INEGI, 2022) (Tabla 9).

Tabla 9. Número de unidades económicas por sector y cantidad de personas empleadas en las cuencas de la Región Istmo-Costa (INEGI, 2022). Los sectores se presentan ordenados de mayor a menor de acuerdo con el total.

Actividades económicas	Cantidad de personas empleadas							Total
	0 a 5	6 a 10	11 a 30	31 a 50	51 a 100	101 a 250	> 251	
Comercio al por menor (sector 46)	771	19	9	3	0	0	0	802
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas (sector 72)	336	12	0	0	0	0	0	348
Otros servicios excepto actividades gubernamentales (sector 81)	236	15	9	5	0	0	0	265
Industrias manufactureras (sector 31-33)	208	10	2	0	0	0	0	220
Comercio al por mayor (sector 43)	64	2	1	2	0	0	0	69
Servicios de salud y de asistencia social (sector 62)	48	5	2	0	1	1	0	57
Servicios educativos (sector 61)	17	8	13	2	1	0	0	41
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación (sector 56)	38	0	2	0	0	0	0	40
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos (sector 71)	25	3	1	0	0	0	0	29
Servicios financieros y de seguros (sector 52)	11	4	6	0	0	0	0	21
Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales (sector 93)	13	2	2	1	0	0	1	19
Servicios profesionales, científicos y técnicos (sector 54)	11	0	0	0	0	0	0	11
Transportes, correos y almacenamiento (sector 48-49)	7		2	1	0	0	0	10
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles (sector 53)	9	0	0	0	0	0	0	9
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza (sector 11)	2	0	2	1	2	0	1	8
Información en medios masivos (sector 51)	6	2	0	0	0	0	0	8
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final (sector 22)	2	0	2	0	0	0	0	4
Construcción (sector 23)	1	1	1	0	0	0	0	3
Minería (sector 21)	0	0		0	0	0	0	0
Corporativos (sector 55)	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1,805	83	54	15	4	1	2	1,964

3.2.4. Actividades ganaderas y de aprovechamiento forestal

De acuerdo con el Marco Censal Agropecuario (INEGI, 2016), aproximadamente la mitad del área municipal de Mapastepec (49.42%) está destinada a actividades ganaderas, lo que representa una superficie total de 607.93 km² (3,910 terrenos). En el municipio de La Concordia, se registran 3,680 terrenos que ocupan una extensión de 889.12 km², mientras que en Pijijiapan se contabilizan 1,337 terrenos en una superficie de 257.27 km², lo que representa el 34.36% y 14.55% de sus áreas municipales, respectivamente. En los tres municipios predomina la ganadería de bovinos en posesión de pequeños y medianos productores (INEGI, 2016) (Tabla 10).

Tabla 10 Número de terrenos y superficie total con actividad ganadera predominante por municipio, sin diferenciar el tipo de ganadería (INEGI, 2016). El orden de los municipios se presenta de mayor a menor de acuerdo con el porcentaje (%).

Municipio	Número de terrenos	Superficie total (km ²)	Porcentaje de la superficie total del municipio (%)
Mapastepec	3,910	607.93	49.42
La Concordia	3,680	889.12	34.36
Pijijiapan	1,337	257.57	14.55
TOTAL	8,927	1,755	

En general, los tres municipios que inciden en la RIC destinan una mínima superficie de su territorio al aprovechamiento forestal de pino, encino y otras especies forestales, gestionadas por pequeños y medianos productores. El municipio de La Concordia es el que tiene el mayor porcentaje de superficie destinada al aprovechamiento forestal (3.52%), seguido de Mapastepec (0.67%) y Pijijiapan (0.51%) (Tabla 11) (INEGI, 2016).

Tabla 11 Número de terrenos y superficie total destinada principalmente a la actividad forestal por municipio. Se muestra los datos generales sin diferencia entre los tipos de especies forestales aprovechadas (INEGI, 2016).

Municipio	No. de terrenos	Superficie total (km ²)	Porcentaje de la superficie total del municipio (%)
La Concordia	85	91.23	3.52
Mapastepec	38	8.19	0.67
Pijijiapan	41	9.02	0.51
TOTAL	164	108.44	

3.2.5. Vulnerabilidad de la ganadería al cambio climático

La Ley General de Cambio Climático define a la vulnerabilidad como “*el grado en que los sistemas pueden verse afectados adversamente por el cambio climático, dependiendo de si éstos son capaces o incapaces de afrontar los impactos negativos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los eventos extremos*”. La vulnerabilidad no sólo depende de las condiciones climáticas adversas, sino también de la capacidad de la sociedad de anticiparse, enfrentar, resistir y recuperarse de un determinado impacto (DOF, 2012a).

La vulnerabilidad se define en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad adaptativa (DOF, 2012a; IPCC, 2020):

$$V = E + S - CA$$

Donde:

Exposición (E) = amenazas climáticas que afectan al objeto vulnerable (actual y futura).

Sensibilidad (S) = condiciones susceptibles del objeto vulnerable.

Capacidad Adaptativa (CA) = capacidades institucionales para atender los impactos potenciales del cambio climático.

De acuerdo con los resultados reportados en el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (ANVCC, INECC, 2019), los municipios de Pijijiapan y La Concordia presentan un grado medio de vulnerabilidad de la producción ganadera ante estrés hídrico o inundaciones (Tabla 12, Fig. 14). Aunque la capacidad adaptativa de estas localidades se clasifica como muy alta, la exposición y sensibilidad de la producción ganadera ante inundaciones también es elevada. Esto se debe, en gran medida, a que muchas unidades de producción pecuaria se ubican en áreas propensas a inundaciones y enfrentan estrés hídrico durante la temporada de estiaje. Además, históricamente, la zona costera de estas cuencas ha registrado severos impactos causados por tormentas tropicales y huracanes, particularmente entre 1998 y 2005 (CONAGUA, 2005).

Tabla 12. Grados de vulnerabilidad actual de la producción ganadera extensiva ante estrés hídrico e inundaciones de los municipios que inciden en la RIC, con base en los resultados del ANVCC (INECC, 2019).

Municipio	Municipio	Exposición	Sensibilidad	Capacidad adaptativa	Grado de vulnerabilidad actual
Vulnerabilidad de la producción forrajera ante estrés hídrico	La Concordia	Medio	Muy Alto	Muy alto	Medio
	Mapastepec	Medio	Medio	Muy alto	Bajo
	Pijijiapan	Medio	Medio	Muy alto	Medio
Vulnerabilidad de la producción ganadera por inundaciones	La Concordia	Muy alto	Medio	Muy alto	Medio
	Mapastepec	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Medio
	Pijijiapan	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Medio
Vulnerabilidad de la producción ganadera ante estrés hídrico	La Concordia	Medio	Medio	Muy alto	Sin vulnerabilidad
	Mapastepec	Medio	Alto	Muy alto	Sin vulnerabilidad
	Pijijiapan	Medio	Alto	Muy alto	Bajo

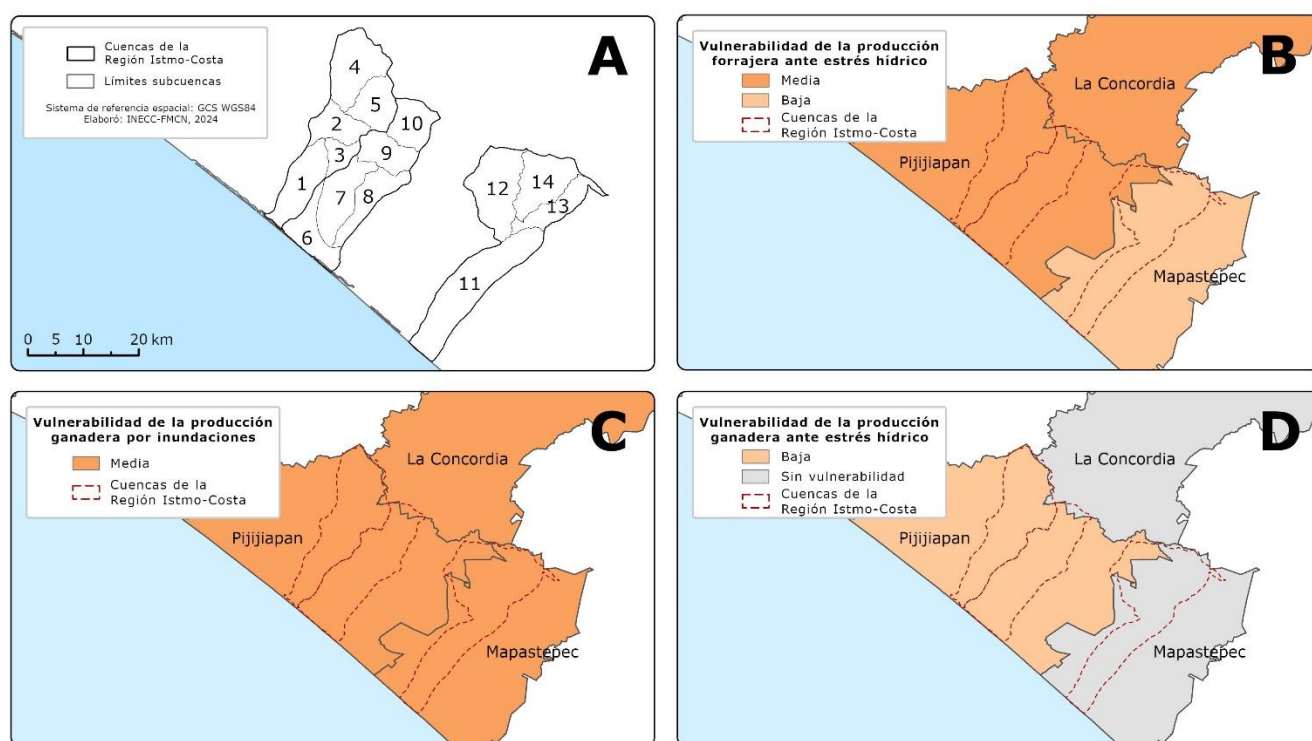


Fig. 14. Mapas de vulnerabilidad al cambio climático de la actividad ganadera en los municipios de las cuencas de la Región Istmo-Costa (INECC, 2019).

3.2.6. Índice de Caracterización Socioeconómica (ICSE) y de brecha de género

El ICSE se adaptó al enfoque de los PAMIC con base en las metodologías de Chakraborty et al., (2019); Estrada et al. (2020) y Haro et al. (2021). Los resultados del ICSE se complementan con la construcción de un índice de brecha de género calculado, el cual es una adaptación del índice de género del Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (ANVCC, INECC, 2019).

Para la construcción del ICSE en la RIC, se seleccionaron indicadores de etnicidad, educación, características económicas, servicios de salud y vivienda derivados del censo poblacional y el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) (INEGI, 2022, 2020).

El índice de brecha de género analiza de manera general la magnitud de la desigualdad entre las mujeres y los hombres. Para ello, integra indicadores relacionados con el contexto sociodemográfico y económico publicados en el Censo de Población y Vivienda, la Encuesta Intercensal y el Censo Ejidal (INEGI, 2020, 2015, 2007). Ambos índices se relacionan con la problemática del cambio climático, ya que caracterizan las condiciones en las que se desarrollan las personas y que influyen en la construcción de la vulnerabilidad climática (INECC-IMTA-INMUJERES, 2019). Las descripciones de los indicadores incluidos para la construcción de cada uno de los índices se describen en la Tabla 13.

El ICSE y el índice de brecha de género simplifican la dimensión y las relaciones entre variables socioeconómicas determinadas a nivel municipal, a partir de pruebas estadísticas como el Análisis de Componentes Principales (PCA, por sus siglas en inglés). El PCA permite la identificación y selección de las variables socioeconómicas con mayor significancia estadística para posteriormente, asignar valores de 0 a 1 a través de una técnica de suma ponderada. Esta técnica asigna pesos proporcionales a cada municipio en función de su superficie dentro de la cuenca, lo que permite obtener una interpretación más precisa considerando la distribución territorial y la influencia de cada municipio en el conjunto de las cuencas de la RV. Por lo tanto, **mayores valores en el ICSE y en el Índice de Brecha de Género (cerca de uno) representan condiciones socioeconómicas más desfavorables y mayor desigualdad de género, respectivamente, lo cual exacerba las condiciones de vulnerabilidad climática.**

La Fig. 15 resume el proceso metodológico y geoespacial para el análisis e interpretación del ICSE con el uso de las herramientas ArcGIS Pro (ESRI, 2022) y el software R (R Core Team, 2024). Una descripción más detallada de las pruebas estadísticas, valores de interpretación, ecuaciones, recomendaciones y la justificación de las variables socioeconómicas seleccionadas en el ICSE se presenta en la guía metodológica de los PAMIC (INECC-FMCN, 2023).

Tabla 13. Descripción de indicadores de mayor significancia estadística para las cuencas de la Región Istmo-Costa, Chiapas.

Indicador	Descripción	ICSE	Brecha de género
Etnicidad			
Población que habla alguna lengua indígena	Porcentaje de personas de 5 a 130 años de edad que hablan alguna lengua indígena y además no hablan español. En el caso del índice de brecha de género se utilizó la base de datos desagregada por sexo (porcentaje de personas de 3 a 130 años de edad) (INEGI, 2020).	◆	◆
Educación			
Población sin escolaridad	Porcentaje de personas de 15 a 130 años que no aprobaron ningún grado escolar o que sólo tienen nivel preescolar (INEGI, 2020).	◆	◆
Características económicas			
Población económicamente inactiva	Porcentaje de personas de 12 a 130 años que trabajaron, tenían trabajo, pero no trabajaron o buscaron trabajo en la semana de referencia (INEGI, 2020).	◆	◆
Trabajo no remunerado	Porcentaje de la población de 12 años y más que realizan trabajo no remunerado (INECC, 2015; INEGI, 2015)		◆
Unidades económicas (UE) con más de 250 personas empleadas	Las Unidades Económicas (UE) son unidades estadísticas que recopilan datos referentes a un tipo de actividad principal y producen bienes o servicios con o sin fines mercantiles, con acciones y recursos bajo control de una sola entidad propietaria o controladora (INEGI, 2014). De acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (INEGI, 2022) se considera al personal contratado directamente por la razón social y al personal ajeno suministrado por otra razón social, que trabajó para la UE con más de 250 personas empleadas, puede ser personal de planta, eventual remunerado o no remunerado.	◆	
Servicios de salud			
Población sin afiliaciones a servicios de salud	Porcentaje de personas que no están afiliadas a servicios médicos en ninguna institución pública o privada (INECC, 2015; INEGI, 2020, 2015).	◆	◆
Vivienda			
Ocupación de viviendas particulares	Número de personas que residen en viviendas particulares (p.ej. casa única en el terreno; casa que comparte terreno con otra(s); casa dúplex; departamento en edificio; vivienda en vecindad o cuartería; vivienda en cuarto de azotea de un edificio y viviendas sin información de ocupantes) divididas en el número de cuartos registrados (INEGI, 2020).	◆	
Viviendas con letrina (pozo u hoyo)	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que disponen de letrina (pozo u hoyo) (INEGI, 2020).	◆	
Viviendas sin drenaje	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje (INEGI, 2020).	◆	
Viviendas sin bienes materiales	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no cuentan con refrigerador; lavadora; horno de microondas automóvil o camioneta; motocicleta o motoneta; bicicleta que se utilice como medio de transporte; algún aparato o dispositivo para oír radio; televisor; computadora, laptop o tablet; Internet; línea telefónica fija; teléfono celular; servicio de televisión de paga (cable o satelital); servicio de películas, música o videos de paga por Internet ni consola de videojuegos (INEGI, 2020).	◆	
Tenencia de la tierra			
Personas con tenencia de la tierra	Porcentaje de personas ejidatarias desagregadas por sexo (INEGI, 2007)		◆

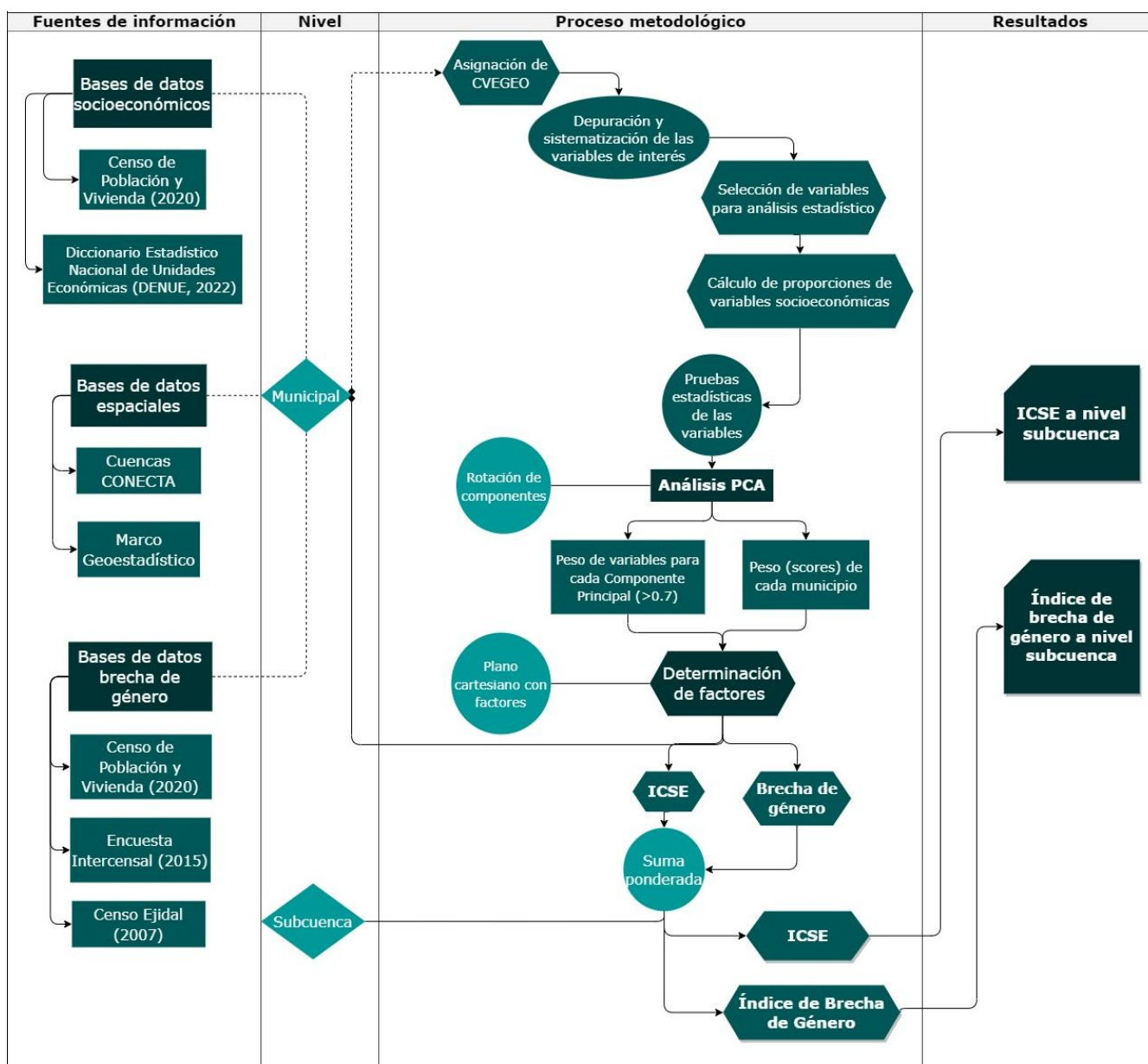


Fig. 15. Proceso metodológico para el análisis e interpretación del ICSE y brecha de género a nivel de subcuenca.

De acuerdo con los resultados, las cuencas de la RIC tienen valores promedio de 0.7 en el ICSE y de 0.3 en el índice de brecha de género, ambos interpretados en un intervalo de cero (condiciones socioeconómicas más favorables) a uno (condiciones menos favorables) (Tabla 14).

La mayoría de las subcuencas registran valores de ICSE superiores a 0.5, lo que indica condiciones socioeconómicas más desfavorables para la población (Fig. 16). Respecto a la brecha de género, las subcuencas de Hidalgo Novillero, Santa Rita de las Flores (0.5), Tres de Mayo (0.48) y Sólo Dios (0.4) muestran una mayor desigualdad en comparación con el resto de las subcuencas, las cuales presentan valores inferiores a 0.33 (Fig. 17). De acuerdo con el CONEVAL (2020), alrededor del 70% de la población que reside en los municipios de Mapastepec, Pijijiapan y La Concordia se encuentra

en condiciones de pobreza. Las ponderaciones y valores específicos de los indicadores por subcuenca se pueden consultar en el ANEXO 1.

Tabla 14. Valores ordenados de mayor (condiciones socioeconómicas y de género menos favorables) a menor (condiciones más favorables) con base en el ICSE y la brecha de género para cada subcuenca de la Región Istmo-Costa.

ID	Cuenca	Subcuenca	ICSE	Brecha de género
1	Pijijiapan	Pijijiapan	0.75	0.25
2	Pijijiapan	Urbina	0.75	0.25
3	Pijijiapan	Salto de Agua	0.75	0.25
4	Pijijiapan	San Antonio	0.74	0.26
5	Pijijiapan	El Cerrón	0.73	0.29
6	Coapa	Las Brisas	0.75	0.25
7	Coapa	Nueva Coapa	0.75	0.25
8	Coapa	El Carmen	0.75	0.25
9	Coapa	Nueva Flor	0.75	0.25
10	Coapa	El Triunfo IV	0.71	0.33
11	Novillero	Hidalgo Novillero	0.5	0.5
12	Novillero	Sólo Dios	0.6	0.4
13	Novillero	Santa Rita de las Flores	0.5	0.5
14	Novillero	Tres de Mayo	0.5	0.48

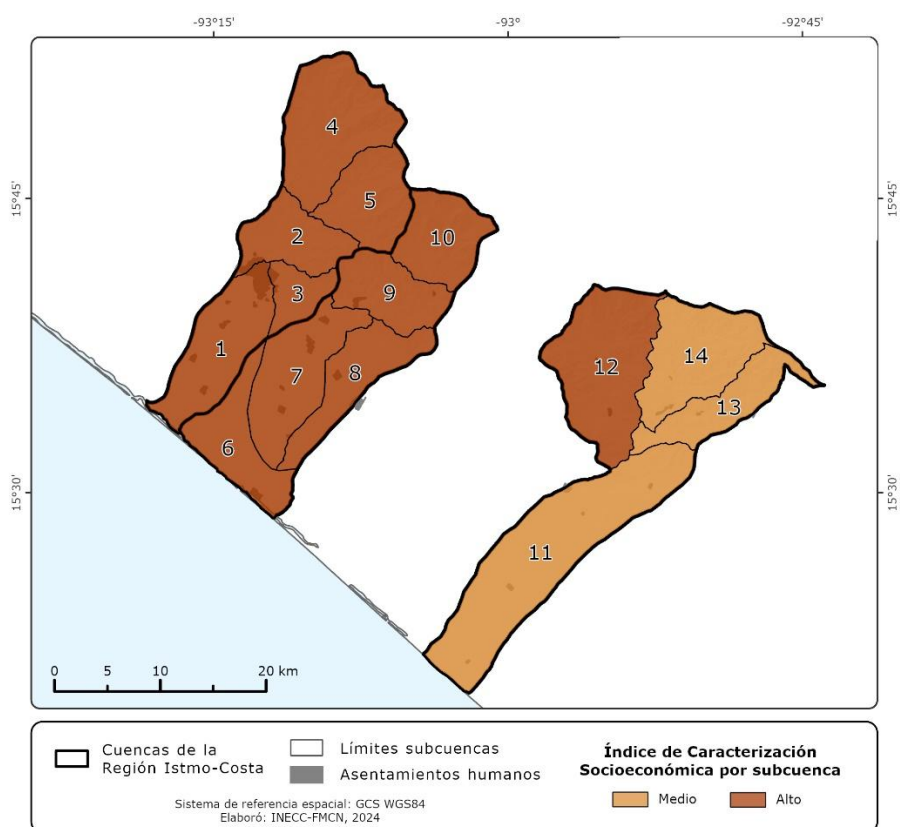


Fig. 16. Índice de Caracterización Socioeconómica (ICSE) de las subcuencas de la Región Istmo-Costa, Chiapas. (INEGI, 2022, 2020).

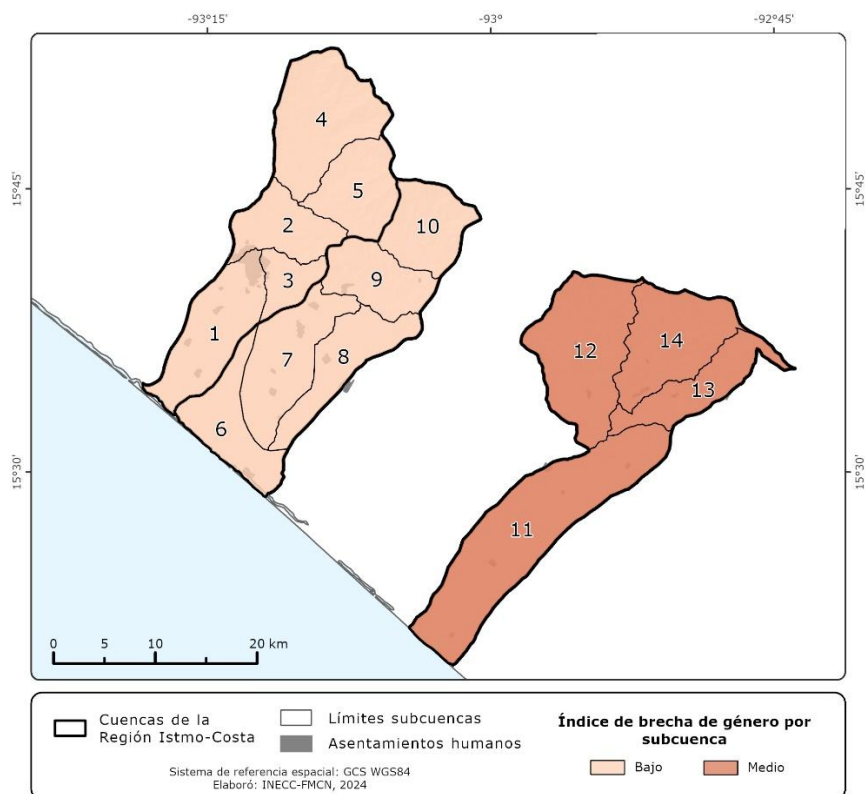


Fig. 17. Índice de brecha de género de las subcuencas de la Región Istmo-Costa, Chiapas. (INECC, 2015; INEGI, 2020, 2015, 2007).

3.3. Caracterización político institucional

3.3.1 Gestión institucional del agua

La solución de los desafíos vinculados con el abastecimiento de agua, tanto en cantidad como en calidad, requiere de la participación activa de las personas usuarias, las comunidades locales y la sociedad en general. En México, la participación y el compromiso de diversos sectores en la gestión del agua se ha ido fortaleciendo gradualmente, tanto en ámbitos formales como informales. No obstante, aún es fundamental establecer espacios inclusivos para el diálogo, la difusión de información y la concertación de soluciones entre los diferentes sectores de la población.

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) estipula que los **Consejos de Cuenca (CCu)** son órganos colegiados de integración mixta para la planeación, realización y administración de las acciones de gestión de los recursos hídricos por cuenca o región hidrológica. De acuerdo con la ley, estos Consejos representan instancias de apoyo, concertación, consulta y asesoría entre la CONAGUA y las diferentes personas usuarias en el país. En ellos convergen los tres órdenes de gobierno, representantes particulares y de organizaciones de la sociedad civil (CONAGUA, 2021a).

Los CCu se apoyan en órganos auxiliares para avanzar en sus objetivos, como las comisiones de cuenca para las subcuencas, los comités de cuenca para las microcuencas, los comités técnicos de aguas subterráneas (Cotas) y los comités de playas limpias en las zonas costeras del país.

En relación con la participación social en la gestión del agua en las cuencas de la RIC, el Organismo de Cuenca de la Región Hidrológica-Administrativa XI Frontera Sur a través de Consejo de Cuenca Costa de Chiapas y Ríos Grijalva Usumacinta y en coordinación con las Comisiones de Cuenca del Río Coapa, Río Cuxtepec y Río Tiltepec suman esfuerzos en el territorio para fortalecer la gestión integral del agua (Fig. 18).

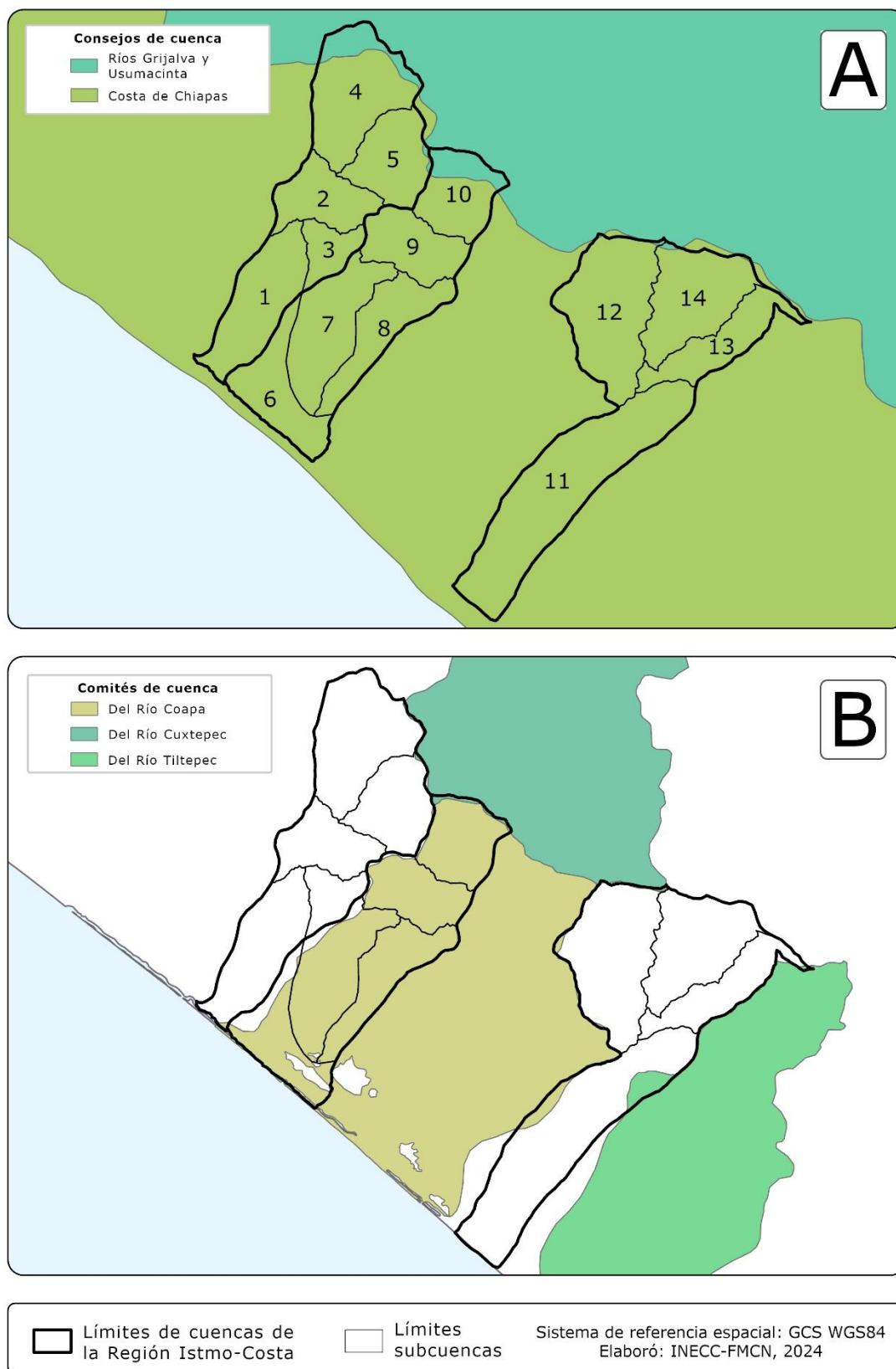


Fig. 18. A) Mapa de incidencia de los Consejos de Cuenca de la Costa de Chiapas y de los Ríos Grijalva y Usumacinta. B) Localización e incidencia de los Comités de Cuenca en la Región Istmo-Costa (CONAGUA, 2024b).

3.4.2. Instrumentos de planeación y áreas de importancia ambiental

En las cuencas de la RIC se encuentran diversas áreas de importancia biocultural, así como instrumentos de planificación territorial a diferentes niveles de gestión. Estos incluyen tres Ordenamientos Ecológicos, dos Áreas Naturales Protegidas (ANP), tres Regiones Prioritarias, un sitio RAMSAR, dos Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), y tres Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) (Tabla 15, Fig. 19).

Tabla 15. Instrumentos de planeación territorial y áreas de importancia ambiental en las cuencas de la Región Istmo-Costa (SIGEIA-SEMARNAT, 2022).

Tipo de instrumento o área	Categoría o nivel	Nombre	Superficie total (km ²)	Área dentro de la RIC (km ²)	Porcentaje del área dentro de la RIC (%)	Descripción
Ordenamiento Ecológico	Ordenamiento Ecológico General del Territorio	Llanura Costera de Chiapas y Guatemala	5018.21	440.18	8.77	Política ambiental de restauración, preservación y aprovechamiento sustentable. Prioridad de atención: muy alta. Rectores del desarrollo: Poblacional - Preservación de flora y fauna (DOF, 2012b)
		Sierras del Sur de Chiapas Este	6652.42	539.87	8.12	Política ambiental de restauración, preservación y aprovechamiento sustentable. Prioridad de atención: muy alta. Rectores del desarrollo: Preservación de flora y fauna (DOF, 2012b)
		Sierras del Suroeste de Chiapas	6659.87	87.21	1.31	Política ambiental de restauración, preservación y aprovechamiento sustentable. Prioridad de atención: muy alta. Rectores del desarrollo: Forestal - Preservación de flora y fauna (DOF, 2012b)
Área Natural Protegida – Federal	Reserva de la Biósfera	El Triunfo (REBITRI)	1192.71	228.89	19.19	Fecha de decreto: 15/05/1990
	Reserva de la Biósfera	La Encrucijada (REBIEN)	1457.32	127.39	8.74	Fecha de decreto: 06/06/1995
Área Natural Protegida	Área Destinada Voluntariamente a la Conservación	Las Nubes	4.25	2.09	49.18	Certificado CONANP - 395/2016
Región prioritaria	Región Terrestre Prioritaria (RTP)	El Triunfo-La Encrucijada-Palo Blanco	5737.1	1059.05	18.46	Clave de RTP: 133 (CONABIO, 2000)
	Región Marina Prioritaria (RMP)	Corredor Puerto Madero	6152.12	134.79	2.19	Clave de RMP: 40 (CONABIO, 1998)
	Región Hidrológica Prioritaria (RHP)	Soconusco	9230.85	1007.24	10.91	Clave de RHP: 32 (CONABIO, 2002)

Tipo de instrumento o área	Categoría o nivel	Nombre	Superficie total (km²)	Área dentro de la RIC (km²)	Porcentaje del área dentro de la RIC (%)	Descripción
Otros	Esquema de Pagos por Servicios Ambientales	PSA-Pagos por Servicios Ambientales	54.83	28.39	51.78	SEMARNAT, CONAFOR (2017-2023)
	Sitio RAMSAR	Reserva de la Biosfera La Encrucijada (RBLE)	1448.68	127.31	8.79	La RBLE es la única en el estado que protege los hábitats y las especies de flora y fauna en los humedales de la costa chiapaneca (RAMSAR, 1997).
	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)	El Triunfo	2125.37	447.71	21.07	Categoría MEX-4-C (1999) y A1, A2, A3, A4i, A4ii (Birdlife, 2007) con 375 especies (CONABIO, 2024)
		La Encrucijada	1650.43	204.16	12.37	Categoría G1 (1999) y A1, A2, A3 (Birdlife, 2007) con 321 especies (CONABIO, 2024)
	Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA)	Bienes Comunes San Antonio	154.1	124.6	80.80	SEMARNAT-UMA-EX-0010-CHIS/03
		El Triunfo Campesino	22.3	18.08	81.04	SEMARNAT-UMA-EX-0114-CHIS/11
		La Flor de Tres de Mayo	32.79	32.79	100	SEMARNAT-UMA-EX-1146-19
		Santa Rosa Las Nubes	1.86	0.48	25.81	SEMARNAT-UMA-EXT-0661-CHIS/15

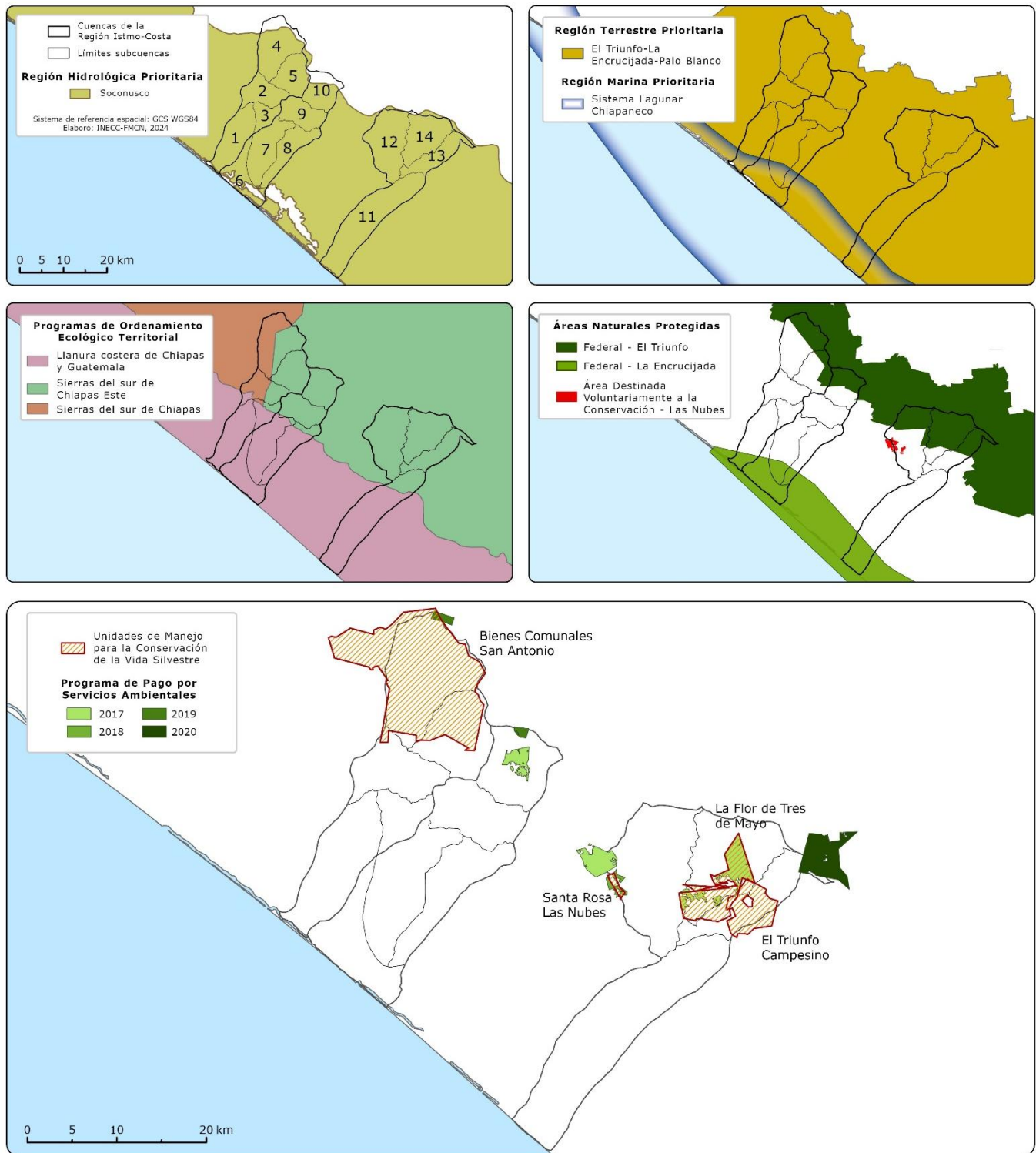


Fig. 19. Mapas de localización de las áreas de importancia ambiental y los instrumentos de planeación territorial en las cuencas de la Región Istmo-Costa (ESDIG-SEMARNAT, 2023; SEMARNAT-CONAFOR, 2023; SIGEIA-SEMARNAT, 2022).

Análisis de los servicios ecosistémicos (SE)

En este capítulo se identifican y analizan las relaciones de oferta y demanda de los SE en las cuencas de la Región Istmo-Costa, específicamente en términos de la cantidad de agua, evaluada a través del rendimiento hídrico y la recarga local, así como de la calidad de agua, asociada a la retención de nutrientes y el control de las tasas de erosión. La integración de resultados se establece considerando la conectividad hidrográfica y los escenarios de cambio climático y cambios potenciales de uso de suelo y vegetación.



Análisis de los servicios ecosistémicos de las cuencas de la Región Istmo-Costa

4. Herramientas de evaluación de servicios ecosistémicos (SE)

En las últimas décadas se han desarrollado una gran variedad de herramientas y métodos para evaluar y cuantificar SE cuyo objetivo está enfocado en apoyar la toma de decisiones (IPBES, 2022, 2019a, 2016). Algunas de estas herramientas se han diseñado para su aplicación en cualquier localización a nivel global, mientras que otras se caracterizan por ser más específicas (Birch et al., 2014). Sin embargo, a pesar de los avances significativos en el desarrollo del concepto, métodos y modelos para la evaluación de los diferentes SE, su aplicación para guiar el desarrollo de actividades sostenibles sigue siendo un reto debido a la disponibilidad de recursos e información (Pandeya et al., 2016).

En términos de la evaluación de SE, las herramientas de modelación espacial y representación geográfica representan una excelente opción para el análisis a escala regional o a nivel de cuenca hidrográfica (Ávila-García et al., 2020; Ferreira et al., 2019; Gaglio et al., 2019; Ochoa-Tocachi et al., 2022). No obstante, dependiendo de la escala, algunas evaluaciones podrían requerir mayores esfuerzos multi y transdisciplinarios, en conjunto con la aplicación de diferentes métodos y herramientas (Pandeya et al., 2016), particularmente en áreas de estudio donde la información socio-ecológica es escasa o poco accesible (Jujnovsky et al., 2017; Peh et al., 2013).

En general, todos los modelos o herramientas para la evaluación de SE poseen ventajas y desventajas por lo que sus alcances, limitaciones y diferentes enfoques (p.ej. evaluación económica, representación espacial y temporal e incorporación de modelos biofísicos existentes) deben considerar los objetivos, la temporalidad, los diferentes insumos, la recolección in situ de datos específicos, la flexibilidad, la escalabilidad, la accesibilidad, los recursos (p.ej. staff, programas y capacidad computacional) y el nivel de experiencia requerido para cada herramienta (Grêt-Regamey et al., 2017).

Con base en lo anterior, se seleccionó la herramienta de INVEST-*Integrated Valuation of Ecosystem Services and Trade-offs* (Sharp et al., 2018) como el modelo más adecuado para alcanzar los objetivos planteados en el PAMIC. Esta elección considera su adaptación al contexto socio-ecológico, así como a la disponibilidad de datos, recursos y capacidades técnicas. Una comparación más detallada de algunas de las herramientas más utilizadas se puede consultar la guía metodológica de los PAMIC (INECC-FMCN, 2023).

INVEST ha sido una herramienta ampliamente utilizada en evaluaciones socio-ecológicas y de planeación territorial basadas en escenarios alternativos (Bagstad et al., 2013; Grêt-Regamey et al., 2017). INVEST es un conjunto de modelos de software libre y de código abierto desarrollados por el

Natural Capital Project (Stanford University; Sharp et al., 2018). El sistema está compuesto por 18 módulos de SE diseñados tanto en paisajes terrestres como marinos y costeros (p.ej. polinización, calidad del hábitat, transporte de nutrientes, rendimiento hídrico, captura de carbono), así como un par de herramientas complementarias (p.ej. generador de escenarios basados en la proximidad y delimitación de cuencas).

Los siguientes apartados presentan un resumen del proceso metodológico y los principales resultados de los elementos descritos en el esquema conceptual del componente técnico de los PAMIC (Fig. 4) para la priorización territorial de la RIC. Este proceso se lleva a cabo mediante el uso de sistemas de información geográfica, la herramienta de modelación InVEST, análisis estadísticos y de redes.

4.1. Oferta o provisión de servicios ecosistémicos (SE)

Los SE que dependen de la cantidad y calidad del agua, como la provisión de agua superficial y subterránea, el transporte de nutrientes, la regulación de flujos y el control de la erosión hídrica, son fundamentales para el bienestar humano y el manejo integral de los recursos hídricos (Seifert-Dähnn et al., 2015). Estos servicios ecosistémicos hidrológicos (SEH) están relacionados con los ecosistemas acuáticos y sus zonas de transición con otros ecosistemas terrestres (p.ej. bosques, pastizales, cultivos agrícolas, vegetación riparia y humedales), por lo que suelen sustentar otros SE relevantes como la provisión de bienes cultivados, los servicios recreativos o culturales y la captura de carbono (Grizzetti et al., 2016).

Los procesos eco-hidrológicos a nivel de cuenca hidrográfica suelen ser difíciles o costosos de analizar debido a que se requieren largos periodos de validación. Incluso, las evaluaciones a escala de sitio o parcela requieren equipo especializado, cuyas observaciones son difíciles de replicar a una mayor escala, particularmente, cuando se requiere capturar la variabilidad climática o estimar el impacto potencial de la alteración de estos procesos (p.ej. cambios en las tasas de evapotranspiración) sobre los diferentes SE en regiones poco accesibles (Redhead et al., 2016). Ante esta situación, los modelos (definidos como representaciones simplificadas que utilizan conceptos y aproximaciones de procesos reales de los sistemas), representan una herramienta muy útil para entender y analizar dinámicas complejas con base en estimaciones cuantitativas que fortalecen la toma de decisiones (Pandeya et al., 2016).

La identificación, selección y modelación de SE prioritarios asociados con actividades agropecuarias y agroforestales se llevó a cabo mediante revisiones bibliográficas, considerando los objetivos, alcances, recursos, datos, capacidades técnicas y el tiempo disponible. Este proceso se complementó con la identificación de SE por parte de actores locales en territorio a través de talleres participativos.

En los siguientes apartados se describen los principales resultados del análisis y la integración de la provisión de los SE de cantidad (rendimiento hídrico y recarga local) y calidad de agua (control de sedimentos y retención de nutrientes) con el uso de la herramienta InVEST (Fig. 20). Una descripción más detallada del geoprocésamiento se incluye en la guía metodológica.

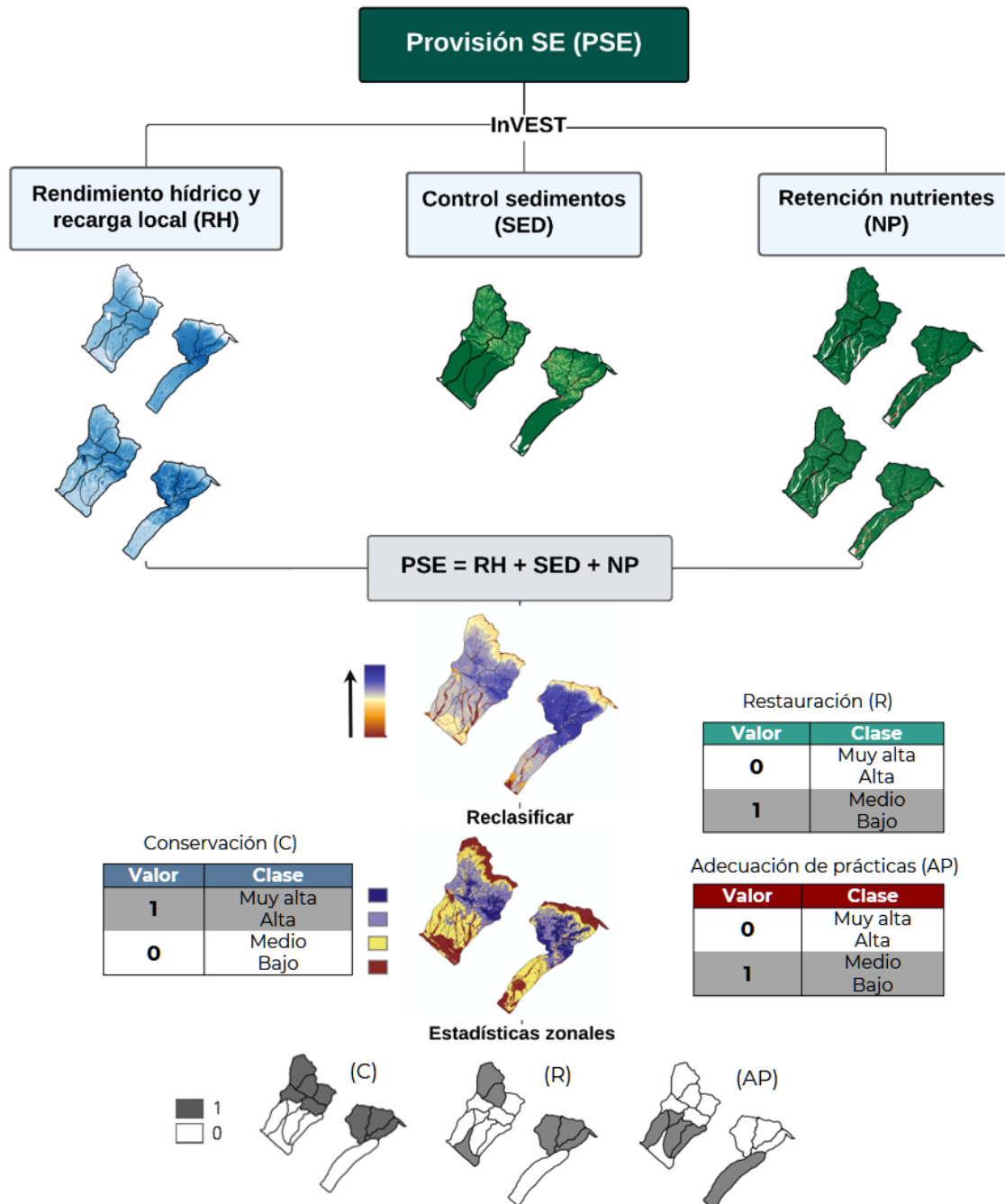


Fig. 20. Esquema de integración y análisis para la identificación de las subcuencas con mayor y menor provisión de SE. Las subcuencas prioritarias para llevar a cabo acciones de conservación (C), restauración (R) o adecuación de prácticas productivas (AP) se resaltan en color sombreado.

4.1.1. Provisión de agua- Rendimiento hídrico

La provisión de agua dentro de las cuencas involucra procesos de filtración, retención y almacenamiento; por lo que el tipo de relieve, la topografía, el tamaño de las cuencas, la ubicación geográfica, los tipos de suelo, la litología, las coberturas forestales y el clima, juegan un papel fundamental en la regulación de estas dinámicas eco-hidrológicas (De Groot et al., 2002).

El rendimiento hídrico anual derivado del modelo InVEST (*Annual Water Yield*) se utilizó como una aproximación para estimar la cantidad promedio de agua que se produce en la cuenca y que está disponible para diferentes usos.

El modelo de InVEST estima las contribuciones relativas de agua o el rendimiento hídrico (Y) (mm/año) para cada píxel (x) de acuerdo con la expresión de la curva de Budyko (1974), adaptada por Fu, (1981) y Zhang et al., (2004) (ecuación 1):

$$(1) \quad Y(x) = \left(1 - \frac{AET(x)}{P(x)}\right) \cdot P(x)$$

P = Precipitación anual
 AET = Evapotranspiración real (cantidad de agua evaporada efectivamente en función de la superficie del suelo y el tipo de cobertura vegetal)

El modelo requiere cinco parámetros biofísicos en formato de ráster georreferenciado como datos de entrada: 1) profundidad de restricción para el crecimiento de las raíces; 2) fracción de agua contenida en el suelo disponible para las plantas; 3) precipitación promedio anual; 4) promedio anual de evapotranspiración de referencia y ; 5) mapa de uso de suelo y vegetación (USV). El modelo también requiere de coeficientes específicos (tabla biofísica con valores separados por comas) asociados a cada una de las clases del mapa de USV (ANEXO 2).

Los resultados del rendimiento hídrico anual modelan la contribución potencial de agua desde cada zona del paisaje, ofreciendo información sobre cómo los diferentes usos del suelo pueden afectar el escurrimiento superficial. Mientras que el análisis de los flujos estacionales: flujos rápidos (que ocurren durante o poco después de un evento de lluvia) y flujos base (que ocurren durante las épocas de sequía), son fundamentales para estimar espacial y temporalmente la producción de agua en una cuenca.

Por tal motivo, también se utilizó el modelo del rendimiento hídrico estacional de InVEST (*Seasonal Water Yield*) para cuantificar la esorrentía superficial mensual (flujo rápido o *quickflow*) y la recarga local (L) por píxel. El índice de recarga local se calcula en una escala de tiempo anual, pero utiliza valores derivados de la disponibilidad de agua mensual por lo que representa la contribución potencial al flujo base. En este sentido, el modelo asume que las precipitaciones que no escurren como flujos rápidos, y no son evapotranspiradas por la vegetación en un píxel, pueden infiltrarse en el suelo para convertirse en recargas de agua locales.

En las cuencas de RIC se estimó un rendimiento hídrico anual promedio de 933.33 mm/año, de los cuales se estima un promedio de 398.11 mm/año de recarga local. Las subcuencas con los niveles más elevados de rendimiento hídrico y recarga local se ubican en la parte alta de las cuencas, donde se concentran los mayores volúmenes de precipitación. Sin embargo, en las áreas cercanas al parteaguas, que presentan una distribución predominante de bosque mesófilo de montaña y suelos someros y pedregosos de tipo leptosol, se registran menores niveles de precipitación y temperatura, lo que se asocia con menores tasas de rendimiento hídrico. En contraste, la planicie costera de las cuencas de Pijijiapan y Coapa, dominada por pastizales y cultivos agrícolas, presenta valores más bajos de recarga local, atribuibles a mayores tasas de evapotranspiración y temperatura (Fig. 21).

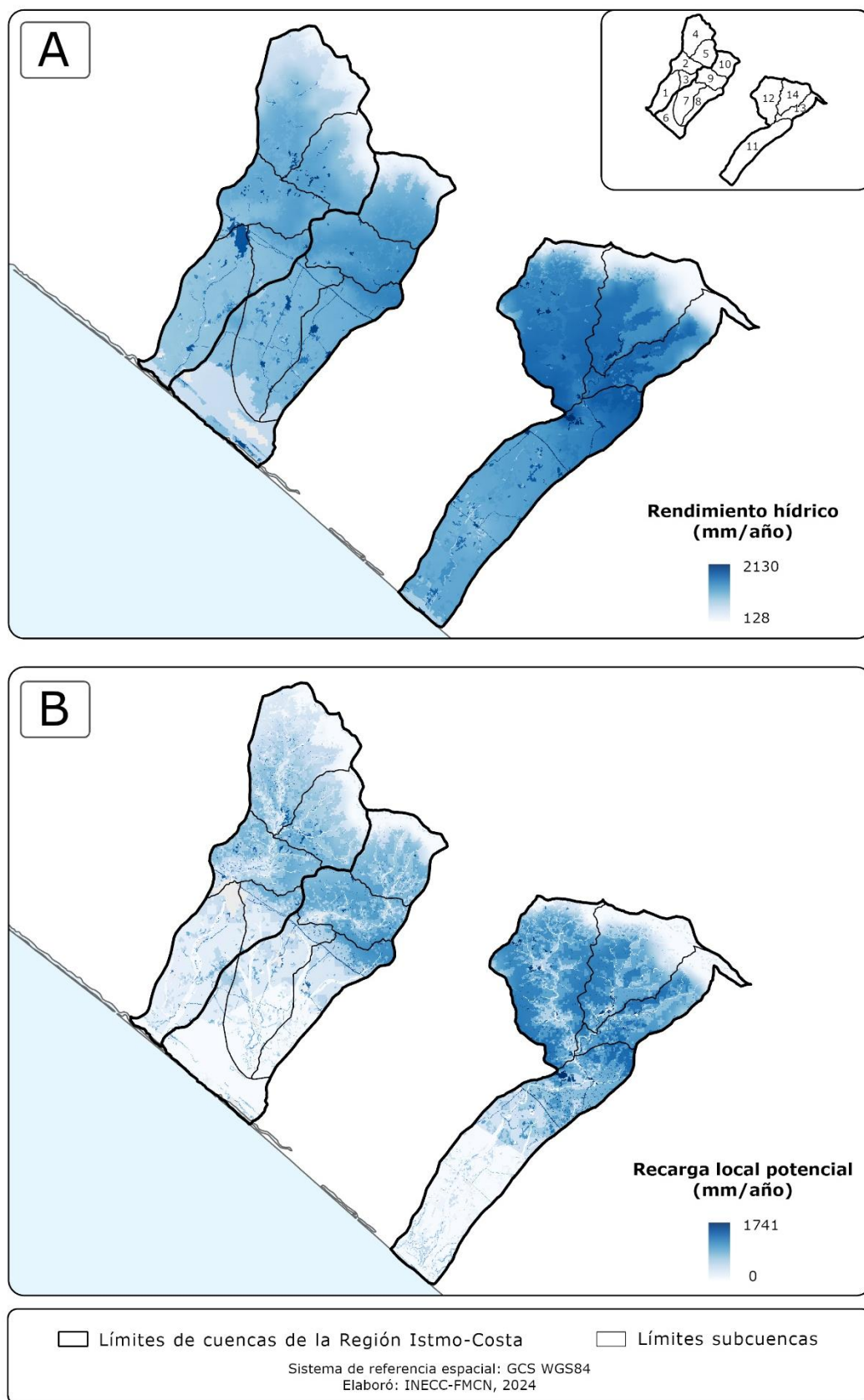


Fig. 21. Mapa de línea base del A) rendimiento hídrico anual y B) la recarga local en las cuencas de la Región Istmo-Costa.

4.2.2. Transporte de sedimentos

La pérdida del suelo, relacionada con un incremento significativo en el transporte de sedimentos, se ha observado en muchas regiones alrededor del mundo (Hamel et al., 2015). Particularmente, la erosión acelerada del suelo relacionada con las dinámicas hidrológicas, ha afectado de manera drástica en la calidad del agua, la productividad del suelo y la pérdida de nutrientes (Benavidez et al., 2018). Lo que, a su vez, ha impactado en la degradación de las coberturas vegetales, la pérdida de la biodiversidad y la desestabilización de laderas.

La erosión hídrica es el tipo predominante de degradación del suelo en México, afectando aproximadamente al 76% del territorio, con un 39% clasificado entre moderada y extrema (Bolaños et al., 2016; Montes-León et al., 2011). Además, la erosión se intensifica debido a prácticas que promueven la pérdida de coberturas vegetales como el sobrepastoreo, las quemas para la preparación de tierras agrícolas, la minería, la deforestación y la expansión urbana no planificada (Castro Mendoza, 2013; Hamel et al., 2015). Esto, a su vez, ha impactado en la degradación de las coberturas vegetales, la pérdida de la biodiversidad, la desestabilización de laderas y los bajos rendimientos en la producción agrícola y pecuaria, así como en la disminución de la vida útil de las obras hidráulicas por la cantidad de sedimentos que transporta el agua (Montes-León et al., 2011).

Los cambios en el transporte de sedimentos se derivan de las complejas interacciones entre la topografía, el clima y los cambios de uso de suelo y vegetación. Por lo tanto, analizar la capacidad de retención de sedimentos por parte de las coberturas vegetales es fundamental para fortalecer los planes de manejo territorial (Martin-Ortega et al., 2013). Específicamente, dentro del marco de los PAMIC, la identificación de zonas con mayor producción o retención de sedimentos es la base para poder diseñar mejores estrategias para reducir las cargas de sedimentos o promover la conservación de áreas con alta capacidad de retención.

El modelo de producción y transporte de sedimentos de InVEST (*SDR-Sediment Delivery Ratio*) estima la capacidad que tiene una parcela del terreno para retener sus partículas. Una vez liberadas estas partículas sólidas se convierten en sedimentos que están sujetos a la acción de agentes externos que los transportan a otras áreas. De esta forma, las áreas que presentan altas tasas de pérdida del suelo son potencialmente exportadoras de sedimentos. Los resultados del modelo representan el promedio anual de producción de sedimentos por subcuenca, con base en algoritmos que, primero calculan la cantidad de pérdida de suelo a nivel de píxel y, posteriormente, la tasa de retención de sedimentos del valor de ese píxel en su tránsito hacia la red fluvial (Borselli et al., 2008).

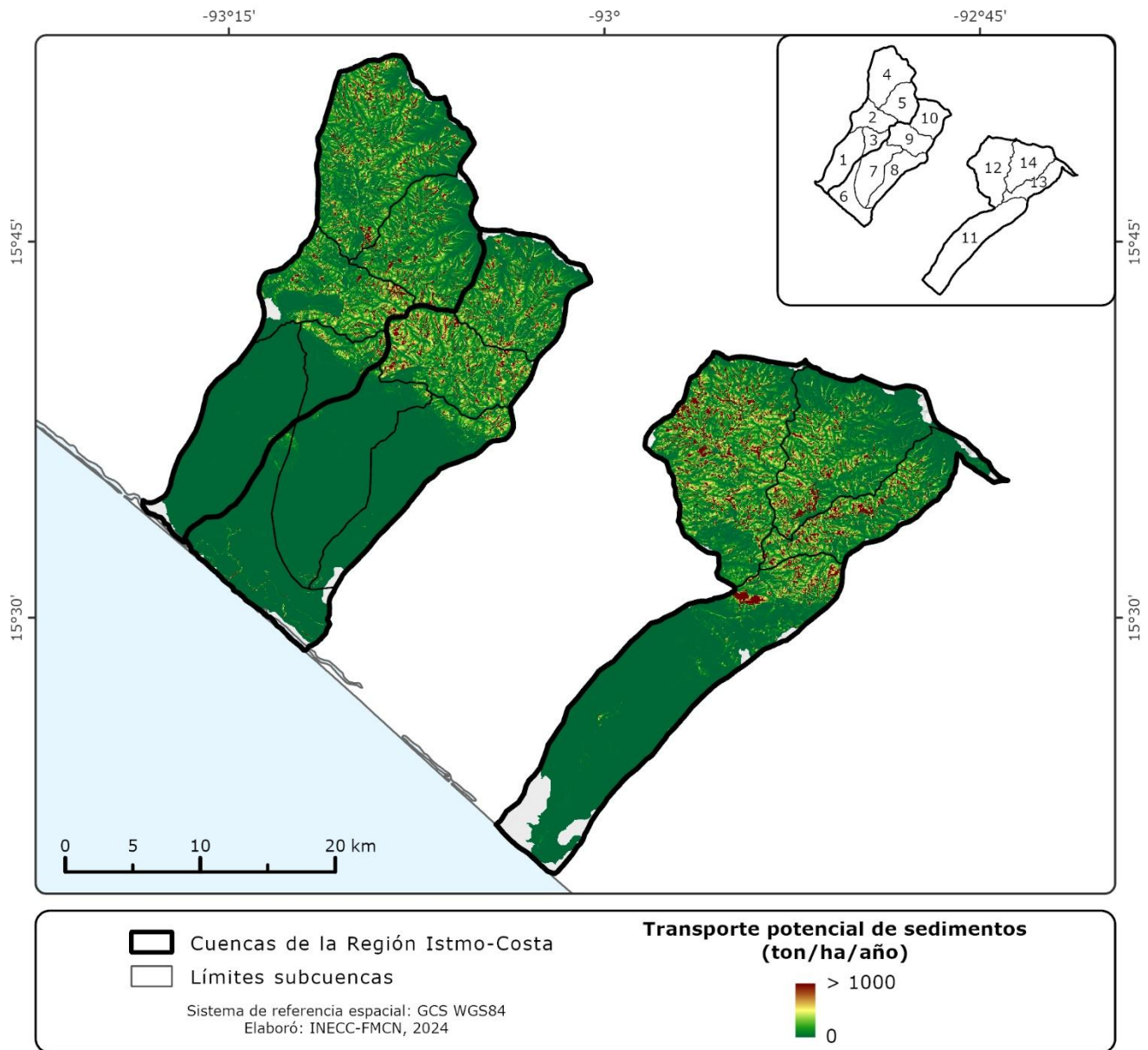
La cantidad de pérdida de suelo anual (us/e) (ton/ha/año) por píxel (x) se calcula con base en la Revisión de la Ecuación Universal sobre Pérdida de Suelos (RUSLE) (Renard et al., 1997) (ecuación 2):

$$(2) \quad us/e_x = (R * K * LS * C * P)_x$$

R = Erosividad pluvial
 K = Erodabilidad del suelo
 LS = Factor de longitud de la pendiente
 C = Factor de vegetación y usos de suelo
 P = Prácticas de conservación de suelo

Dado que el transporte de sedimentos se calcula en función de la conectividad hidrológica, que está asociada a las pendientes y a las redes de flujo superficial (Vigiak et al., 2012), el modelo requiere de un Modelo Digital de Elevaciones (MDE) y valores específicos de los factores R y K (RUSLE) relacionados con las características de la vegetación y usos de suelo (ANEXO 2).

En las cuencas de la RIC se estimó un valor promedio anual en el transporte de sedimentos de 185.19 ton/ha que potencialmente pueden llegar a los cuerpos de agua. Las tasas más altas de sedimentos se concentran en las subcuencas Nueva Flor (ID: 9), Sólo Dios (ID: 12), Santa Rita de la Flores (ID: 13) y Tres de Mayo (ID: 14) (> 250 ton/ha al año) (Fig. 22). Estas subcuencas se caracterizan por presentar los mayores niveles de precipitación promedio anual con pendientes pronunciadas, en las cuales predomina la vegetación de selva, la cual ha sido fragmentada por la expansión de algunas zonas agrícolas y de pastizales.



4.3.3. Transporte de nutrientes

Los cambios de uso de suelo y, en particular, el aumento de la frontera agrícola, modifican el ciclo de los nutrientes en los ecosistemas. Las cargas de nutrientes se refieren a la cantidad de elementos como nitrógeno (N) y fósforo (P), que ingresan a los ecosistemas presentes en una cuenca desde numerosas fuentes puntuales (p. ej. descargas de efluentes industriales o plantas de tratamiento) o difusas (p. ej. aplicación de fertilizantes utilizados en los cultivos agrícolas o pastizales) (Hou et al., 2020).

Identificar y analizar las cargas potenciales de nutrientes que llegan a los diferentes cuerpos de agua es importante para promover mejores prácticas de conservación que eviten procesos de eutrofización (el incremento de sedimentos y nutrientes inorgánicos procedentes de prácticas antropogénicas que producen la proliferación de algas) u otros impactos negativos en la calidad del agua (Han et al., 2021), los cuales tienen consecuencias para la salud o bienestar de las personas y para los ecosistemas acuáticos que tienen una capacidad limitada para adaptarse a estas cargas de nutrientes (Keeler et al., 2012).

El modelo de producción y transporte de nutrientes de InVEST (NDR-*Nutrient Delivery Ratio*) se utilizó para simular las cargas de N y P que transcurren y descargan potencialmente en los diferentes cuerpos de agua presentes en las cuencas. Este modelo simula el flujo de nutrientes a largo plazo con base en ecuaciones simplificadas de balances de masa, que describen el movimiento empírico de la cantidad de nutrientes a través del espacio.

El modelo requiere, además del mapa de USV y el Modelo Digital de Elevación (MDE), el mapa ráster de flujo rápido superficial derivado del modelo de rendimiento hídrico estacional (ANEXO 2). Otro insumo clave para el modelo es la tabla biofísica, la cual contiene la información correspondiente a las cargas de nutrientes estimadas para cada una de las clases de USV. Los valores asignados en esta tabla (cargas de N y P) se calcularon con base en la información recopilada a través de las entrevistas dirigidas a un total de 10 productores asentados en la cuenca del 24 al 26 de julio de 2023. De esta forma, y con base en la información específica de las dosis y productos utilizados para la fertilización de los cultivos, se calcularon las cargas de N (load_n) y P (load_p) (ecuación 3):

$$(3) \quad \text{load_n}(\text{load_p}) = \frac{\text{Export from Land}}{1 - \text{Eff_n}(\text{Eff_p})}$$

Export from Land = valor de exportación medido (o derivado empíricamente)
Eff_n/Eff_p = eficiencia de retención máxima para cada clase de USV.

Las cargas de nutrientes que no se pudieron calcular con la información derivada de las entrevistas, se obtuvieron a partir de los valores sugeridos en la guía de InVEST (Sharp et al., 2018), las agendas tecnológicas agrícolas a nivel estatal para México (INIFAP, 2018) y revisiones de literatura (Benez-Secanho and Dwivedi, 2019; Han et al., 2021; Hou et al., 2020; Wu et al., 2021).

Los resultados promedio obtenidos para las cuencas de la RIC muestran tasas de transporte de nitrógeno (N) y fósforo (P) de 0.075 y 0.031 kg/año, respectivamente. Las subcuencas de Hidalgo Novillero, Nueva Coapa, El Carmen y Salto de agua (ID: 11, 7, 8 y 3) exhiben las tasas más altas en el transporte de estos nutrientes, coincidiendo con la distribución predominante de las zonas agrícolas y de pastizales, donde se cultivan principalmente mango, limón persa, melón, sandía y palma de aceite. En los mapas de la Figura 23 también se destacan algunas áreas que coinciden con la distribución de los cultivos de palma, lo cuales han reportado una alta aplicación de fertilizantes químicos.

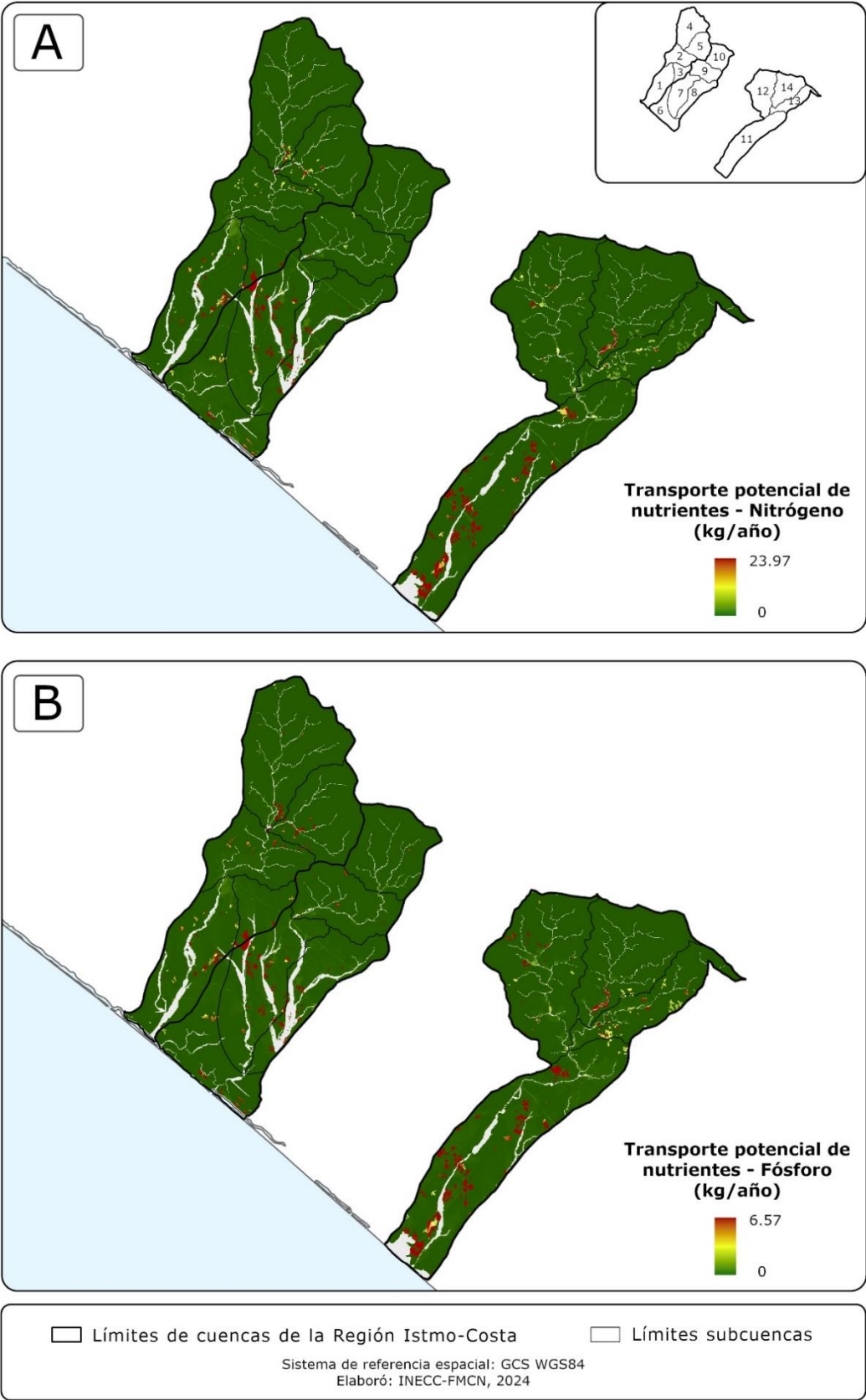


Fig. 23. Mapa de línea base del transporte de nutrientes de nitrógeno (A) y fósforo (B) (kg/año) en las cuencas de la Región Istmo-Costa.

5. Demanda de servicios ecosistémicos (SE)

El concepto de SE ofrece un marco útil para la evaluación sistémica de los múltiples beneficios que brindan los ecosistemas. No obstante, este enfoque requiere de la identificación de los actores que se benefician o se ven afectados por la manera en la que se distribuyen esos SE, debido a una determinada estrategia de manejo, o por los cambios asociados al clima. Por lo tanto, vincular los SE con los actores clave, incluyendo sus intereses y problemáticas es esencial para una gestión eficaz, equitativa y sostenible (Raum, 2018).

En este sentido, la demanda o uso de SE por parte de las diferentes personas usuarias o beneficiarias distribuidas en las subcuencas se analizó considerando dos indicadores y, técnicas de geoprocetamiento que se describen en la Figura 24:

- 1) Volumen de agua superficial y subterránea extraída por subcuenca (hm^3) con base en la información de las concesiones y asignaciones inscritas en el Registro Público de Derechos del Agua (REPDa) (CONAGUA, 2021b).
- 2) Densidad poblacional por subcuenca ($\text{habitantes}/\text{km}^2$). La delimitación de la población en cada una de las cuencas y subcuencas se llevó a cabo con base en el Marco Geoestadístico y el último censo de población y vivienda (INEGI, 2020). Este análisis incluyó las bases de datos a nivel de comunidad, áreas geoestadísticas básicas (AGEB) y manzanas urbanas para poder desagregar los asentamientos urbanos y rurales compartidos entre subcuencas (SCITEL-INEGI, 2020). Las subcuencas con densidad poblacional de más de 131 habitantes/ km^2 tuvieron una mayor ponderación.

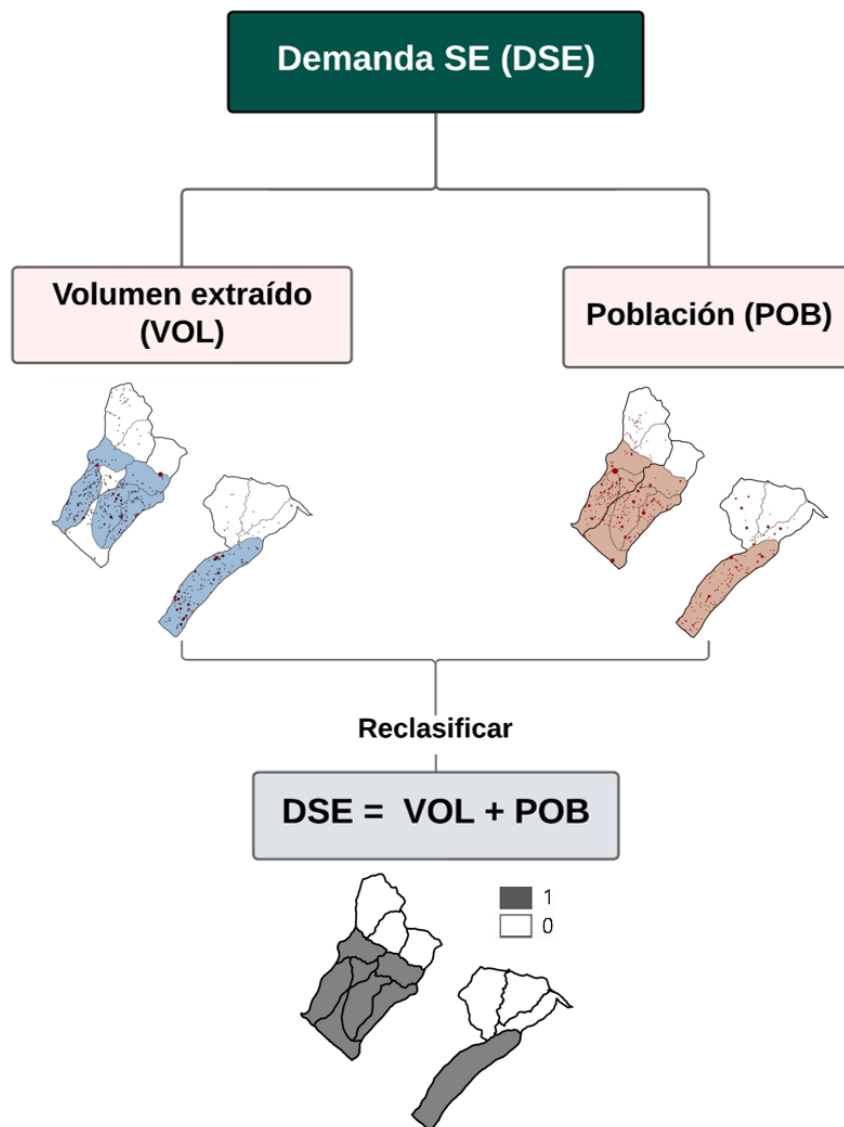


Fig. 24. Esquema de integración y análisis para la identificación de las subcuencas (resaltadas en color oscuro) con mayores volúmenes de extracción de agua y densidad poblacional.

5.1. Volúmenes de extracción de agua superficial y subterránea

De acuerdo con el Registro Público de Derechos del Agua (CONAGUA, 2021b) se registró un total de 54.33 hm³ de agua concesionada anualmente dentro de la RIC, de los cuales el 84.08% corresponde a agua superficial. Las concesiones destinadas al uso público-urbano poseen el mayor número de registros (463 títulos), los cuales concentran un volumen de aproximadamente 1.59 hm³, mientras que, alrededor de 16.69 hm³ (34 títulos) se destinan a usos agrícolas (Tabla 16, Fig. 25).

En la RIC también destaca el volumen destinado a la generación de energía hidroeléctrica. La Hidroeléctrica Río Opac S.A. de C.V., se ubica próxima a la localidad de Unión Pijijiapan (Pijijiapan, Chiapas) y, actualmente cuenta con una concesión de 34.8 hm³, lo que representa el 70.2% del volumen total concesionado de agua superficial (CONAGUA, 2021b).

Tabla 16. Clasificación en los PAMIC de los usos y volúmenes descritos en el REPDA.

Tipo de uso		Clasificación (REPDA)		
Uso agropecuario		Agrícola, acuícola, pecuario, múltiples, otros		
Uso público y de servicios		Doméstico, uso público-urbano, industrial, servicios, comercio.		
Uso no consuntivo		Energía hidroeléctrica		

Uso que ampara la concesión o asignación	Volumen concesionado o asignado (hm ³)		Número de concesiones o asignaciones	
	Superficial	Subterráneo	Superficial	Subterránea
Agrícola	10.003	6.697	6	28
Diferentes usos	0	0.002	0	2
Doméstico	0	0	0	0
Industrial	0	0.025	0	6
Pecuario	0.018	1.171	2	17
Público-urbano	0.852	0.741	452	11
Servicios	0	0.014	0	6
No consuntivo	34.806	0	1	0
Total	45.680	8.650	461	70

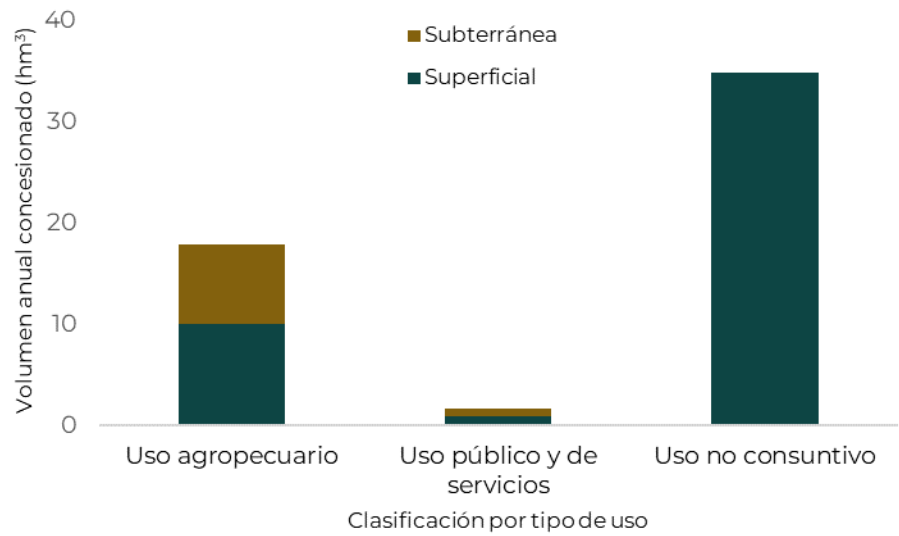


Fig. 25. Volúmenes anuales de agua concesionada o asignada en las cuencas de la RIC.

5.1.1. Demanda de agua superficial

Las fuentes de abastecimiento de concesiones y asignaciones de agua superficial provienen principalmente de arroyos (212), manantiales (169) y ríos (80). El río con el mayor número de títulos registrados corresponde al Pijijiapan, cuyo cauce se encuentra próximo a la localidad del mismo nombre. Sin embargo, el río con el mayor volumen asignado es el Coapa, seguido del Novillero, con 34.81 y 9.58 hm³ respectivamente. La mayoría de los títulos registrados se distribuyen en la parte media y baja de las cuencas y se destinan principalmente al uso público y de servicios, aunque el recurso destinado a uso agropecuario posee un mayor volumen concesionado (Tabla 17). Por ejemplo, la Unidad de Riego Hidalgo Novillero registra un volumen concesionado de 7.77 hm³ y dos concesiones a particulares suman 8.6 hm³ adicionales (Fig. 26).

Tabla 17. Volúmenes de extracción y porcentaje del número de concesiones y asignaciones por tipo de uso del agua superficial en las cuencas de la Región Istmo-Costa.

Clasificación	Número de concesiones	Volumen (hm³)	Porcentaje (%)
Uso agropecuario	8	10.02	21.94
Uso público y de servicios	452	0.85	1.86
Uso no consuntivo	1	34.8	76.18
Total	461	45.68	100%

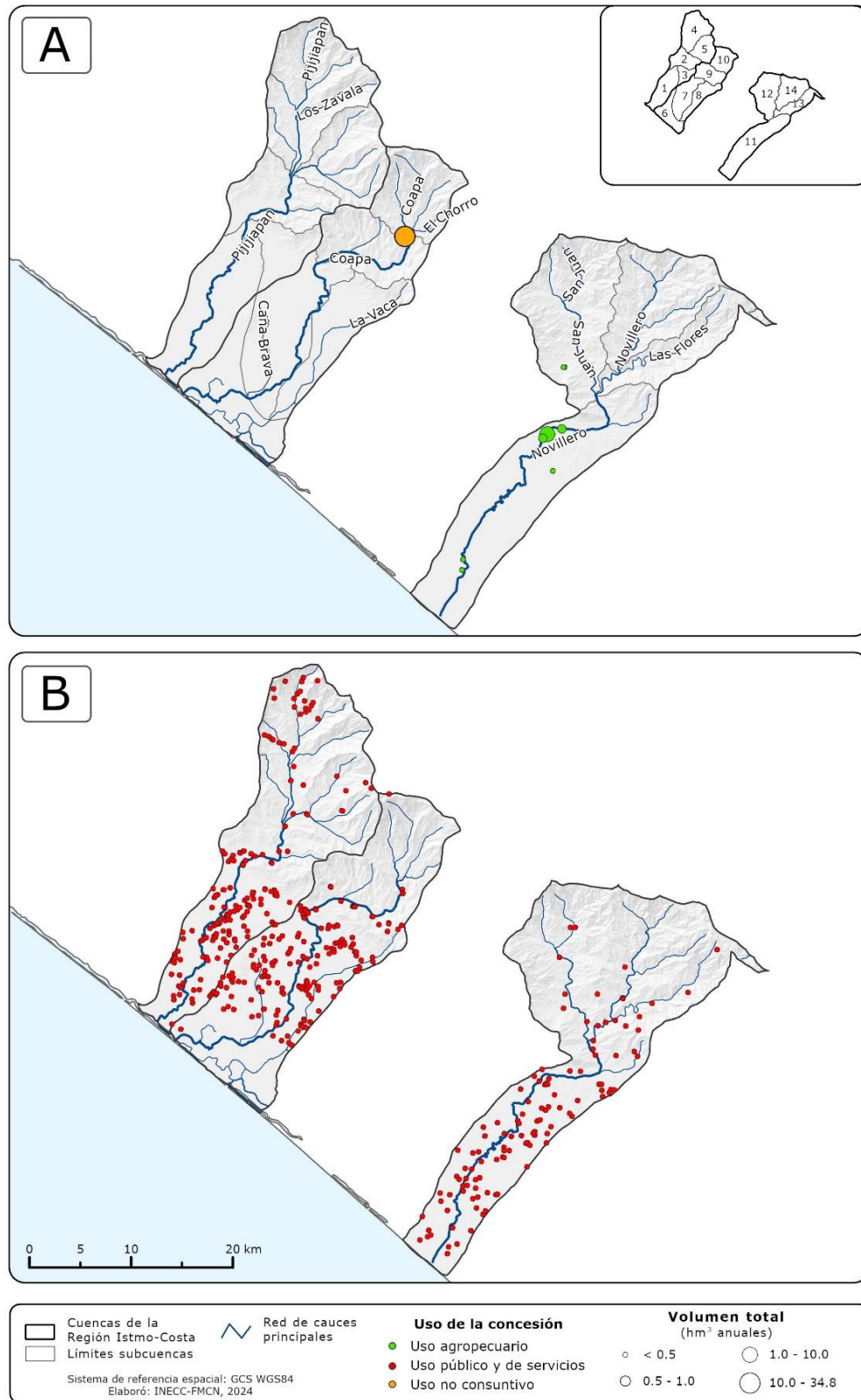


Fig. 26. Mapa de localización y volumen ($\text{hm}^3/\text{año}$) de las concesiones y asignaciones de agua superficial destinados a usos no consuntivo y agropecuarios (A) o uso público y de servicios (B) en la Región Istmo-Costa.

5.1.2. Demanda de agua subterránea

Las cuencas de la RIC abarcan cuatro acuíferos que forman parte de la Región Hidrológica-Administrativa XI Frontera Sur, los cuales a su vez pertenecen a la Región Hidrológica 23 – Costa de Chiapas. De acuerdo con la CONAGUA (2021b) estos acuíferos aún reportan disponibilidad de agua (Tabla 18).

La Figura 27 muestra la distribución de las concesiones y asignaciones de agua subterránea dentro de las cuencas. Las concesiones destinadas a usos agropecuarios (45 concesiones, 7.86 hm³) se concentran en las zonas de valle de las cuencas Coapa y Novillero, mientras que las asignaciones para abastecimiento público-urbano (25 títulos, 0.78 hm³) se ubican mayormente en las cuencas de Pijijiapan y Coapa, especialmente en las proximidades de los asentamientos de Pijijiapan y Ejido Coapa.

Tabla 18. Descripción de los acuíferos ubicados dentro de los límites de las cuencas de la Región Istmo- Costa (CONAGUA, 2024b).

Clave	Acuífero	Área (km²)	Porcentaje de la cuenca (%)	Recarga total / disponibilidad (hm³/año)	Disponibilidad¹
0706	Fraylesca	7.58	0.71	1224.50 / 58.83	Positiva
0709	Acapetahua	425.47	39.86	2037.50 / 303.35	Positiva
0711	Arriaga-Pijijiapan	626.05	58.65	1344.60 / 227.61	Positiva
0714	Chicomuselo	8.29	0.78	701 / 697.53	Positiva

¹ Condición de los acuíferos con base en la disponibilidad media anual (hm³/año). Disponibilidad negativa= sobreexplotado. Disponibilidad positiva: subexplotado. Fecha de publicación en DOF: 09-11-2023.

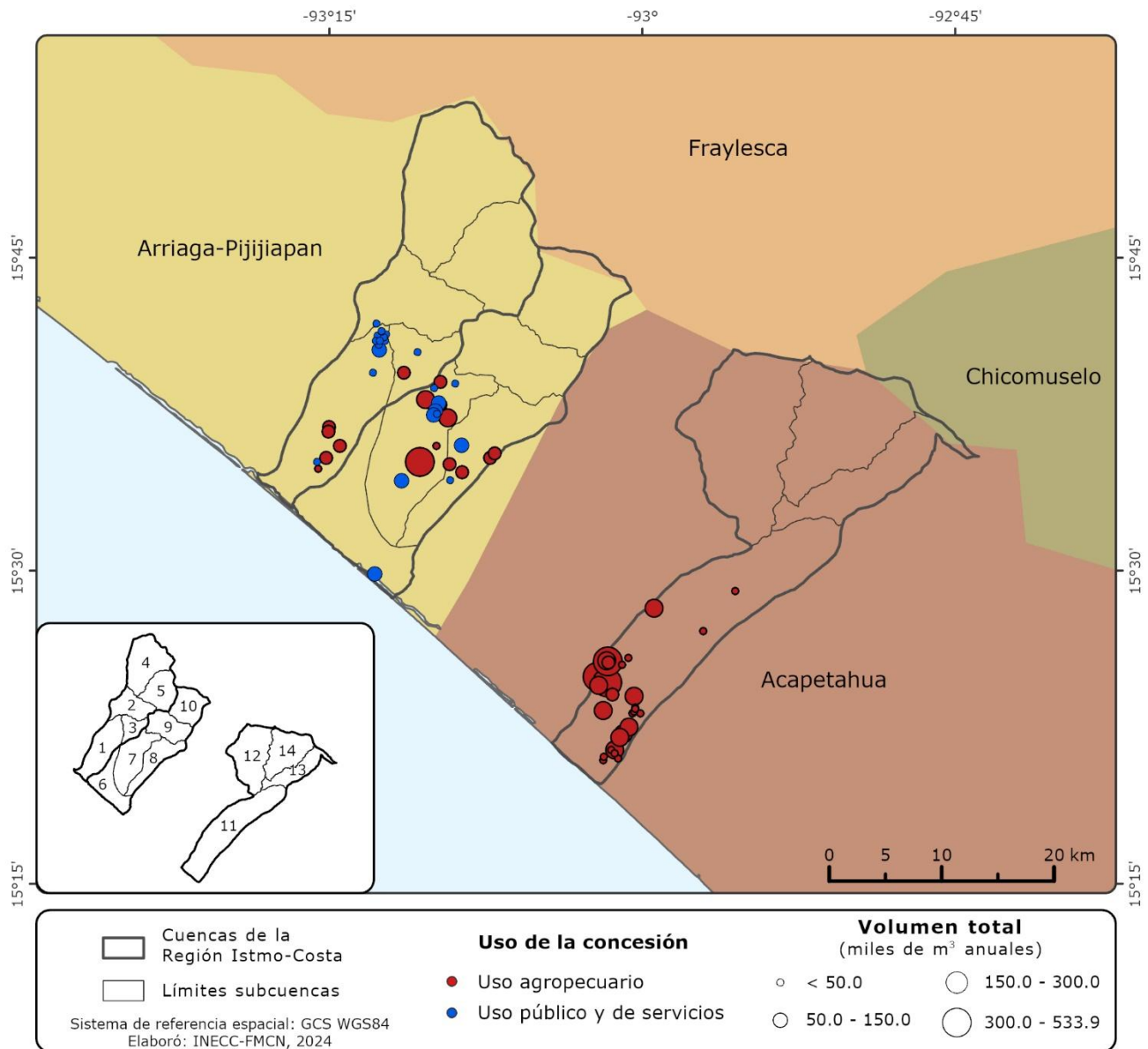


Fig. 27. Mapa de localización de acuíferos y volumen (hm³/año) de las concesiones y asignaciones de agua subterránea en las cuencas de la Región Istmo-Costa, Chiapas (CONAGUA, 2024b, 2021b).

6. Conectividad hidrográfica

La conectividad hidrográfica se refiere a la vinculación entre las subcuencas en función de la red de flujos superficiales. Las subcuencas se clasificaron en tres categorías, con base en el MDE y el mapa de esorrentía superficial de flujo rápido, generado a partir de la modelación del rendimiento hídrico estacional (InVEST) (Fig. 28):

- 1) **Emisoras:** subcuencas de captación, frecuentemente ubicadas en las partes altas, donde emergen los ríos; y cuyos flujos de agua continúan hacia la parte media y baja de la cuenca.
- 2) **Receptoras-Emisoras:** subcuencas que reciben el agua superficial a través de los cauces originados en las subcuencas emisoras, y mantienen los flujos hasta su desembocadura en la parte más baja de la cuenca.
- 3) **Receptoras:** subcuencas ubicadas en la parte más baja de la cuenca donde desembocan todos los cauces de la red de drenaje superficial.

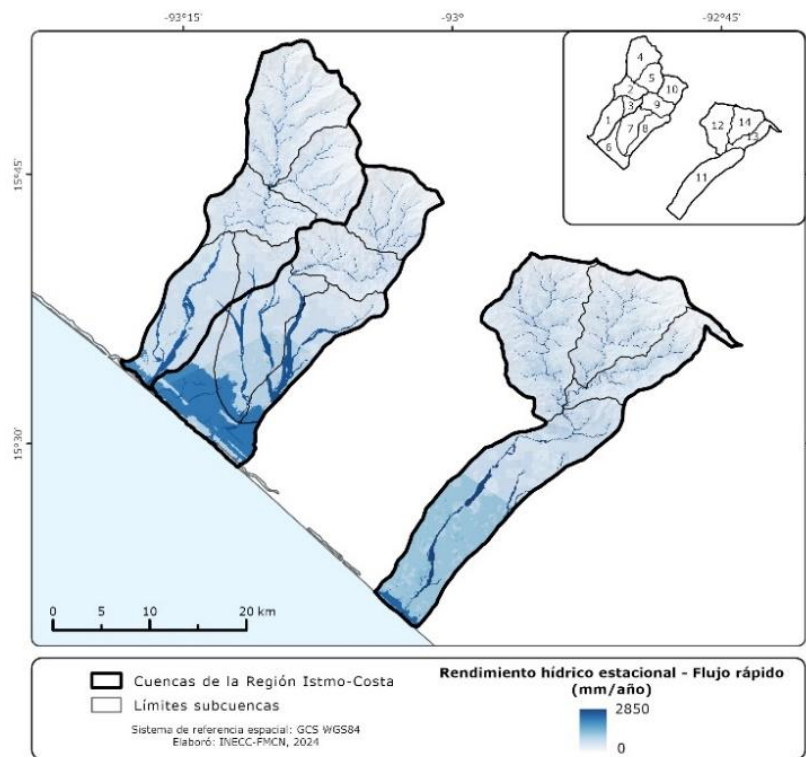


Fig. 28. Mapa de esorrentía superficial de flujo rápido (InVEST, 2024) en las cuencas de la Región Istmo-Costa.

Finalmente, se identificaron las subcuencas con mayor conectividad (grado + intermediación) con base en un análisis de redes que se llevó a cabo con el programa de cómputo UCINET 6 (Borgatti et al., 2002) (Fig. 29).

- 1) Grado (GR): número de vínculos directos que tiene cada uno de los nodos.
- 2) Intermediación (IN): número de veces que un nodo se interpone entre otros en su distancia geodésica.

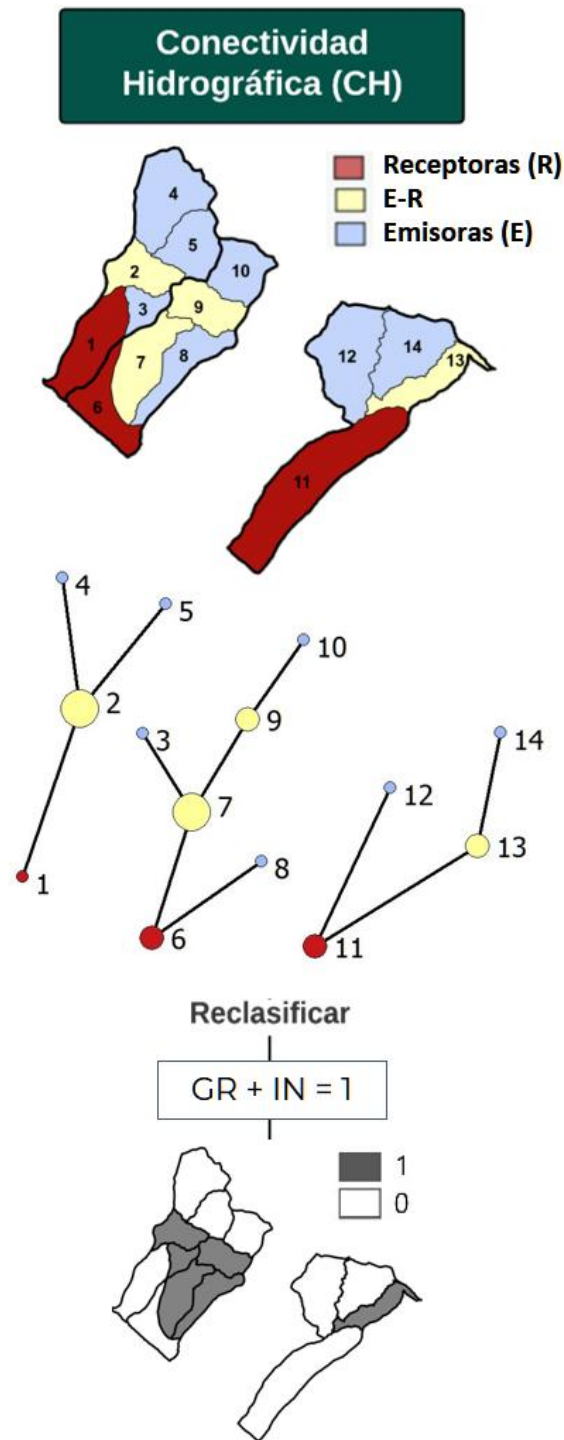


Fig. 29. Esquema de integración y análisis para la identificación de subcuencas con mayor conectividad (resaltadas en color oscuro). Los colores del gráfico de la red de nodos corresponden a la clasificación de subcuencas, mientras que el tamaño del nodo está en función de su grado (GR) e intermediación (IN).

7. Escenarios para la evaluación de impactos futuros o alternativos

Considerando las crecientes presiones humanas relacionadas con los cambios de uso de suelo y vegetación, así como el cambio climático a nivel global, el uso de escenarios alternativos representa un proceso de evaluación relevante para analizar los impactos potenciales de las diferentes actividades humanas, incluyendo estrategias de conservación o restauración (Gao et al., 2017).

Por ejemplo, se ha demostrado que la presencia de los bosques tiene un efecto positivo en el funcionamiento hidrológico (Laino-Guanes et al., 2016), sin embargo, todas las características biofísicas de un ecosistema (p.ej. clima, suelo, pendiente, tipo de vegetación, altitud) pueden afectar la provisión de los SE (Brauman et al., 2007). Ante esta situación, la modelación de escenarios es una herramienta útil para identificar pérdidas y ganancias de SE debido a los efectos acumulativos de los cambios de uso de suelo, así como para analizar los impactos potenciales del cambio climático o las posibles intervenciones de reforestación o restauración, incluyendo sus limitaciones y beneficios a diferentes escalas (Gao et al., 2017).

El objetivo de la definición de escenarios es conceptualizar experimentos de modelación para la evaluación de resultados. Para lograrlo es necesario definir un diferencial que cuantifique el valor adicional de los beneficios o posibles consecuencias de las intervenciones simuladas a través de la comparación de escenarios futuros plausibles. La variable temporal y los supuestos del estado futuro son determinantes en esta conceptualización.

7.1. Escenarios de cambio climático

Los escenarios de cambio climático son representaciones plausibles del clima futuro ante diferentes tasas de emisiones de gases de efecto invernadero, las cuales brindan información sobre la evolución de las condiciones climatológicas y están sujetas a esquemas de probabilidad condicional ante diversas posibilidades de desarrollo y modificaciones humanas de la naturaleza (INECC, 2022; IPCC, 2022a).

En los PAMIC, estos escenarios son un elemento clave para el desarrollo de planes y estrategias de adaptación y mitigación ante el cambio climático. Por lo tanto, los escenarios de cambio climático incorporan las proyecciones del Proyecto de Intercomparación de Modelos de Acoplados (CMIP6-*Coupled Model Intercomparison Project*) derivadas del Sexto Informe de Evaluación (AR6) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2021).

Las proyecciones desarrolladas en el CMIP6 incluyen un mayor número de grupos de modelación, de escenarios futuros, de experimentos realizados y de diferencias en la sensibilidad climática (calentamiento esperado a largo plazo después de duplicar las concentraciones de CO₂ atmosférico) en comparación con el proyecto antecesor (CMIP5) (INECC, 2022).

Los escenarios actualizados en el CMIP6 se denominan “Trayectorias Socioeconómicas Compartidas” (*Shared Socioeconomic Pathways - SSPs*), las cuales representan diferentes niveles de forzamiento radiativo y ofrecen una selección más amplia de futuros socioeconómicos posibles (Fig. 30).

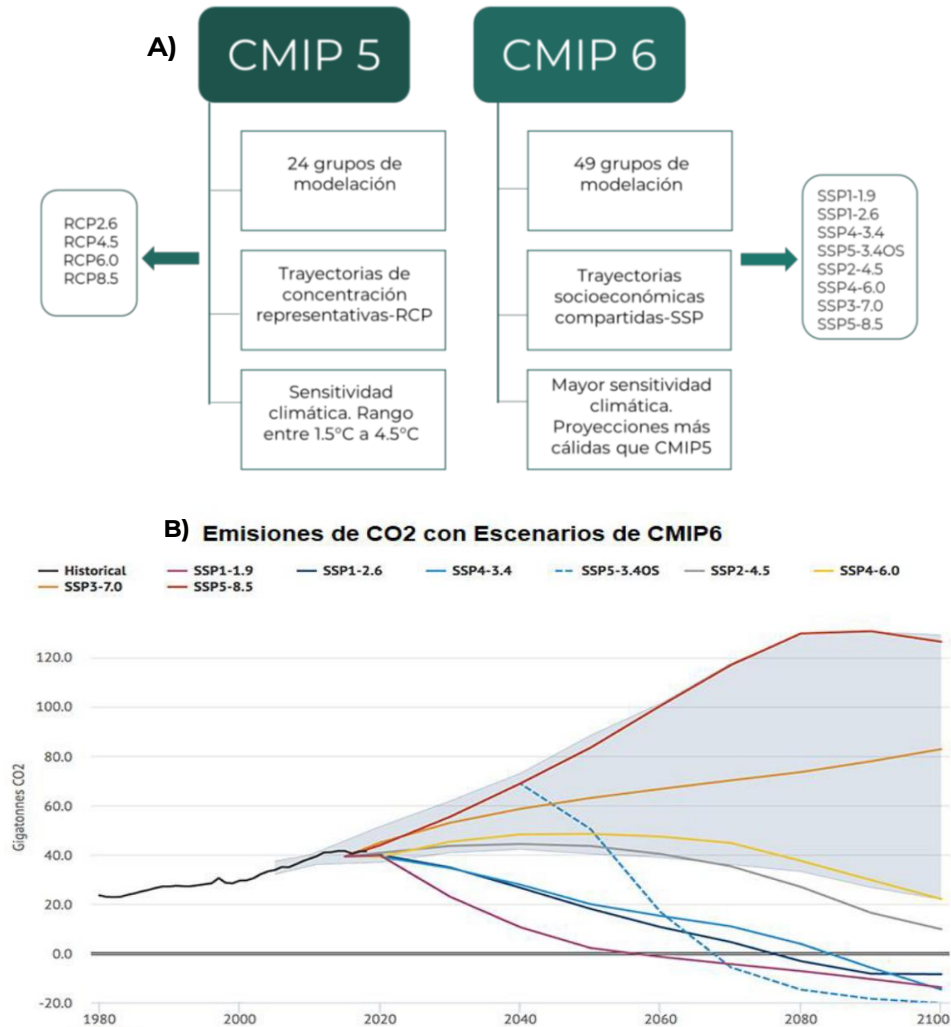


Fig. 30. Principales diferencias entre CMIP5 y CMIP6 (INECC, 2022). B) Escenarios futuros de emisiones de CO₂ descritos en CMIP6, incluyendo emisiones históricas de CO₂ (en color oscuro). El área sombreada representa el intervalo de escenarios de referencia sin políticas (Hausfather, 2019).

De acuerdo con lo anterior, los PAMIC incorporan las proyecciones del escenario SSP5-8.5 a un horizonte medio (2041-2060) considerando anomalías climáticas (desviación de una variable a partir de su valor promediado en un periodo de referencia). La información geoespacial se descargó y procesó a partir del Atlas Interactivo del IPCC, (2022b) y las bases de datos de UNIATMOS-UNAM, (2022) (Tabla 19).

Tabla 19. Comparación de los valores promedio de precipitación y temperatura media anual de la línea base y las proyecciones del escenario SSP5-8.5

Variable	Proyecciones	Mínimo	Máximo	Promedio
Precipitación (mm)	Línea base	651.0	2915.0	1468.3
	SSP5-8.5	642.5	2875.2	1427.4
Temperatura (°C)	Línea base	4.9	27.3	18.7
	SSP5-8.5	7.2	29.5	20.9

7.2. Escenarios de usos de suelo y vegetación

Además de incorporar las proyecciones de cambio climático, la construcción de los escenarios se realizó de manera participativa, incorporando la información proporcionada por los participantes en los talleres. Las simulaciones de cambios en el uso del suelo y la vegetación (USV) se basaron en esta información, considerando los siguientes tres enfoques:

- 1) **Conservación:** se comparó el escenario de línea base, que incluye las áreas actuales con vegetación natural (bosques, selvas y manglares) y las áreas naturales protegidas (ANP), con un escenario de degradación. Este análisis se realizó para evaluar los impactos potenciales en los SE asociados con la pérdida o deterioro de zonas que actualmente se encuentran en buen estado de conservación.

El escenario de conservación para las cuencas de la RIC simuló:

- a) Aumento de las zonas urbanas con base en las tendencias históricas (comparación de los mapas de USV de las series III y VII, INEGI, 2018, 2002)
- b) Expansión de la frontera agrícola y pecuaria: Se modeló a partir de las tendencias de disminución de las coberturas forestales registradas entre 2000 y 2021 (Hansen et al., 2013), así como de la conversión de vegetación a pastizales en áreas afectadas por incendios forestales (IDEFOR, 2021).
- c) Disminución de la superficie del manglar y conversión a suelo desnudo en zonas identificadas con problemas de obras hidráulicas en los ríos de Pijijiapan, Coapa y Novillero (Grupo Interinstitucional Cuencas Costeras de Chiapas, 2007)

- 2) **Restauración:** se comparó el escenario de línea base con un escenario donde se implementan acciones de restauración o reforestación para evaluar los posibles impactos en los SE asociados con el incremento de la vegetación.

El escenario de restauración para las cuencas de la RIC simuló:

- a) Aumento de las zonas urbanas a una menor tasa de crecimiento asociado a la implementación de instrumentos de planeación territorial (INEGI, 2018, 2002).
- b) Disminución de la frontera agrícola y pecuaria con base en las tendencias de ganancias forestales registradas en el periodo 2000-2012 (Hansen et al., 2013), incluyendo la

preservación de las zonas registradas en el Programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA, CONAFOR, 2023).

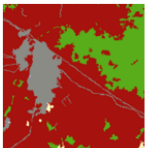
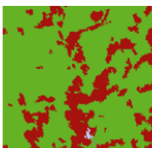
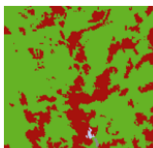
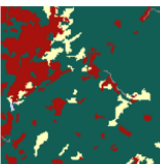
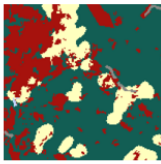
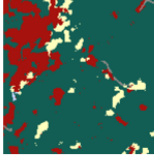
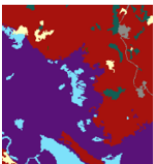
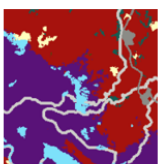
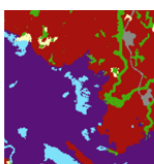
- c) Aumento de la zona de manglar y establecimiento de franjas de vegetación (60 m) en zonas identificadas de los Ríos de Pijijiapan, Coapa y Novillero, incluyendo la preservación de las zonas registradas en el Programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA, CONAFOR, 2023).

3) **Adecuación de prácticas productivas:** Se comparó el escenario de línea base con un escenario que incorpora prácticas orientadas a fortalecer la producción sostenible, para evaluar sus posibles efectos sobre los SE. En este contexto, el escenario de adecuación de prácticas para RIC simuló:

- a) Aumento de las zonas urbanas a una menor tasa de crecimiento asociado a la implementación de instrumentos de planeación territorial (INEGI, 2018, 2002).
- b) Disminución de la frontera agrícola y pecuaria con base en las tendencias de ganancias forestales registradas en el periodo 2000-2012 (Hansen et al., 2013).
- c) Modificación del factor P en la tabla biofísica que se requiere para el módulo de pérdida potencial de suelos (InVEST). Este factor hace referencia a la aplicación de prácticas de conservación de suelos como terrazas, cultivos de ladera y surcado (Loredo-Osti et al., 2007).
- d) Disminución de las cargas de nutrientes (N y P) asociadas a la aplicación de fertilizantes descritos en las entrevistas con personas productoras.
- d) Aumento de la zona de manglar y establecimiento de franjas de vegetación (60 m) en zonas identificadas de los Ríos de Pijijiapan, Coapa y Novillero, incluyendo la preservación de las zonas registradas en el Programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA, CONAFOR, 2023).

La Tabla 20 resume las simulaciones consideradas para cada uno de los enfoques de los PAMIC. La construcción de escenarios y el geoprocesamiento se llevó a cabo con el uso de la herramienta de InVEST (Generador de escenarios basados en proximidad al límite de un uso de suelo determinado) y ArcGIS Pro (ESRI, 2024).

Tabla 20. Escenarios de uso de suelo y vegetación (USV) para cada uno de los enfoques de conservación, restauración y adecuación de prácticas en las cuencas de la Región Istmo-Costa, Chiapas.

Línea base		Conservación	Restauración	Adecuación de prácticas	
Zona urbana					
		Aumento con base en las tendencias históricas (INEGI 2002, 2018).		Aumento a menor tasa de crecimiento simulando la implementación de instrumentos de planeación territorial (INEGI, 2002, 2018).	
Pastizales					
		Conversión de uso de suelo y vegetación en polígonos identificados con impacto por incendios forestales (IDEFOR, 2021) y aumento con base en la pérdida forestal (Hansen, 2013).		Disminución con base en las tendencias de ganancias forestales (Hansen, 2013) y simulación de prácticas de conservación del suelo (modificación del factor P).	
Cultivos agrícolas					
		Expansión de la frontera agrícola (INEGI, 2002, 2018).		Disminución con base en las tendencias de ganancias forestales (Hansen, 2013) y simulación de prácticas agroecológicas (disminución en la cantidad de nutrientes asociados a fertilizantes).	
Manglares y obras hidráulicas					
		Disminución del manglar y conversión a suelo desnudo en zonas identificadas con problemas de obras hidráulicas (Grupo Interinstitucional Cuencas Costeras de Chiapas, 2007).		Restauración del manglar y establecimiento de franjas de vegetación (60 m), incluyendo los polígonos registrados en el Programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA, CONAFOR, 2023).	

8. Proceso de integración para la priorización territorial y focalización de intervenciones

La incertidumbre se refiere a la aleatoriedad o el error proveniente de información desconocida o de diferentes variables aproximadas. Esta incertidumbre también está asociada a los errores de aproximación o errores numéricos en el cálculo de las ecuaciones del modelo, en comparación con los valores reales o teóricos esperados (Ochoa-Tocachi et al., 2022).

Algunos análisis de incertidumbre permiten reportar el efecto de los posibles errores de aproximación inherentes a cualquier modelo, en función de la probabilidad. De esta forma, se puede estimar cuál es el resultado más probable y cuál es el intervalo de variabilidad determinado con cierto nivel de confianza (generalmente del 90 % o del 95%).

En el caso de los PAMIC, las diferencias significativas entre los resultados de línea base y cada uno de los escenarios a nivel de cuenca y subcuenca se determinaron con base en análisis estadísticos (nivel de significancia= 5%) aplicados a 10,000 puntos distribuidos en toda la cuenca de manera aleatoria, para finalmente ponderar las subcuencas con diferencias significativas. Todo el proceso estadístico y geoespacial se llevó a cabo con el uso de ArcGIS Pro (ESRI, 2024) y el software R (R Core Team, 2024) ([código](#) ). La descripción detallada del análisis estadístico se puede consultar en la guía metodológica.

La integración de los resultados descritos en los pasos anteriores permite la identificación de subcuencas prioritarias para promover acciones de conservación (Fig. 31), restauración (Fig. 32) y adecuación de prácticas productivas (Fig. 33). Esta información es la base para la construcción de una agenda ambiental, la cual tiene como objetivo fortalecer los procesos de gobernanza y la toma de decisiones en la planeación territorial para cada uno de los enfoques.

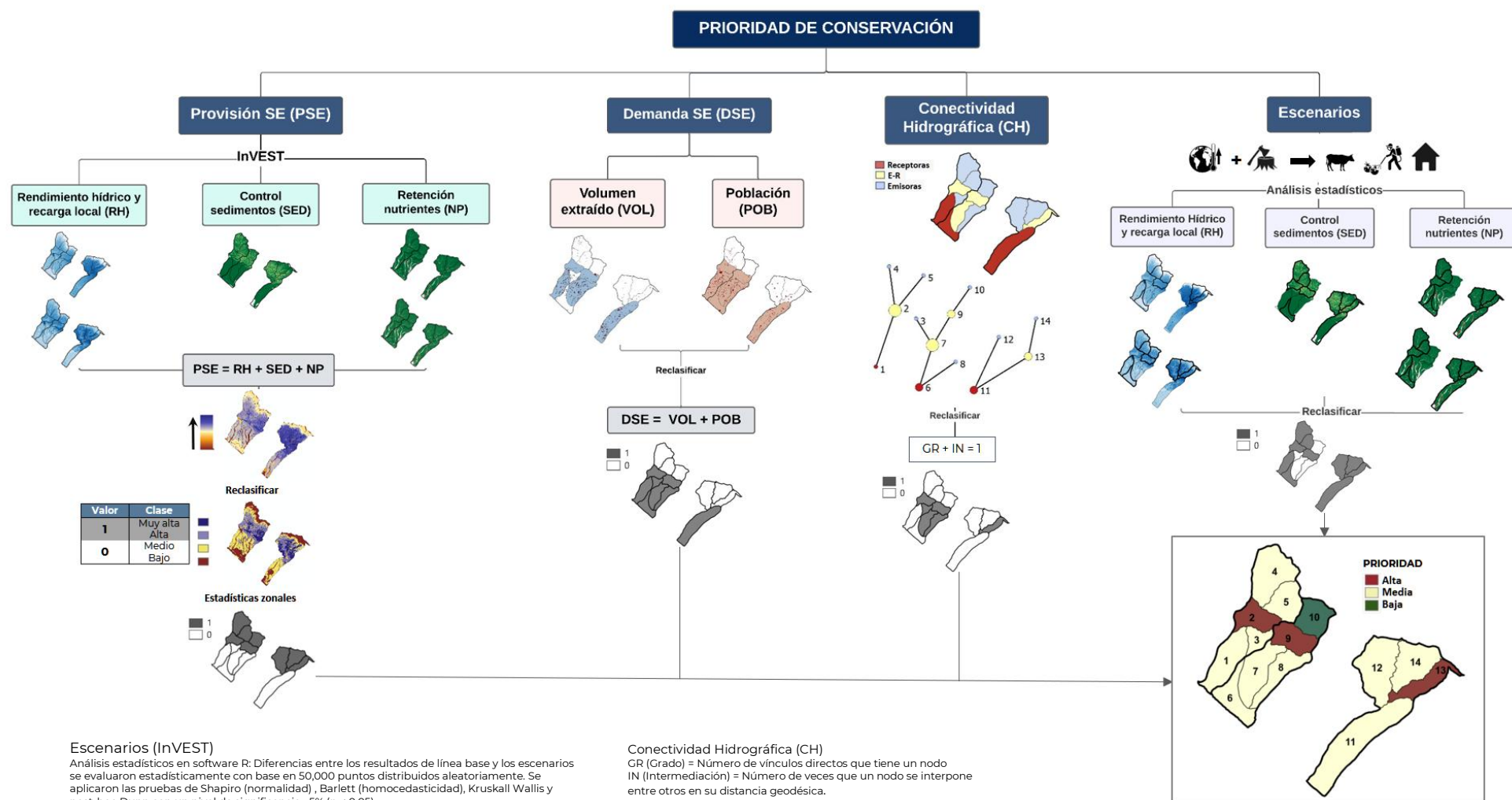


Fig. 31. Esquema de integración y análisis para la priorización territorial: identificación de subcuencas prioritarias para la implementación de acciones de conservación en las cuencas de la Región Istmo-Costa.

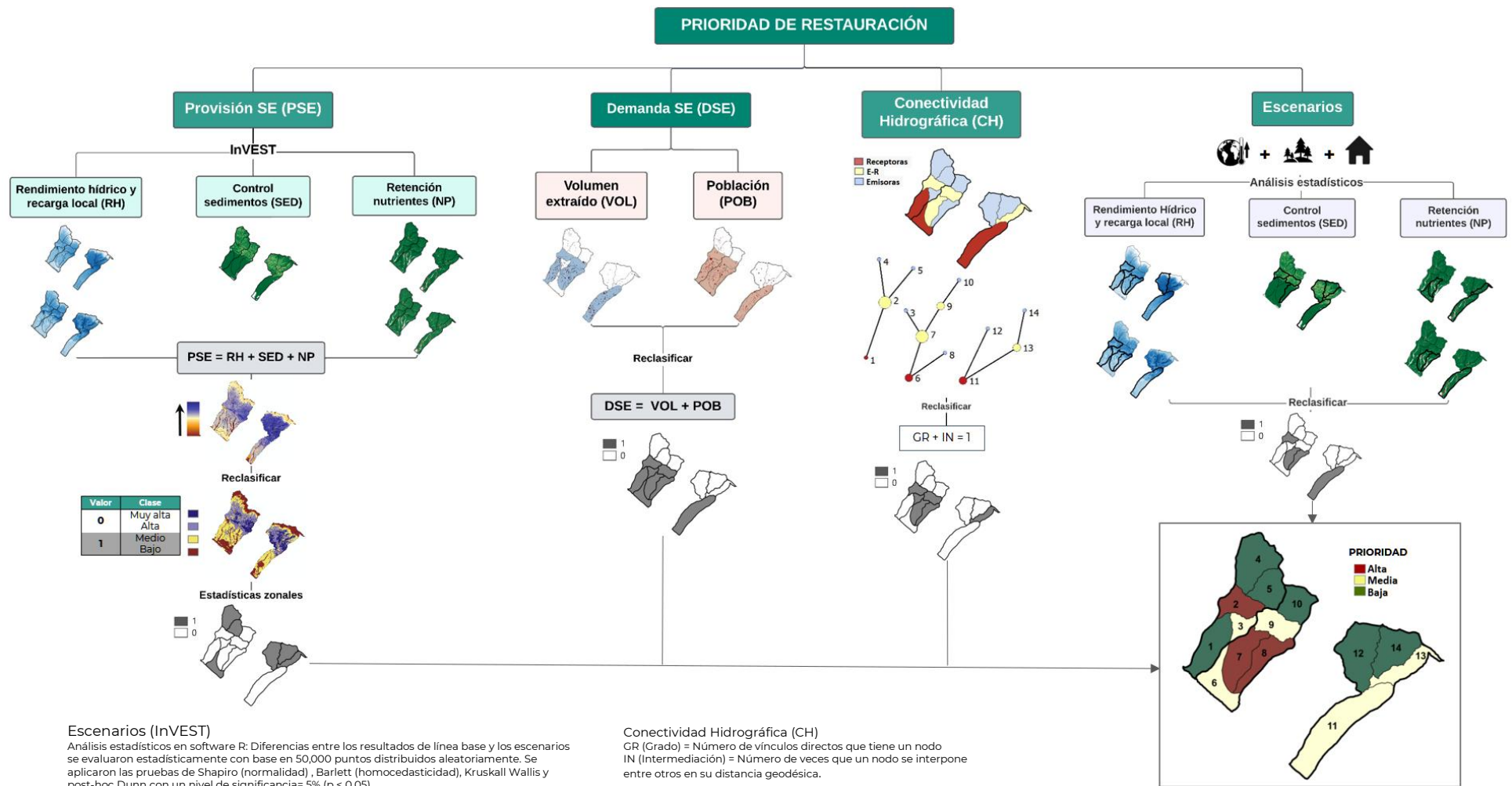


Fig. 32. Esquema de integración y análisis para la priorización territorial: identificación de subcuencas prioritarias para la implementación de acciones de restauración o rehabilitación en las cuencas de la Región Istmo-Costa.

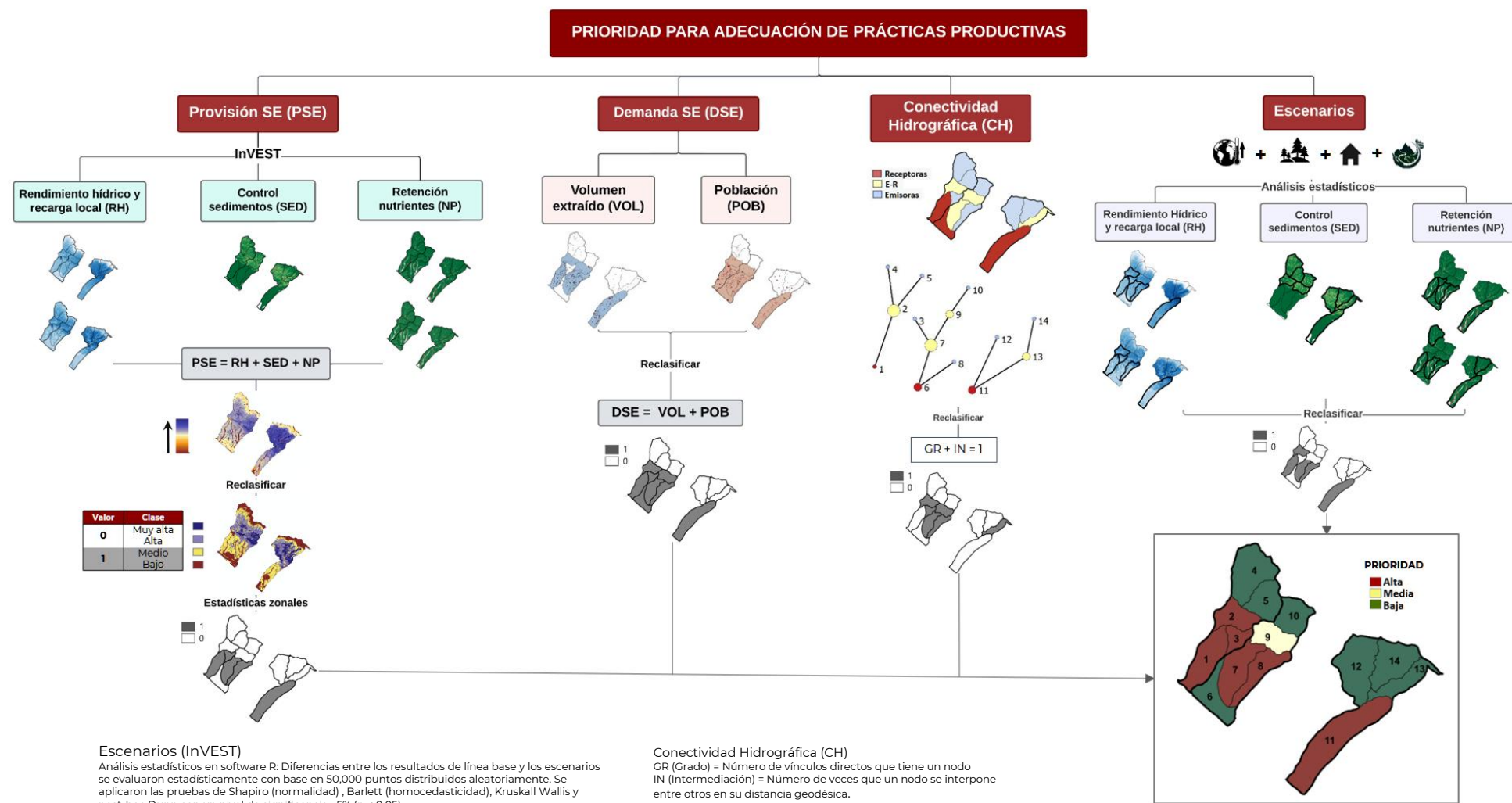


Fig. 33. Esquema de integración y análisis para la priorización territorial: identificación de subcuencas prioritarias para la implementación de acciones de restauración o rehabilitación en las cuencas de la Región Istmo-Costa.

Agenda ambiental

La agenda ambiental de los PAMIC está encaminada a promover la corresponsabilidad territorial en el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, a través de la vinculación entre las características socio-ecológicas, los instrumentos o programas de gestión y la identificación espacial de sitios prioritarios. La construcción de este marco estratégico es fundamental para coordinar acciones entre diferentes actores y sectores involucrados en la gestión de las cuencas de la Región Istmo Costa.



9. Agenda ambiental

Los PAMIC son instrumentos que identifican y analizan las características socio-ecológicas e interconexiones entre las subcuencas. Se basan en la relación oferta-demanda de SE que son fundamentales para el bienestar humano y el manejo integral de los recursos hídricos. Estos incluyen la cantidad y calidad de agua, tanto superficial como subterránea, el transporte de nutrientes, la regulación de flujos y el control de la erosión hídrica (FAO, 2016).

Un enfoque de **corresponsabilidad social y territorial** para la protección de ecosistemas y el mantenimiento de sus SE a nivel de cuenca hidrográfica es fundamental para analizar las posibles compensaciones derivadas de las externalidades tanto positivas como negativas, las cuales se asocian con los flujos de agua que transcurren desde las partes más altas de la cuenca hasta su desembocadura en las partes más bajas. Asimismo, los cambios en la provisión de SE pueden tener impactos diferenciados entre los individuos que conforman una comunidad, debido a que el acceso y la gestión de los recursos podría estar determinado por acuerdos locales, tipos de tenencia de la tierra, género, etnicidad, condición social o contexto cultural (Daw et al., 2011).

Con base en lo anterior, en este último apartado se generan las bases para la construcción de una agenda ambiental, la cual tiene como objetivo fortalecer los procesos de gobernanza y la toma de decisiones en la planeación territorial para la provisión y mantenimiento de los SE, considerando una participación corresponsable o de responsabilidad compartida a partir de los siguientes pasos (Fig. 34):

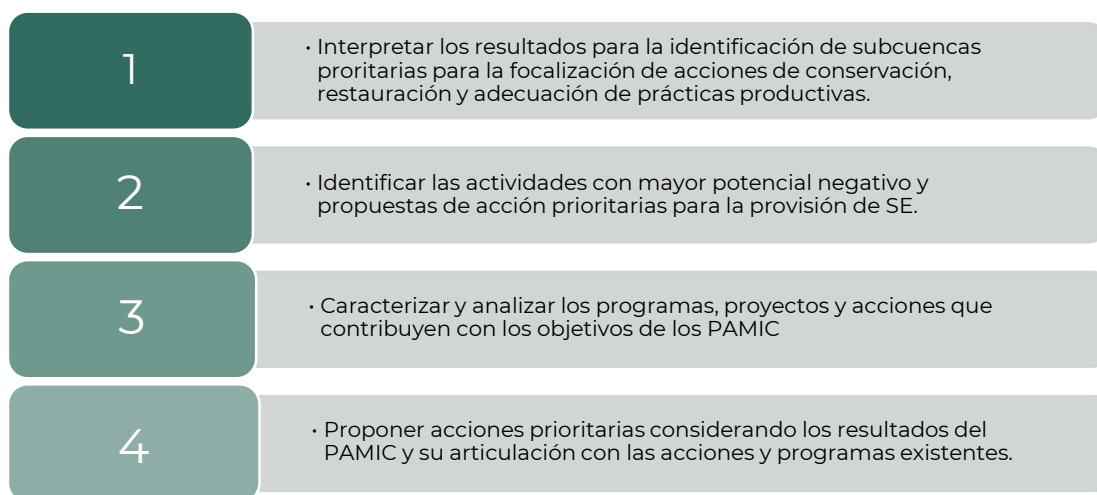


Fig. 34. Esquema metodológico para la construcción de la agenda ambiental de los PAMIC.

9.1. Actividades o eventos con mayor impacto potencial en la provisión y mantenimiento de los servicios ecosistémicos (SE) con perspectiva de género.

El proceso de planeación e implementación del componente participativo en la elaboración del PAMIC de las cuencas de la RIC tiene como objetivo integrar la visión territorial de las personas que residen en las cuencas, incorporando una perspectiva de género. Este componente representa un espacio que facilita la comunicación entre actores clave para conocer sus perspectivas relacionadas con los objetivos y el proceso de elaboración de los PAMIC, con la finalidad de promover la apropiación, seguimiento e implementación de esta herramienta, desde el inicio de su diseño y hasta su implementación. Con este objetivo, la elaboración del PAMIC de la RIC incorpora la visión territorial de las comunidades, personas propietarias y otros actores clave a partir de los resultados de dos talleres participativos y entrevistas dirigidas a personas productoras que desarrollan actividades agrícolas y pecuarias en el territorio (ANEXO 5).

El primer taller se llevó a cabo el 18 de mayo de 2023 en Mapastepec, Chiapas. El taller contó con la participación de 26 personas (12 mujeres y 14 hombres) representantes de Organizaciones Locales Legalmente Constituidas (OLLC) o personal técnico involucrado en proyectos de incidencia en las cuencas de la RIC (Asociación Ganadera Mancomun, Asociación Ganadera Mapastepec; CONANP-Reserva de la Biosfera El Triunfo; Café Ramal; Consultoría en Manejo Integral de Recursos Naturales-COMIREN; Cooperativa AMBIO; *Earthworm Foundation*; Ejido 3 de mayo; Ejido Lopez Mateos; Ejido Valdivia; Fomento Agropecuario Mapastepec; Foro para el Desarrollo Sustentable A.C.; Gerencia de Cuencas Mapastepec; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo- PNUD; Ramal Santa Cruz; Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural- SEMAHN; Sistemas y Decisiones Ecológicas-SyDEC y *The Nature Conservancy*- TNC).

El objetivo del taller fue identificar las presiones (actividades o eventos) con impactos potenciales en el suministro de SE, considerando su temporalidad y alcance en las cuencas de la RIC para la elaboración participativa y con enfoque de género del PAMIC.

Durante la caracterización de actividades y eventos con enfoque de género, surgieron reflexiones que revelan la complejidad y el dinamismo de las relaciones entre hombres y mujeres, así como la variabilidad en la división del trabajo en cada tarea y la diversidad de actores involucrados en el territorio. En términos generales, se analizaron aspectos como la división sexual del trabajo, el acceso a recursos, la toma de decisiones, los impactos potenciales de eventos extremos, y las habilidades y capacidades para enfrentarlos.

La caracterización con enfoque de género se basó en los conocimientos y experiencias de las personas participantes, por lo que los resultados no necesariamente representan el mismo escenario en la totalidad de las cuencas de la RIC, debido a que las características de los vínculos entre el género y el ambiente pueden variar de acuerdo con el contexto sociocultural. No obstante, las conclusiones

y reflexiones derivadas de este ejercicio destacan la importancia de incorporar la perspectiva de género en las iniciativas de conservación, restauración y adecuación de prácticas para evitar la profundización de desigualdades preexistentes y promover un manejo más inclusivo, equitativo y sostenible de los recursos. Con ese propósito, el ANEXO 4 proporciona lineamientos generales y ejemplos de medidas para integrar la perspectiva de género en cada etapa de proyectos o iniciativas de restauración, conservación y adecuación de prácticas ganaderas y agroforestales.

En los siguientes apartados se describe de manera general y con perspectiva de género las principales actividades o eventos con impacto potencial en la provisión y mantenimiento de SE identificadas por las personas que participaron durante en el taller.

9.1.1. Agricultura y uso de agroquímicos

La agricultura ocupa áreas poco significativas en las cuencas de la RIC, que ocupan aproximadamente 26.9 km² (2.53% de la superficie de las cuencas). Los cultivos predominantes en sistemas de temporal son el maíz y el frijol, con el uso frecuente de insumos comerciales como urea y glifosato. El maíz se cultiva en pequeñas áreas, destinándose en su mayoría para la producción de forraje molido para el ganado durante la temporada de estiaje. El maíz de autoconsumo se siembra en superficies reducidas en las partes media y alta de las cuencas. Las parcelas suelen dejarse en barbecho por uno o dos años, aunque esta práctica está en declive debido a la creciente demanda de terrenos. La preparación de las tierras en estos sistemas agrícolas sigue técnicas tradicionales como la roza-tumba-quema para zonas arboladas y roza-quema para acahuals (Grupo Interinstitucional Cuencas Costeras de Chiapas, 2007). En la parte alta, especialmente en áreas de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera El Triunfo (REBITRI), se encuentran plantaciones de café y cacao, con arreglos agroforestales para fomentar la producción bajo sombra.

En las zonas media y baja de las cuencas, se cultivan productos como mango, limón persa, melón, sandía y palma de aceite, siendo esta última cada vez más extendida debido a su mayor rentabilidad en comparación con la ganadería. Diversos estudios (Ávila and Albuquerque, 2018; Gómez et al., 2023; Meijaard et al., 2020; Pardo and Ocampo, 2019) señalan que las áreas circundantes a las plantaciones de palma de aceite experimentan cambios significativos en la estructura del suelo y la infiltración de agua, lo que podría reducir la disponibilidad hídrica a largo plazo en las cuencas. Asimismo, se han reportado conflictos relacionados con el uso del agua, los cuales ha exacerbando la presión sobre recursos hídricos locales, disminución de la biodiversidad y afectación en la calidad del agua asociada con el uso intensivo de agroquímicos (Comte et al., 2012; Pardo et al., 2018, 2015). Esto resalta la necesidad de implementar programas de monitoreo continuo para detectar impactos sociales y ambientales con el fin de aplicar medidas correctivas y prácticas sostenibles de manera oportuna.

Aunado a lo anterior, se mencionó que la inadecuada disposición final de los envases y contenedores de agroquímicos utilizados en las actividades agropecuarias, resulta en su arrastre hacia esteros, canales y lagunas costeras, donde se acumulan y generan problemas significativos para la biodiversidad acuática. Además, la contaminación por desechos orgánicos e inorgánicos, así como los residuos químicos provenientes de las zonas agrícolas, contribuyen al deterioro de la calidad del agua, exacerbando los impactos ambientales en los ecosistemas costeros.

En el ámbito de género, se observó que, por lo general, los hombres son los responsables de la aplicación de agroquímicos en los cultivos, frecuentemente sin el uso adecuado de equipo de protección personal. No obstante, las mujeres también están expuestas a estos productos, ya que son quienes suelen manipular y lavar la ropa contaminada tras las aplicaciones y, en algunos casos, reutilizan los envases de agroquímicos como recipientes para uso doméstico. Además, los hombres suelen asumir las decisiones de compra y uso de los productos, lo que les confiere un mayor acceso a la información sobre su manejo y medidas de protección, aun cuando las mujeres sean titulares de la tierra. En consecuencia, para reducir los riesgos a la salud derivados del manejo inadecuado de agroquímicos, es esencial integrar a las mujeres en los programas de capacitación y sensibilización sobre el uso seguro de estas sustancias.

9.1.2. Descarga de aguas residuales

De acuerdo con las discusiones derivadas del taller, se mencionó que las descargas residuales provenientes de las cabeceras municipales y comunidades carecen de tratamiento adecuado, lo que ha provocado la contaminación progresiva de los ríos y afluentes que desembocan en la zona baja de la cuenca. De acuerdo con el Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación (CONAGUA, 2024) solo se registra una planta de tratamiento en la localidad El Carmen (municipio de Pijijiapan) con capacidad instalada de 3.0 l/s. Asimismo, se identificó que la producción de cerdos y aves, junto con los desechos generados por las queserías, contribuyen a la contaminación, aunque no se ha determinado con precisión el grado de afectación.

El tratamiento de aguas residuales es jurisdicción municipal, pero resultaría relevante adoptar tecnologías accesibles y eficientes que se ajusten a las necesidades de los entornos rurales. Opciones como humedales artificiales, biodigestores, filtros de arena o grava, y sistemas modulares como los reactores anaerobios de flujo ascendente (UASB) ofrecen soluciones sostenibles para tratar aguas residuales y desechos orgánicos (Mulligan et al., 2020; Vörösmarty et al., 2018; Zawadzka et al., 2019). Estas tecnologías deben adaptarse al contexto local y ser complementadas con programas de capacitación para garantizar su implementación adecuada y sostenibilidad a largo plazo.

En cuanto a la distribución de tareas relacionadas con el manejo de aguas residuales, se observó que los hombres predominan en la planificación del desarrollo municipal en áreas urbanas y en la construcción de infraestructura en zonas rurales, como las fosas sépticas. En situaciones donde las aguas residuales no están conectadas a un sistema de drenaje, las mujeres son quienes las reutilizan en huertos o las desechan en espacios públicos, como calles. Además, se destacó que las mujeres tienden a organizarse más frecuentemente en torno a temas de salud y educación comunitaria. En la región existen al menos cuatro instituciones financieras que ofrecen créditos a grupos de mujeres, debido a que se ha observado un alto nivel de cumplimiento en los pagos por parte de las beneficiarias.

9.1.3. Ganadería

La actividad ganadera se identificó como una de las principales causas de cambio de uso del suelo y degradación de la vegetación natural en la RIC. El manejo inadecuado de los pastizales, combinado con el déficit hídrico asociado a eventos climáticos extremos, acelera su degradación y disminuye la productividad, lo que incentiva la apertura de nuevas áreas de selvas, bosques, manglares y tulares.

Las cuencas de la RIC se caracterizan por una alta producción de leche y la cría de ganado en sistemas de doble propósito. En cuanto a la leche, la cadena productiva sigue un modelo lineal: los productores actúan como proveedores para la agroindustria, seguido por acopiadores y transformadores, quienes añaden valor al convertir la leche en productos como quesos, que son comercializados en mercados locales y regionales. En el caso de la carne, la producción se enfoca principalmente en la engorda de toretes, los cuales se venden a intermediarios para su finalización fuera del estado. Aunque existen rastros municipales que cubren la demanda local, más del 90% del ganado en pie es finalizado en otras entidades, siendo Veracruz un punto clave para el acopio y engorda (FONCET, 2022).

En los municipios de Pijijiapan y Mapastepec se registran 5,299 Unidades de Producción Pecuaria (UPP) en el Padrón Ganadero Nacional (SADER, 2018). De estas, se estima que 628 UPP se encuentran dentro del polígono de la cuenca Pijijiapan, 585 en la cuenca Coapa y 525 en la cuenca Novillero. La estructura predominante de las UPP consiste en potreros extensivos, con gramíneas para pastoreo y árboles dispersos de al menos 43 especies leñosas, presentes en las partes media y baja de las cuencas (Apan-Salcedo, 2015).

Los problemas reportados por los productores incluyen una marcada disminución en la producción ganadera debido a los bajos precios de sus productos, el aumento en el robo de ganado y la prolongación de la temporada de estiaje, que se extiende al menos un mes más de lo habitual.

Anteriormente, este periodo duraba seis meses, de noviembre a abril, finalizando con las primeras lluvias torrenciales en mayo (Escalante-Sandoval, 2006).

Al analizar la producción ganadera desde una perspectiva de género, se evidenció la división sexual del trabajo y las desigualdades en el acceso a los recursos productivos, financieros y en la toma de decisiones. En términos generales, los hombres llevan a cabo la mayoría de las actividades directamente relacionadas con la ganadería bovina, tales como la ordeña, limpieza, fumigación, vacunación, desparasitación, marcado, reparación de cercas, ensilado y manejo de maquinaria. Las mujeres, por su parte, participan en menor medida en la ordeña y se involucran principalmente en el amasado de queso y su elaboración para autoconsumo o en pequeñas queserías, además de la ganadería de traspatio. Asimismo, las mujeres asumen en mayor proporción el trabajo doméstico, que facilita la ejecución de las actividades productivas por parte de los hombres.

En ocasiones, la migración de los hombres en busca de nuevas fuentes de ingresos aumenta la participación de las mujeres en las labores productivas. Sin embargo, los hombres continúan teniendo mayor acceso a los recursos productivos y financieros vinculados a la ganadería, así como a la toma de decisiones, lo cual está asociado, en gran medida, a la titularidad de la tierra. Esta desigualdad persiste incluso cuando las mujeres son ejidatarias, ya que los esposos o hijos suelen tener mayor influencia en las decisiones. Además, se destacó que, en la región, el acceso a créditos y tecnología es muy limitado para toda la población, debido a la gran cantidad de requisitos y el limitado poder adquisitivo.

9.1.4. Eventos extremos: huracanes, tormentas, sequías y olas de calor.

De acuerdo con el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (INECC, 2019) los municipios de Pijijiapan y Mapastepec presentan una mayor vulnerabilidad de los asentamientos humanos ante inundaciones al cambio climático en comparación con las regiones norte y centro de Chiapas, debido a las variaciones en el relieve y la proximidad al mar. Durante la temporada de estiaje, los vientos predominantes aumentan el riesgo de incendios forestales y generan impactos significativos en la producción agrícola y pecuaria. Este riesgo se intensifica a medida que crece el número de cabezas de ganado y se amplía la superficie destinada a la ganadería bajo condiciones de pastoreo, lo que hace que los sistemas ganaderos sean más vulnerables al estrés hídrico y a los efectos de la sequía. Además, el aumento de la temperatura en los últimos años, ha intensificado la variabilidad meteorológica y la frecuencia de eventos extremos que han contribuido a que algunos arroyos y ríos se sequen durante periodos de sequía más prolongados o el impacto de huracanes (SEMAHN, 2010).

De acuerdo con el Perfil de Riesgo Climático para México (The World Bank Group, 2023) , se proyecta que la región sur del país enfrentará los mayores aumentos en el número de noches tropicales, con temperaturas superiores a 20 °C durante picos estacionales (escenario SSP3-7.0). Esto indica que se

esperan incrementos significativos en los periodos cálidos hacia mediados de siglo (2040-2059). Respecto a la precipitación, se anticipa una disminución porcentual significativa anual, lo que podría exacerbar los desafíos hídricos en las cuencas de la RIC.

La infraestructura vial, con el eje carretero principal que atraviesa la región de Arriaga a Mapastepec, ha sido clave para el desarrollo urbano y productivo, modificando significativamente el paisaje. Sin embargo, esta infraestructura es vulnerable a las inundaciones. De los 239 asentamientos entre Pijijiapan y Mapastepec, varios han quedado incomunicados por inundaciones, y entre 1998 y 2005 al menos siete comunidades fueron reubicadas debido a los impactos de los huracanes, tal como ocurrió con la comunidad de Valdivia en la cuenca Novillero, en donde se perdieron varias viviendas y sistemas productivos que, posteriormente se transformaron en potreros que actualmente forman parte de la cadena de producción lechera (CONAGUA, 2005; FONCET, 2022).

Entre 2000 y 2018, se registraron 28 eventos climáticos en la región que requirieron recursos del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) por un total de 841 millones de pesos. De estos, 14 fueron ciclones tropicales que demandaron la mayor parte de la inversión (611 millones de pesos), seguidos de 10 tormentas y los sismos de 2017 (CENAPRED, 2018)..

El impacto de las inundaciones causadas por huracanes y tormentas genera una diferenciación en las responsabilidades asumidas por hombres y mujeres para enfrentar estas situaciones. Las mujeres, de manera habitual, se centran en la administración de los recursos (p.ej. alimentos, vestimenta, agua), además de encargarse de la limpieza de pertenencias y el cuidado de menores, personas mayores y enfermas, responsabilidades que se intensifican durante estos eventos. Por su parte, las brigadas de búsqueda y rescate de personas y ganado, así como las encargadas de la restauración y limpieza de caminos, están mayoritariamente integradas por hombres.

En relación con los efectos de las sequías y olas de calor, se observó que, aunque afectan a toda la población, existen diferencias relacionadas con las actividades que tradicionalmente realizan hombres y mujeres. Los hombres están más expuestos a golpes de calor debido a su trabajo en espacios abiertos, como en la agricultura, ganadería y servicios, mientras que las mujeres suelen verse afectadas por la necesidad de recorrer distancias mayores para obtener agua destinada al consumo doméstico. En cuanto a capacidades y habilidades, se destacó que los hombres tienden a organizarse para buscar nuevas fuentes de agua y llevar a cabo la infraestructura necesaria para su acceso, mientras que las mujeres destacan por su capacidad para optimizar el uso eficiente del recurso en el ámbito doméstico.

Se destacó que, aunque existen planes de prevención para mitigar los impactos por fenómenos naturales, su implementación en la práctica es deficiente. Esta falta de ejecución, sumada a la

insuficiencia de ayuda por parte de las autoridades de protección civil y a la carencia de capacidades locales desarrolladas, limita significativamente la capacidad de respuesta ante estos eventos extremos.

9.1.5. Obras hidráulicas

La construcción de infraestructura hidráulica contemplada en el Proyecto Plan Hidráulico de la Costa de Chiapas (1995) ha generado desvíos de ríos, apertura de canales, construcción de drenes, desecación de terrenos pantanosos y dragado de cuerpos de agua. Estas intervenciones han provocado la sedimentación de los ríos y canales, así como la alteración de los flujos y patrones de agua dulce y salada, resultando en cambios significativos para la producción de nutrientes y la disponibilidad de especies de importancia comercial.

Los impactos sobre las personas derivan en la afectación de sus medios de vida e ingresos, principalmente por la disminución de la pesca a causa del asolvamiento de cuerpos de agua y las inundaciones asociadas a problemas de escurrimiento. En el caso de la pesca, actividad predominantemente realizada por hombres, su afectación obliga a las mujeres a buscar alternativas económicas, incrementando sus responsabilidades y presiones. Además, los apoyos para la recuperación de pérdidas por inundaciones suelen estar dirigidos a activos agropecuarios, generalmente propiedad de hombres. Como resultado, ellos son quienes gestionan los recursos, toman decisiones y administran los fondos, dejando a las mujeres fuera de estos procesos y sin acceso a la información sobre los protocolos de recuperación.

9.2. Priorización territorial por enfoque

9.2.1. Actividades de conservación

La priorización territorial para focalizar actividades de conservación en las cuencas de la RIC se refiere a la identificación y evaluación de subcuencas que requieren atención a corto y largo plazo para garantizar la protección y mantenimiento de la estructura, procesos biofísicos y funciones de los ecosistemas.

Las subcuencas con mayor prioridad para focalizar actividades de **conservación** en la RIC son: Urbina, Nueva Flor y Santa Rita de las Flores. La priorización de estas subcuencas es el resultado del análisis e integración de los siguientes elementos (Tabla 21, Fig. 35):

- Alta provisión de SE: subcuencas con mayor rendimiento hídrico, recarga local, control de sedimentos y retención de nutrientes.
- Alta demanda: subcuencas con alta densidad poblacional y altos volúmenes de extracción de agua superficial y subterránea.
- Alta conectividad hidrográfica: subcuencas con mayor vinculación en función de la red de drenaje superficial.
- Alta probabilidad de impactos ante **escenarios de cambio climático y cambios de uso de suelo y vegetación**: subcuencas con diferencias estadísticamente significativas en comparación con los resultados de línea base.

Tabla 21. Descripción de las subcuencas con alta prioridad para llevar a cabo actividades de conservación en las cuencas de la Región Istmo-Costa. Valores de interpretación del ICSE y brecha de género: 1 (condiciones menos favorables) a cero (condiciones más favorables).

ID	Subcuenca	ICSE	Brecha de género	Municipios de incidencia	Porcentaje (%) del municipio dentro de la subcuenca	Superficie (km²)
2	Urbina	0.75	0.25	Pijijiapan	2.95	51.86
9	Nueva Flor	0.75	0.25	Pijijiapan	3.11	54.64
13	Santa Rita de las Flores	0.5	0.5	Mapastepec	4.51	55.26

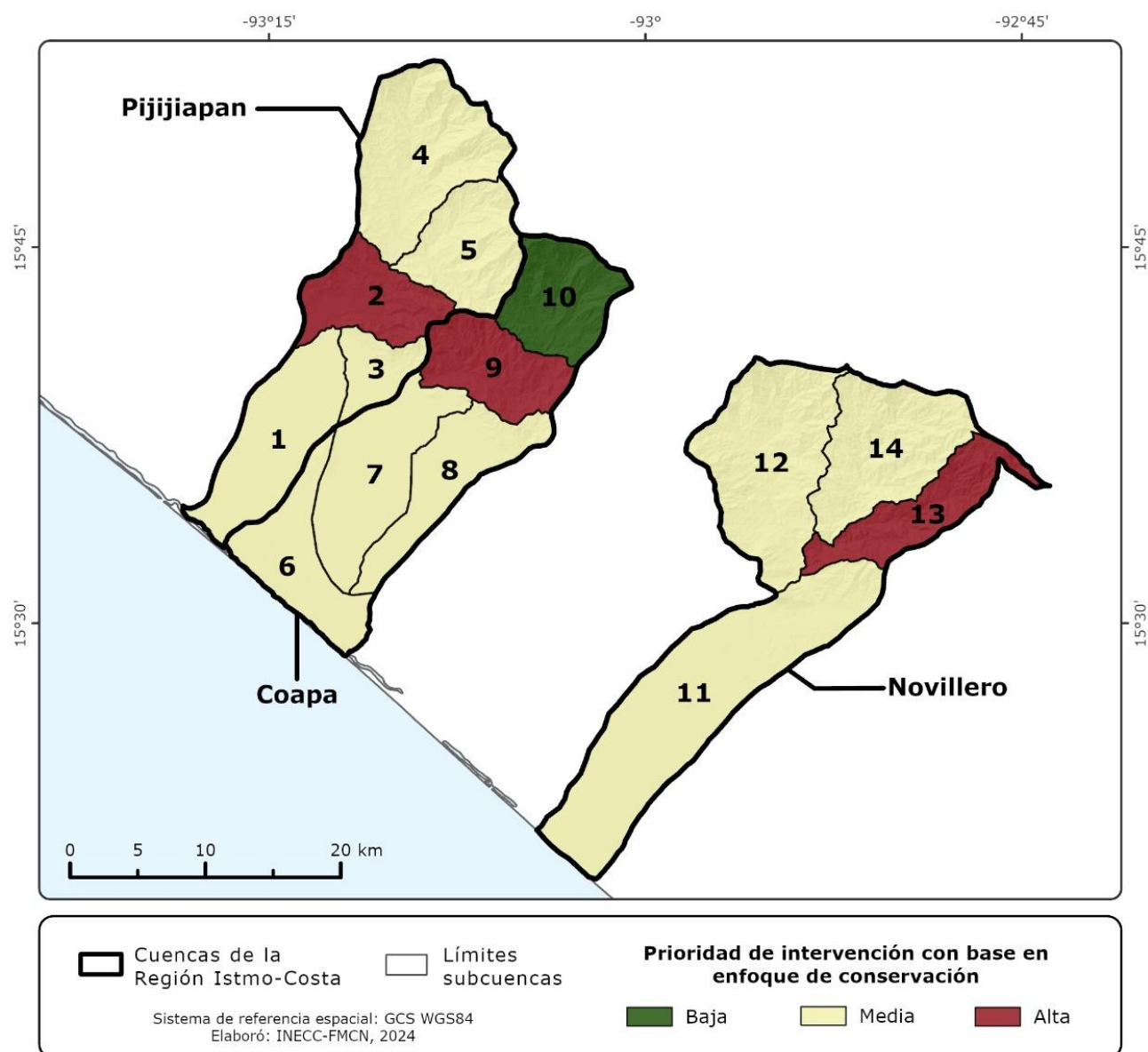


Fig. 35. Mapa de priorización territorial a nivel de subcuenca para la focalización de acciones de conservación en las cuencas de la Región Istmo-Costa.

9.2.2. Actividades de restauración

Las acciones de restauración o rehabilitación enfocadas a maximizar los servicios ecosistémicos requieren de una planificación a nivel regional para lograr impactos significativos en el funcionamiento de los ecosistemas (Comín et al., 2018). Dado que los recursos financieros para llevar a cabo proyectos de restauración o rehabilitación ecológica a gran escala suelen ser limitados, es fundamental priorizar las áreas críticas para mejorar el suministro de múltiples SE.

Las subcuencas con mayor prioridad para focalizar actividades de **restauración** en la RIC son: Urbina, Nueva Coapa y El Carmen. Estas subcuencas priorizadas cuentan con las siguientes características (Tabla 22, Fig. 36):

- Baja provisión de SE: subcuencas con menores tasas de rendimiento hídrico, recarga local y mayor susceptibilidad al transporte de sedimentos y nutrientes.
- Alta demanda de SE: subcuencas con alta densidad poblacional y altos volúmenes de extracción de agua superficial y subterránea.
- Alta conectividad hidrográfica: subcuencas con mayor vinculación en función de la red de drenaje superficial.
- Alta probabilidad de impactos ante escenarios de cambio climático y cambios de uso de suelo y vegetación: subcuencas con diferencias estadísticamente significativas en comparación con los resultados de línea base.

Tabla 22. Descripción de las subcuencas con alta prioridad para llevar a cabo actividades de restauración en las cuencas de la Región Istmo-Costa. Valores de interpretación del ICSE y brecha de género: 1 (condiciones menos favorables) a cero (condiciones más favorables).

ID	Subcuenca	ICSE	Brecha de género	Municipios de incidencia	Porcentaje (%) del municipio dentro de la subcuenca	Superficie (km²)
2	Urbina	0.75	0.25	Pijijiapan	2.95	51.86
7	Nueva Coapa	0.75	0.25	Pijijiapan	4.67	82.08
8	El Carmen	0.75	0.25	Pijijiapan	3.48	61.07

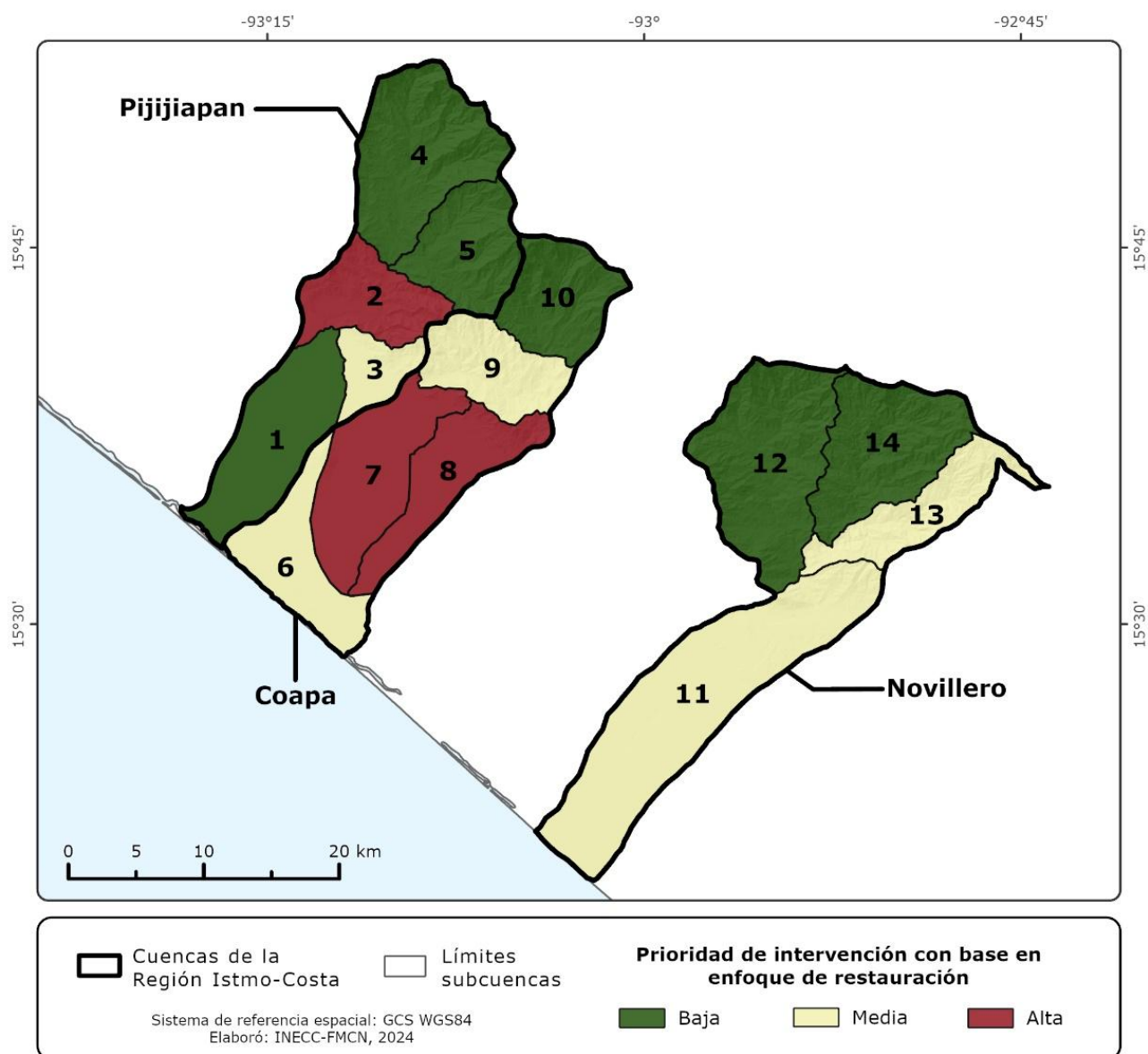


Fig. 36. Mapa de priorización territorial a nivel de subcuenca para la focalización de acciones de restauración en las cuencas de la Región Istmo-Costa.

9.2.3. Adecuación de prácticas productivas

La identificación y evaluación de áreas prioritarias para la adecuación de prácticas productivas requiere de un enfoque integral y participativo que considere los impactos potenciales socio-ecológicos, la importancia de la actividad productiva y las posibles alternativas de manejo sostenible en la región.

Las zonas prioritarias para focalizar acciones de **adecuación de prácticas productivas** se concentran principalmente en el sector agropecuario. En la RIC, resultaron prioritarias las subcuencas de Pijijiapan, Urbina, Salto de Agua, Nueva Coapa, El Carmen e Hidalgo Novillero, considerando las siguientes características (Tabla 23, Fig. 37):

- Baja provisión de SE: subcuencas con menores tasas de rendimiento hídrico y mayor susceptibilidad al transporte de sedimentos y nutrientes.
- Alta demanda de SE: subcuencas con alta densidad poblacional y altos volúmenes de extracción de agua superficial y subterránea.
- Alta conectividad hidrográfica: subcuencas con mayor vinculación en función de la red de drenaje superficial.
- Alta probabilidad de impactos ante escenarios de cambio climático y cambios de uso de suelo y vegetación: subcuencas con diferencias estadísticamente significativas en comparación con los resultados de línea base.

Tabla 23. Descripción de las subcuencas con alta prioridad para focalizar actividades de adecuación de prácticas productivas en las cuencas de la Región Istmo-Costa. Valores de interpretación del ICSE y brecha de género: 1 (condiciones menos favorables) a cero (condiciones más favorables). Los municipios de Talpa de Allende, Mascota y Puerto Vallarta presentan los valores más altos de vulnerabilidad al cambio climático (INECC, 2019).

ID	Subcuenca	ICSE	Brecha de género	Municipios de incidencia	Porcentaje (%) del municipio dentro de la subcuenca	Superficie (km²)
1	Pijijiapan	0.75	0.25	Pijijiapan	4.65	81.67
2	Urbina	0.75	0.25	Pijijiapan	2.95	51.86
3	Salto de Agua	0.75	0.25	Pijijiapan	1.49	26.25
7	Nueva Coapa	0.75	0.25	Pijijiapan	4.67	82.08
8	El Carmen	0.75	0.25	Pijijiapan	3.48	61.07
11	Hidalgo Novillero	0.5	0.5	Mapastepec	14.36	175.32

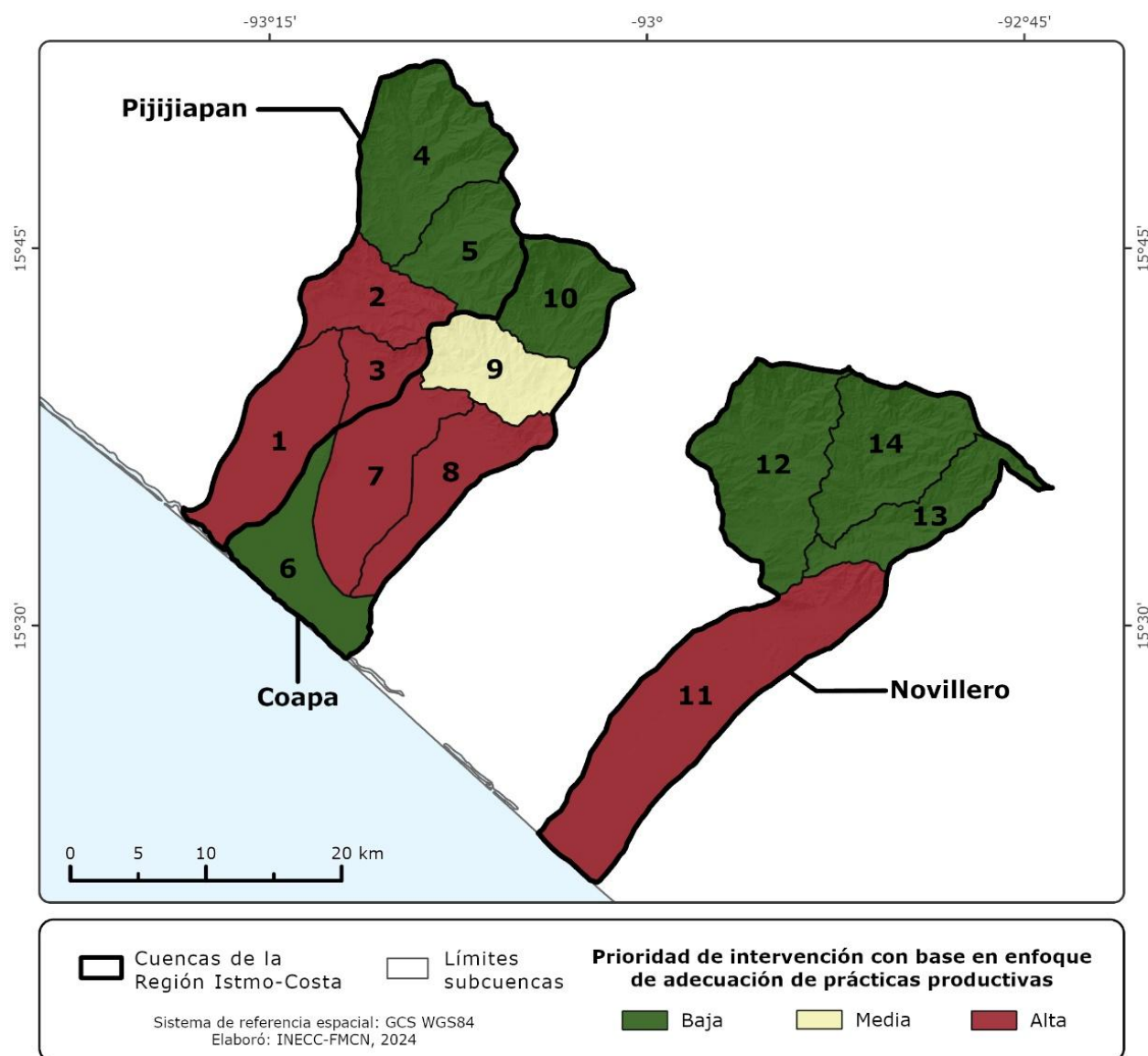


Fig. 37. Mapa de priorización territorial a nivel de subcuenca para la focalización de acciones de adecuación de prácticas productivas en las cuencas de la Región Istmo-Costa.

9.3. Focalización de acciones prioritarias en las cuencas de la Región Istmo-Costa.

La agenda ambiental para las cuencas de la RIC se elaboró a partir de la integración de los resultados del componente participativo y el componente técnico-científico (analítico-relacional). Este proceso permite la identificación de subcuencas prioritarias para focalizar acciones de conservación, restauración o adecuación de prácticas productivas de acuerdo con la oferta-demanda de SE, la conectividad hidrográfica y la probabilidad de impactos ante escenarios de cambio climático y de uso de suelo y vegetación.

9.3.1. Actividades prioritarias para la provisión y mantenimiento de los servicios ecosistémicos (SE).

El segundo taller participativo se llevó a cabo el 28 de agosto de 2023 en la Universidad Politécnica de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez. Este taller contó con la participación de 17 personas (10 hombres y 07 mujeres) representantes de instituciones públicas a nivel estatal y federal (CONAGUA; CONANP; Instituto Estatal del Agua del Gobierno de Chiapas; Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA; SADER; Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, SEMAHN; Universidad Politécnica de Chiapas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas).

El objetivo principal del segundo taller consistió en identificar y priorizar las actividades de conservación, restauración y adecuación de prácticas que se podrían promover o fortalecer para mejorar la provisión y mantenimiento de los SE de la RIC. La Tabla 24 describe los retos, oportunidades y principales actores clave identificados por los y las participantes al taller para cada una de las actividades prioritarias.

Tabla 24. Descripción de actividades prioritarias para la conservación, restauración y adecuación de prácticas productivas (agroforestería y ganadería) identificadas por las personas participantes durante el segundo taller PAMIC de la Región Istmo-Costa. **F**-Financiamiento, **I**- Implementación.

Actividad prioritaria de conservación y restauración				
Realizar actividades para la prevención, combate y manejo del fuego				
Actores clave	F	I	Principales retos	Oportunidades
CONAFOR	◆	◆	- Recursos humanos, sistemas de alerta y equipamiento insuficientes.	- Contar con protocolos de comunicación, capacitación técnica, equipamiento, sistema de alerta temprana con el fortalecimiento de brigadas locales / regionales. - Crear la infraestructura y el equipo adecuado para la acción interinstitucional. - Establecer controles sobre quemas agrícolas y prácticas que puedan generar incendios. - Realizar actividades preventivas y promover el acceso a los recursos financieros a partir de instancias públicas o privadas. - Planificación y ordenamiento territorial para la reducción de riesgos. - Incentivos para prácticas sostenibles y programas de restauración.
CONANP	◆	◆	- Falta de capacitación, sensibilización e incentivos para prácticas sostenibles.	
Brigadistas locales		◆	- Dificultad en el acceso e inseguridad en zonas para mitigar incendios.	
Municipios, ejidos y comunidades.	◆	◆	- Falta de comunicación y coordinación interinstitucional.	
Protección civil	◆	◆	- Falta de regulación de actividades agrícolas y ganaderas.	
Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN)	◆	◆	- Atención y seguimiento oportuno a las denuncias.	
Otras instituciones gubernamentales como Secretaría del Bienestar y la Guardia Nacional.		◆	- Generar legislación y políticas públicas que apoyen la prevención de incendios.	
			- Involucrar a las comunidades en la toma de decisiones y en las acciones de prevención y combate.	

Actividad prioritaria de conservación y restauración				
Implementar monitoreos de la calidad y cantidad de agua, del suelo y de la biodiversidad				
Actores clave	F	I	Principales retos	Oportunidades
Academia (universidades y centros públicos de investigación científica como el Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR).	◆	◆	- Selección de puntos de muestreo representativos, seguros y accesibles en épocas estacionales.	- Equipamiento, uso de tecnologías remotas y creación de infraestructura como equipos móviles de monitoreo. - Desarrollo de capacidades técnicas y colaboración con instituciones académicas. - Coordinar con iniciativas agrícolas, forestales o de conservación ya en marcha. - Programas y mesas de trabajo interinstitucionales y permanentes para colaboración transversal. - Involucrar a brigadistas locales para facilitar acceso y logística. - Colaboración con instancias de gobierno locales y regionales para seguridad en áreas de difícil acceso. - Promover el financiamiento público y privado, redes y alianzas. - Adaptación cultural y lingüística para integrar el conocimiento tradicional. - Trabajar con comunidades para identificar áreas clave y resolver conflictos de uso de la tierra con enfoque de cuenca.
Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS)	◆	◆	- Tiempo y facilidad para llevar a cabo análisis en laboratorio o con limitaciones tecnológicas.	
CONAGUA	◆	◆	- Falta de interés, sensibilización y concientización.	
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)		◆	- Recursos humanos y financieros insuficientes a corto y largo plazo.	
Instituto Estatal del Agua (Gobierno de Chiapas)	◆	◆	- Problemas legales o disputas sobre la propiedad que limitan el acceso a ciertos sitios de muestreo.	
Organizaciones de la sociedad civil (p.ej. FONCET)	◆	◆	- Coordinación interinstitucional deficiente con programas transversales.	
Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)	◆	◆	- Variabilidad climática y estacionalidad que afecta la planificación y ejecución.	
SEMAHN	◆	◆	- Falta de datos base y registros históricos.	
SEMARNAT	◆		- Biodiversidad compleja y poco estudiada con escasez de esfuerzos dedicados en la taxonomía y ecología local.	

Actividad prioritaria de agroforestería				
Implementar y distribuir de manera estratégica sistemas para la captación de agua pluvial				
Actores clave	F	I	Principales retos	Oportunidades
Instituto Estatal del Agua		◆	- Falta de capacitación local para el mantenimiento de los sistemas a largo plazo.	- Monitoreos del régimen de lluvias
Municipios, ejidos y comunidades		◆	- Dificultad para acceder a materiales adecuados para construir sistemas de captación.	- Formación técnica en el diseño, instalación y mantenimiento de los sistemas de captación.
Organizaciones de la sociedad civil (p.ej. FONCET, Pronatura, SyDEC y Conservación Internacional)	◆	◆	- Ausencia de marcos regulatorios o incentivos que promuevan el uso de captación de agua pluvial.	- Programas educativos para destacar la importancia del agua pluvial para la agricultura.
SADER	◆		- Sistemas de captación no adaptados a los cambios en los patrones de lluvia.	- Programas gubernamentales o alianzas privadas que ofrezcan financiamiento accesible y subsidios para la instalación de sistemas.
Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGyP) del estado de Chiapas.	◆	◆	- Baja prioridad percibida de la captación de agua en algunas comunidades.	- Diseño de sistemas flexibles que se ajusten a la topografía, suelo y variabilidad climática.
SEMAHN		◆		- Facilitar el acceso a materiales de construcción y tecnología adecuados a precios asequibles en zonas rurales.
				- Políticas públicas que incentiven el uso de captación de agua pluvial en el sector agropecuario.

Actividad prioritaria de agroforestería				
Implementación de mecanismos biológicos o ecológicos para el control de plagas y enfermedades de los diferentes cultivos				
Actores clave	F	I	Principales retos	Oportunidades
CONAFOR	◆	◆	- Resistencia de los productores a modificar sus métodos convencionales.	- Desarrollar programas de sobre el uso de control biológico y sus beneficios.
CONANP		◆	- Escasa disponibilidad de asesoría técnica especializada en el uso de otros métodos.	- Subsidios o incentivos financieros que faciliten la transición hacia métodos más sostenibles.
INIFAP		◆	- Parcelas pequeñas o fragmentadas dificultan el escalamiento de nuevas prácticas.	- Fortalecer redes locales de distribución para mejorar el acceso a insumos.
Institutos tecnológicos, sector académico y privado		◆	- Problemas legales o de tenencia de la tierra limitan la implementación.	- Asesoría técnica continua.
Municipios, ejidos y comunidades	◆	◆	- Dificultad para conseguir organismos o productos biológicos de control en áreas rurales.	- Diseño de mecanismos adaptados a diferentes tipos de parcelas y tenencia de la tierra.
SADER	◆	◆	- Tiempo de implementación y resultados puede desincentivar su uso.	- Investigación y validación de métodos en diferentes contextos agrícolas.
SENASICA(Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria).	◆	◆	- Costo inicial elevado y sin garantías de apoyo financiero.	
SEMAHN		◆		

Actividad prioritaria de ganadería				
Implementar o fortalecer el manejo sanitario y reproductivo de forma integral y planificada				
Actores clave	F	I	Principales retos	Oportunidades
Asociaciones / Uniones ganaderas locales y regionales	◆	◆	- Poca sensibilización sobre prácticas sanitarias y reproductivas adecuadas.	- Programas de formación continua en temas reproductivos y sanitarios.
Municipios, ejidos y comunidades	◆	◆	- Ausencia o corrupción en los procesos de control sanitario.	- Planes de apoyo financiero y técnico (p.ej. subsidios y créditos accesibles a pequeños productores)
Organizaciones de la sociedad civil (p.ej. <i>The Nature Conservancy</i> , Conservación Internacional, FMCN, FONCET).	◆		- Manejo sanitario deficiente (uso de pollinaza y otros alimentos inadecuados).	- Promoción de sellos de certificación para sanidad (p.ej. certificación TIPO Inspección Federal, TIF).
SADER	◆	◆	- Abigeato, contrabando de ganado y falta de control sanitario.	- Implementación de escuelas de campo.
SAGyP	◆	◆	- Falta de registros productivos estandarizados.	- Fortalecimiento del marcaje y aretado para ampliar la cobertura del registro de ganado.
SENASICA	◆	◆	- Personas productoras con fuerte arraigo a prácticas tradicionales.	- Controles sanitarios más estrictos y combatir la corrupción en los procesos.
			- Altos pecios del aretado con escaso o nulo financiamiento disponible.	- Sensibilización sobre inocuidad alimentaria.
			- Expansión de la ganadería hacia zonas de manglar o humedales.	- Fortalecer las asociaciones o uniones ganaderas.
			- Cambio de actividades ganaderas a cultivos de palma de aceite.	- Incentivar la diversificación de actividades productivas sostenibles, como el agroecoturismo o cultivos alternativos, en lugar de cambiar hacia monocultivos como la palma de aceite.
				- Promover prácticas ganaderas sostenibles que protejan los humedales y manglares.

Actividad prioritaria de ganadería				
Rehabilitar los agostaderos o pastizales con especies nativas que sirvan como bancos forrajeros				
Actores clave	F	I	Principales retos	Oportunidades
Asociaciones / Uniones ganaderas locales y regionales	◆	◆	- Acceso limitado a semillas de especies nativas.	- Promoción de sellos de certificación e incentivos económicos (p.ej. carne libre de deforestación).
CONANP	◆		- Productores no familiarizados con las técnicas de rehabilitación.	- Acompañamiento técnico y creación de escuelas de campo.
INIFAP, FAO y sectores académicos	◆	◆	- Variabilidad en el éxito de establecimiento de leguminosas nativas en diferentes suelos y climas.	- Promoción de forrajes locales y manejo del pastoreo controlado o rotacional.
Municipios, ejidos y comunidades		◆	- Inversión inicial elevada en la compra de semillas, infraestructura y mano de obra.	- Identificación de redes comunitarias para promover acciones colectivas.
Organizaciones de la sociedad civil p.ej. <i>The Nature Conservancy</i> , Conservación Internacional, FMCN, FONCET).	◆		- Mantenimiento a largo plazo para evitar sobrepastoreo y degradación de especies nativas.	- Implementar la producción de forraje hidropónico.
SADER	◆		- Falta de acceso a ingredientes y tecnología adecuada para la elaboración de bloques multinutricionales.	- Bancos de semillas locales o cooperativas para facilitar el acceso a leguminosas nativas y fijadoras de nitrógeno.
SEMANH	◆		- Resistencia al cambio, capacitación para la producción, poco financiamiento y apoyo técnico.	- Programas de financiamiento o subsidios específicos para la rehabilitación de pastizales.
				- Promover una visión socio-ecológica e intercambio de conocimientos.

Además de las actividades descritas en la Tabla 24, y considerando las presiones detectadas en la RIC, las personas participantes en los talleres destacaron las siguientes actividades climáticamente inteligentes para mejorar la provisión y el mantenimiento de los SE:

- Establecer áreas dedicadas a la restauración, reforestación, aforestación y mejoramiento de la vegetación en sistemas riparios, priorizando zonas degradadas. Estas actividades deben incluir la selección de especies nativas adaptadas a las condiciones locales, para garantizar la estabilidad ecológica y la funcionalidad de los ecosistemas.
- Organizar y promover jornadas comunitarias para la limpieza de ríos, arroyos y otros cuerpos de agua, involucrando a las comunidades locales, instituciones educativas, y actores públicos y privados. Estas jornadas deben complementarse con actividades de sensibilización sobre la importancia de mantener los ecosistemas acuáticos saludables, así como con capacitaciones en el manejo adecuado de residuos sólidos y prácticas de conservación.
- Implementar mejores prácticas agrícolas, como la diversificación de cultivos mediante la combinación de especies perennes y plantaciones de árboles; el uso de especies forestales de múltiples usos; la rotación de cultivos; y la selección de variedades adaptadas a las condiciones locales, con menores requerimientos y mayor productividad. Además, promover el establecimiento de cultivos multianuales y de cobertura para mejorar la sostenibilidad y resiliencia del sistema productivo.
- Fomentar la reducción del uso de fertilizantes, plaguicidas y herbicidas inorgánicos o químicos mediante la capacitación de productores en el manejo sostenible de cultivos y la transición hacia insumos orgánicos. Esto incluye promover el uso de biofertilizantes, bioplaguicidas y composta, así como técnicas agroecológicas que mejoren la salud del suelo y reduzcan la dependencia de químicos sintéticos.
- Desarrollar, optimizar o actualizar planes preventivos y protocolos de alerta temprana para mitigar los efectos hidrológicos adversos, incorporando criterios específicos de bienestar animal y protección del ganado. Asimismo, estos planes deberán considerar la salvaguarda de otras actividades económicas locales para garantizar una respuesta integral y efectiva ante posibles contingencias.
- Establecer infraestructura resiliente frente a riesgos naturales, como la construcción de terraplenes, la rehabilitación de drenes parcelarios, y el diseño de caminos despejados para facilitar el desalojo seguro del ganado. Además, se recomienda la instalación de corrales estratégicamente ubicados, bodegas para resguardar animales en situaciones de emergencia, y otras estructuras que minimicen los impactos en la actividad productiva y protejan tanto a los animales como a las comunidades locales. Estas acciones deberán ser planificadas con criterios técnicos y adaptadas a las características específicas de cada región o subcuenca.

- Validar y complementar los resultados del PAMIC con evaluaciones de caudal ecológico y vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación para implementar medidas específicas que mejoren el régimen hidrológico de las subcuencas.
- Impulsar y operar programas de fortalecimiento del tejido social para el desarrollo de proyectos productivos con apoyos especiales para mujeres y jóvenes que no son propietarias de tierra.
- Fortalecer inversiones e instrumentos regulatorios con enfoque de cuenca que incorporen la visión e intereses de los diferentes actores locales, incluyendo la actualización del Plan de Gestión de la cuenca del Río Coapa (Grupo Interinstitucional Cuencas Costeras de Chiapas, 2007) y el Programa Regional de Desarrollo de la Región IX Istmo-Costa (Gobierno del Estado de Chiapas, 2012).

El establecimiento o fortalecimiento del esquema de **Pago por Servicios Ambientales (PSA)** también destacó como una estrategia relevante para mitigar la degradación de los ecosistemas en la RIC. El PSA fue creado en 2003 y, actualmente es operado por la CONAFOR con el objetivo principal de mejorar la calidad y el suministro de agua mediante la prevención de la deforestación, además de brindar otros servicios sinérgicos como la prevención y el control de la erosión del suelo (Mokondoko et al., 2018). Lo anterior resalta la importancia de complementar los criterios de elegibilidad de las áreas de PSA, que generalmente consideran factores sociales como la marginación y la pobreza, con evaluaciones espacialmente explícitas sobre la provisión de SE. En este sentido, **los resultados del PAMIC pueden servir como un insumo base en los criterios de prelación para determinar áreas elegibles** para desarrollar estrategias de conservación como el PSA y otros programas públicos o privados enfocados en la conservación o restauración de los suelos, los cuerpos de agua y la biodiversidad (Cotler y Cuevas, 2019).

En las cuencas de los ríos Pijijiapan, Coapa y Novillero, donde predominan las actividades ganaderas y cafetaleras, también destacan dos iniciativas fundamentales para promover la sostenibilidad: el **sello ECOGAN Chiapas** y la implementación de la **Junta Intermunicipal de la Región Istmo-Costa (JIRICO)**.

El sello ECOGAN Chiapas, impulsado por el Fondo de Conservación El Triunfo (FONCET) en colaboración con la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN) y la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGyP) del estado de Chiapas, certifica prácticas de ganadería sostenible. Este sello está alineado con los lineamientos técnicos y ambientales del PAMIC, que define áreas prioritarias para la certificación de fincas. Estas áreas se identifican mediante herramientas como el Mapa de Resiliencia al Cambio Climático (SEMAHN et al., 2019), el cual delimita la frontera agropecuaria del estado y permite monitorear avances en la lucha contra la deforestación, incentivando prácticas responsables para el manejo integrado de las cuencas.

Por su parte, la conformación de la JIRICO es un esfuerzo colaborativo liderado por Pronatura Sur y el Gobierno del Estado de Chiapas, en el marco de la agenda de la Fuerza de Trabajo de Gobernadores por el Clima y los Bosques (GCF Task Force). Esta junta intermunicipal, con el apoyo técnico y financiero del FONCET, utiliza los insumos generados por el PAMIC para coordinar acciones entre municipios, priorizando la restauración ecológica y la reconversión productiva en las cuencas.

El PAMIC proporciona criterios técnicos clave, como la identificación de zonas de recarga hídrica, áreas con potencial para sistemas silvopastoriles y territorios aptos para integrar la producción agroforestal de café con la conservación ambiental. Estas directrices fortalecen la efectividad de ambas iniciativas, asegurando que las intervenciones sean estratégicas y sostenibles.

En este contexto, el FONCET no solo actúa como un facilitador financiero, sino también como un articulador estratégico para el Gobierno Estatal. Su labor garantiza que las acciones implementadas se alineen con los compromisos climáticos internacionales y los objetivos de desarrollo sostenible, promoviendo un manejo integral y sostenible de las cuencas.

9.3.2. Programas de conservación, restauración y adecuación de prácticas productivas identificados en las cuencas de la Región Istmo-Costa

El objetivo de este apartado es complementar los resultados de los talleres participativos con base en la identificación y la articulación de acciones prioritarias relacionadas con los alcances del PAMIC, que han sido propuestas o implementadas por diferentes instituciones públicas o privadas.

La Tabla 25 proporciona un listado de 13 programas que promueven actividades de conservación, restauración o adecuación de prácticas productivas en los municipios dentro de las cuencas de la RIC. Algunos programas o proyectos también podrían estar presentes en otros municipios fuera el límite de las cuencas o registrados en otras fuentes de información por lo que se recomienda verificar, actualizar y complementar este compendio con información de otras iniciativas o estrategias locales en curso. En el ANEXO 3 se puede consultar una descripción general de cada uno de estos programas, identificados a través de diferentes fuentes de información pública (2023-2024).

De acuerdo con el sociograma derivado del análisis de redes (Fig. 38), en el municipio de Pijijiapan inciden la mayoría de los proyectos o programas registrados (13), seguido de Mapastepec (9) y La Concordia (5). Estos resultados pueden estar asociados con el acceso o la ausencia de información pública, por lo que es recomendable mantener actualizada la información para verificar el detalle de cada uno de los proyectos que se describen.

Las instituciones locales y regionales como CONANP, CONAGUA, CONAFOR, FONCET, *The Nature Conservancy* (TNC), SADER, Secretaría del Bienestar y SEMAHN también se identificaron en los

talleres como actores o sectores clave para impulsar o articular acciones que contribuyan con los objetivos y alcances del PAMIC en la RIC.

Finalmente, las inversiones públicas y privadas deben alinearse con visiones y metas en común para promover la producción sostenible de las cuencas de la RIC. Actualmente, algunos proyectos podrían estar favoreciendo actividades productivas, apoyos o incentivos que actúan en detrimento de la conservación de los ecosistemas y sus SE. Por lo tanto, resulta necesario unificar la visión de las dependencias públicas y privadas e incrementar la supervisión institucional en campo para evitar la impunidad y asegurar que el seguimiento y la vigilancia sean efectivos. Esto también incide en el fortalecimiento y la continuidad en las políticas públicas y la aplicación eficiente de los marcos regulatorios.

Tabla 25. Listado de programas y proyectos (2022-2024) que contribuyen con los objetivos y alcances del PAMIC en los municipios de incidencia de las cuencas de la Región Istmo-Costa.

Institución	Programas o proyectos ¹	Municipios CONECTA
CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas)	1. PSOCH. Paisajes Sostenibles Oaxaca-Chiapas.	Pijijiapan Mapastepec
Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Programa Hídrico Regional (PHR 2021-2024).	2. BORDOS. Programa para reducir la vulnerabilidad de la población ante inundaciones y sequías, con énfasis en pueblos indígenas y afromexicanos de Mapastepec. 3. REHA-AGUA. Programa para mejorar el aprovechamiento del agua del distrito de temporal tecnificado en Pijijiapan. 4. TRAT-AGUA. Construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en Pijijiapan.	Mapastepec Pijijiapan
CONAFOR (Comisión Nacional Forestal)	5. PADFS. Programa de Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable con tres componentes.	La Concordia Pijijiapan Mapastepec
FONCET (Fondo de Conservación del Triunfo)	6. MPD. Mecanismo de Pequeñas Donaciones, implementado con apoyo de <i>The Nature Conservancy</i> -TNC y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional-USAID. 7. RI TER. Red de Innovación Territorial en la Sierra Madre de Chiapas con apoyo de TNC. 8. CISP. Capacitación e implementación de sistemas silvopastoriles. 9. SAGROF. Fortalecimiento de acciones de restauración con la integración de sistemas agroforestales en la Sierra Madre de Chiapas con apoyo de Conservación Internacional (CI).	La Concordia Pijijiapan Mapastepec
INECC-FMCN-FONCET con apoyo de GEF-Banco Mundial	10. CONECTA. “Conectando la Salud de las Cuencas con la Producción Ganadera y Agroforestal Sostenible” (cinco subproyectos y tres Proveedores Locales de Asistencia Técnica-PLAT).	La Concordia Pijijiapan Mapastepec
SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural).	11. PFAGPA. Proyecto de Fomento a la Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura con dos componentes.	La Concordia Pijijiapan Mapastepec
Secretaría del Bienestar	12. PSV. Programa Sembrando Vida	Mapastepec Pijijiapan
SEMAHN (Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural)	13. CONTOR. Programa de conservación de especies de tortugas marinas.	Pijijiapan

¹ Acrónimos (resaltados en negritas) de los proyectos y programas incluidos en el análisis de redes (Fig. 39)

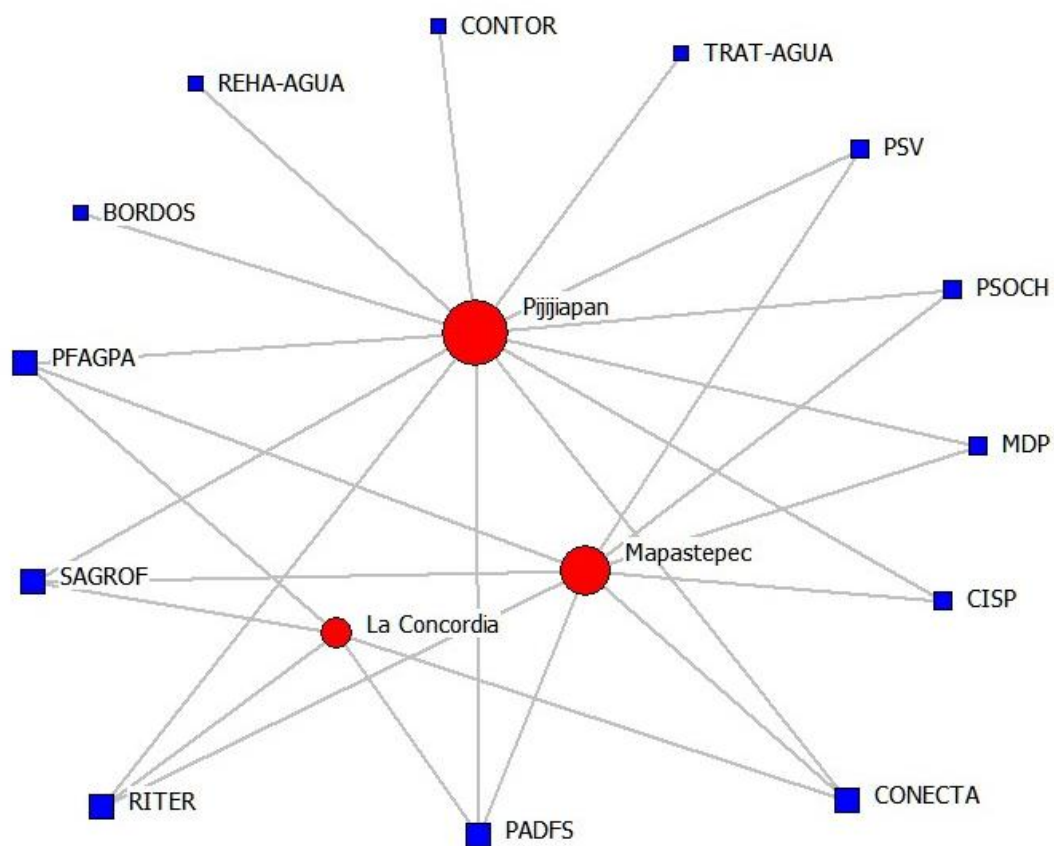


Fig. 38. Sociograma de instituciones con programas o proyectos (cuadrados azules) en los municipios de incidencia (círculos rojos) de las cuencas de la Región Istmo-Costa. El tamaño de los nodos corresponde al índice de centralidad (número de vínculos directos).

9.3.3. Subcuencas prioritarias

En este apartado se describen las subcuencas con mayor o menor prioridad de intervención con base en la integración de enfoques para focalizar actividades de conservación, restauración o adecuación de prácticas productivas (Figura 39). La Tabla 26 incluye el listado y tipo de subcuenca, así como el cálculo de superficies (km²) de ANP, ADVC (SIGEIA-SEMARNAT, 2022) y áreas con esquemas de Pagos por Servicios Ambientales (PSA) registradas durante el periodo de 2018-2021. Además, se sistematiza la información de los subproyectos de CONECTA que se llevan a cabo en las cuencas de la RIC (ANEXO 3).

De acuerdo con los resultados, **la subcuenca de Urbina (ID: 2) resultó con la mayor prioridad para llevar a cabo actividades de conservación, restauración y adecuación de prácticas productivas.**

Esta subcuenca que alberga una población aproximada de 2,069 personas y limita con la zona urbana de Pijijiapan, destaca por su alta conectividad hidrológica entre las zonas alta y baja de la cuenca. Dicha conectividad la convierte en un área clave para la provisión y demanda de agua, lo que genera una intensa presión debido a la expansión de la frontera agrícola y pecuaria, sobre la conservación de la selva, la cual cubre el 67.4% de la subcuenca. Además, la subcuenca de Urbina presenta una alta exposición ante los efectos potenciales del cambio climático, lo que refuerza la necesidad de acciones a corto plazo para su manejo y protección.

Las subcuencas de Nueva Coapa y El Carmen (ID: 7 y 8) se identificaron como prioritarias llevar a cabo actividades de restauración y adecuación de prácticas productivas. Estas subcuencas, junto con Pijijiapan (ID: 1), Salto del Agua (ID: 3) e Hidalgo Novillero (ID: 11), tienen más del 70 % de su superficie cubierta por pastizales, con una creciente expansión de cultivos de palma de aceite y huertos frutales en las planicies de las zonas bajas. Ante este escenario, es esencial evaluar el estado actual de estas áreas para fortalecer las iniciativas existentes, establecer sinergias y mantener un monitoreo a largo plazo, con el fin de promover y consolidar prácticas sostenibles. Por ejemplo, además de los subproyectos de CONECTA que se desarrollan en las cuencas de la RIC para fortalecer las capacidades productivas a través de prácticas sostenibles (Tabla 26, ANEXO 3), también se han reportado algunos esfuerzos para la implementación de prácticas agroecológicas entre pequeños productores de palma en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada (REBIEN) (Earthworm Foundation, 2024).

Las subcuencas de Nueva Flor y Santa Rita de las Flores (ID: 9 y 13) resultaron altamente prioritarias para impulsar o fortalecer actividades de conservación. Prácticamente todas las subcuencas presentan una prioridad alta o media para la implementación de actividades de conservación, debido a la presencia de vegetación original como bosque mesófilo, selva o manglar. En el caso de la subcuenca de Nueva Flor, el 78.1% de su superficie está cubierta por selva alta perennifolia, mientras que la subcuenca de Santa Rita de las Flores cuenta con la mitad de su

superficie (51.7%) cubierta por bosque mesófilo de montaña. Además, el 47.76% de esta última subcuenca se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera del Triunfo (REBITRI).

Esto destaca la necesidad de alinear y fortalecer los objetivos del PAMIC con los Programas de Manejo de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) presentes en la RIC (REBITRI y REBIEN), con el propósito de consolidar las acciones de conservación y explorar iniciativas complementarias que aprovechen las capacidades locales fuera de las ANP. La integración de estas acciones con el fomento de prácticas agroforestales, la implementación de sistemas de manejo de suelos para reducir la erosión y aumentar la resiliencia frente a inundaciones, así como la restauración de vegetación riparia, contribuiría significativamente a mitigar los impactos de eventos extremos, como los huracanes que históricamente han afectado la región.

De acuerdo con lo anterior, es altamente recomendable llevar a cabo un análisis detallado de los procesos productivos, las dinámicas socioeconómicas, los intereses y los retos específicos relacionados con la implementación o adaptación de estrategias específicas para la conservación, restauración y el manejo sostenible. Esto debe llevarse a cabo tomando en cuenta el contexto socioecológico, los recursos disponibles, la disposición de las partes interesadas y la viabilidad de las acciones a un nivel más local.

Tabla 26. Descripción de las subcuencas ordenadas de acuerdo con su prioridad de intervención para focalizar actividades de conservación (**CON**), restauración (**RES**) o adecuación de prácticas productivas (**APP**). Tipo de subcuenca: Emisora (**E**), Receptora (**R**).

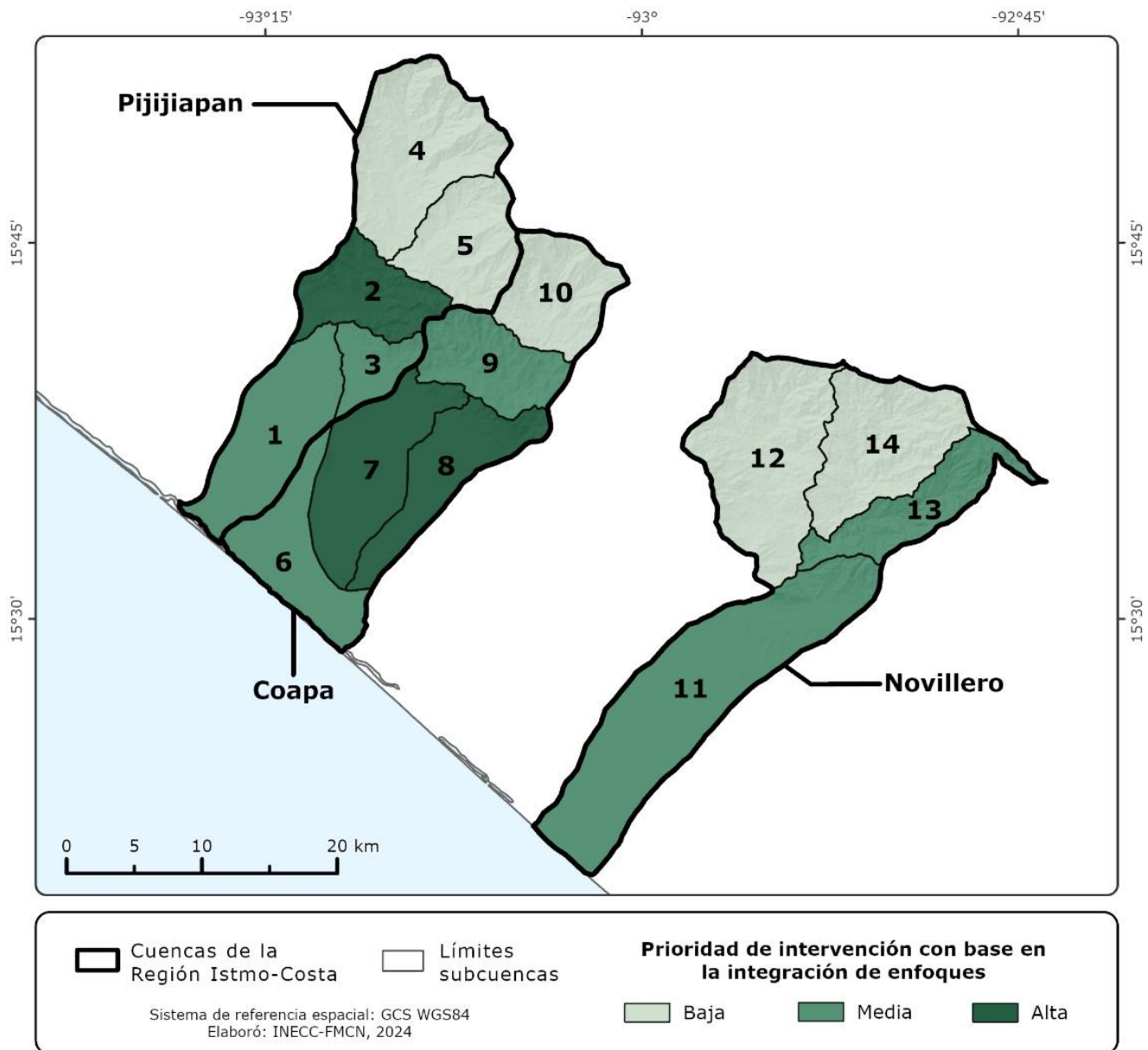
ID	Subcuenca	Tipo de subcuenca	CON	RES	APP	PSA (km ²)	ANP (km ²)	ADVC (km ²)	Subproyectos CONECTA
2	Urbina	E-R	Alta	Alta	Alta	0	14.18	0	1
7	Nueva Coapa	E-R	Media	Alta	Alta	0	0	0	0
8	El Carmen	E	Media	Alta	Alta	0	0	0	0
3	Salto de Agua	E	Media	Media	Alta	0.75	38.39	0	1
11	Hidalgo Novillero	R	Media	Media	Alta	0	17.97	0	0
1	Pijijiapan	R	Media	Baja	Alta	0	51.62	0	0
9	Nueva Flor	E-R	Alta	Media	Media	0	16.81	0	1
13	Santa Rita de las Flores	E-R	Alta	Media	Baja	0	8.09	0	0
6	Las Brisas	R	Media	Media	Baja	0	0	0	1
4	San Antonio	E	Media	Baja	Baja	6.81	29.9	0	0
5	El Cerrón	E	Media	Baja	Baja	0	36.69	0	1
12	Sólo Dios	E	Media	Baja	Baja	4.12	43.11	2.09	0
14	Tres de Mayo	E	Media	Baja	Baja	2.73	26.39	0	0
10	El Triunfo IV	E	Baja	Baja	Baja	13.98	73.14	0	2

* Subcuencas con mayor conectividad (grado e intermediación) de acuerdo con el análisis de redes.

PSA- Superficie de las cuencas de la RV con esquemas de Pagos por Servicios Ambientales (PSA) registrados del 2018-2022 (SEMARNAT-CONAFOR, 2023)

ANP y ADVC- Áreas Naturales Protegidas y Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (SIGEIA-SEMARNAT, 2022)

Iniciativas del proyecto CONECTA impulsadas por el INECC-FMCN-FGM con apoyo de GEF-Banco Mundial (2022-2025) (Anexo 3).



10. Conclusiones

Los resultados del PAMIC de la RIC muestran que los SE de provisión de agua, control del transporte de sedimentos y retención de nutrientes son más elevados en las zonas altas de las cuencas, donde predomina la vegetación de bosque mesófilo de montaña y selvas. No obstante, las características biofísicas de las cuencas, incluida una importante distribución de vegetación de manglar en las desembocaduras junto con la conectividad hidrográfica, establecieron patrones espaciales específicos que influyen en el análisis de la oferta y la demanda de los SE.

Las principales actividades productivas en la parte alta de las cuencas de la RIC, se centran en el cultivo de maíz de autoconsumo y producción de café en sistemas agroforestales, los cuales promueven la producción bajo sombra. A medida que se desciende hacia la parte media de la cuenca, predomina la cría de ganado para engorda, con un uso limitado de la producción lechera.

La ganadería bovina de doble propósito se configura como la actividad principal en la parte media de las cuencas, en donde la leche se acopia por queserías locales y se comercializan los toretes para engorda y posterior venta. Además, se identifican cultivos de mango, maíz para forraje y plantaciones de palma de aceite, cuya expansión aumenta conforme se aproxima a la región del Soconusco, donde el cultivo de palma es dominante.

Por último, en la parte baja de las cuencas de Pijijiapan y Coapa, donde los ríos desembocan en una laguna costera rodeada de manglares, la pesca artesanal se presenta como la principal fuente de sustento, aunque también se cría ganado para engorda en menor escala y existe presencia de algunos huertos frutales. En esta zona, también se ha identificado la alteración de los flujos de agua superficiales y problemas de asolvamiento asociados a las obras hidráulicas.

Los cambios observados en las actividades económicas y patrones de cambio en el uso de suelo y vegetación podrían agravar los riesgos ambientales y sociales sino se fortalecen o implementan incentivos, apoyos, programas e instrumentos regulatorios con perspectiva de género, tanto a nivel local como regional. Las tendencias actuales de cambio de uso de suelo, en combinación con efectos del cambio climático como el aumento en la intensidad de las precipitaciones y la temperatura, apuntan a una agudización de los impactos y presiones que determinan el mantenimiento y provisión de los SE, lo que generará efectos potencialmente adversos en el suministro y purificación de agua, control de inundaciones, provisión de alimentos, y secuestro de carbono, entre otros SE (IPBES, 2019b).

Los modelos utilizados en el PAMIC son una representación simplificada de sistemas reales complejos a partir de escenarios contruidos para proyecciones futuras. En la guía metodológica también se puede consultar con mayor detalle del proceso de elaboración, modelación y análisis de

los PAMIC, considerando sus alcances y limitaciones para una mejor interpretación en un contexto específico de toma de decisiones. (INECC-FMCN, 2023).

Los PAMIC identifican y analizan las características socio-ecológicas e interconexiones entre las unidades territoriales (subcuencas) con base en la relación de oferta (provisión) y demanda (personas usuarias o beneficiaras) de SE relevantes, incorporando a su vez, escenarios de cambio climático y cambios potenciales de uso de suelo y vegetación. El proceso metodológico con enfoque de cuenca de los PAMIC se construyó con la finalidad de que se pueda replicar, adaptar o complementar con otros enfoques o herramientas de análisis (p.ej. valoración económica de SE o estudios de agua subterránea en cuencas áridas o semiáridas).

Los resultados del PAMIC indican que el mayor rendimiento hídrico y recarga local, asociados con el SE de provisión de agua en la RIC, se concentran principalmente en las subcuencas con mayor cobertura de selvas. Asimismo, se identificaron altos valores de rendimiento hídrico en áreas urbanas, como en la subcuenca de Pijijiapan (ID:1), donde se localiza el principal asentamiento poblacional. Sin embargo, altos valores de escorrentía superficial o recarga local no implican necesariamente una mayor disponibilidad de agua para usos consuntivos, ya que esta disponibilidad depende de la infraestructura, redes de distribución y acuerdos locales, así como de la calidad del recurso hídrico. Por lo tanto, estas tendencias, también reportadas en estudios previos (Canales, 2020; Lovera et al., 2018) deben interpretarse en función de su interacción con otros SE como el control de la erosión, la retención de nutrientes, el almacenamiento de carbono, la prevención de inundaciones y los beneficios culturales (Brauman et al., 2014).

Por ejemplo, una mayor producción de agua o escorrentía en áreas sin vegetación puede aumentar la probabilidad de erosión del suelo, arrastre de sedimentos y comprometer la calidad del agua, incrementando el riesgo de azolvamiento o inundación, la pérdida de hábitats acuáticos y la disminución de servicios culturales (Carter Berry et al., 2020; Felipe-Lucia et al., 2018; Teixeira et al., 2019). Además, las interpretaciones de estos resultados deben considerar la potencial subestimación de los consumos de agua y la validación en campo de las tasas de evapotranspiración de los diferentes cultivos agrícolas, las cuales se modelaron considerando los valores promedio reportados en FAO (2006).

Las principales cargas de sedimentos, asociadas con los procesos de erosión hídrica del suelo, predominan en las subcuencas ubicadas en las partes altas de la RIC, en donde se presentan pendientes pronunciadas y usos de suelo agrícolas. Estos resultados enfatizan la importancia de verificar los USV e implementar medidas de conservación en las regiones montañosas, así como en las zonas agrícolas localizadas sobre suelos frágiles y con pendientes pronunciadas. Es importante mencionar que la interpretación de los valores obtenidos mediante la ecuación RUSLE se deben

hacer con fines comparativos, ya que el modelo empírico solo contempla la erosión laminar y en surcos, lo que podría sobreestimar los valores reales en pendientes pronunciadas y subestimarlos en pendientes bajas (Benavidez et al., 2018; Lianes et al., 2009).

Las mayores cargas de nutrientes con potenciales impactos negativos en la calidad de los cuerpos de agua, coinciden con las zonas asociadas con altas concentraciones de fertilizantes aplicados a los principales cultivos. De acuerdo con los resultados de las entrevistas en territorio y la agenda técnica agrícola del estado de Chiapas (INIFAP, 2017), los cultivos de palma de aceite y maíz para forraje registran las mayores aplicaciones de fertilizantes, con un intervalo promedio de 100-350 y 60-80 kg/ha al año de compuestos de N y P, los cuales generalmente se aplican con base en el criterio de los productores.

En general, el INIFAP (2017) recomienda que los programas de fertilización se diseñen considerando las necesidades nutricionales de los cultivos, reciclaje, exportación en la cosecha y pérdidas a lo largo del ciclo productivo. Además, es fundamental complementar esta evaluación con herramientas como el análisis de suelo y la identificación de deficiencias nutricionales. Dependiendo exclusivamente de un solo método puede resultar inadecuado y potencialmente riesgoso. Por lo tanto, es fundamental promover la capacitación y acceso a diferentes metodologías para generar recomendaciones de fertilización más precisas y efectivas. De manera complementaria, el establecimiento de sistemas agroforestales que permitan la conservación y restauración del suelo, así como la producción diversificada y la elaboración de bioinsumos, son estrategias esenciales para reducir el uso de fertilizantes, plaguicidas y herbicidas inorgánicos o químicos.

Ante estos resultados, el esquema de integración y análisis para la priorización territorial del PAMIC permite fortalecer la gestión integral de las cuencas de la RIC a través de la focalización de acciones para la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los elementos y bienes comunes que intervienen en la provisión y mantenimiento de SE relevantes para la funcionalidad del territorio. Estos resultados a nivel de subcuenca se complementaron con una caracterización socioeconómica que permitieron identificar la presencia de ciertos contextos marcados por desigualdades socioeconómicas y de género (p.ej. brechas de género en la distribución del trabajo no remunerado y en el acceso o control de recursos naturales, materiales, financieros e institucionales).

Con base en este esquema conceptual, se identificaron las subcuencas que serían prioritarias para llevar a cabo acciones de conservación, restauración o adecuación de prácticas productivas, como parte de la agenda ambiental de la RIC. Algunas de estas actividades se enfocan en realizar actividades de prevención, combate y manejo del fuego; la implementación de monitoreos del agua, del suelo y de la biodiversidad; la distribución estratégica para la captación de agua pluvial; el

establecimiento de mecanismos biológicos o ecológicos para el control de plagas y enfermedades de diferentes cultivos; el fortalecimiento de un mejor manejo sanitario y reproductivo del ganado y la rehabilitación de pastizales con especies nativas.

No obstante, dadas las presiones identificadas en la RIC, es fundamental identificar e implementar acciones que se alineen con iniciativas y programas ya establecidos a nivel local y regional, como los descritos en el ANEXO 3. Esto incluye plataformas como la conformación de juntas intermunicipales de medio ambiente, el fortalecimiento de redes de colaboración e intercambio de experiencias, así como la promoción de sellos ganaderos, como ECOGAN, que incentivan mejores prácticas orientadas a mejorar el bienestar animal y la nutrición, al tiempo que priorizan el cuidado ambiental en el desarrollo de la actividad ganadera.

Los resultados generados a partir de la metodología, el conocimiento científico y la participación de las personas en los talleres realizados en la elaboración del PAMIC, requieren ser compartidos y apropiados por las personas, instituciones y organizaciones locales en un proceso de participación. Este proceso de comunicación y difusión de los resultados permitirá determinar sus acciones, visiones y capacidades dentro de las subcuencas prioritarias, identificando su coincidencia con aquellas que se definan desde lo territorial, partiendo de la comprensión con una mayor corresponsabilidad territorial.

En resumen, los PAMIC brindan información relevante para la formulación de nuevos proyectos que se diseñen con base en las necesidades y prioridades del contexto territorial. El enfoque multidisciplinario espacialmente explícito ofrece información más completa e integral, lo que puede contribuir significativamente a mejorar los planes de desarrollo y ordenamiento territorial de la RIC. Asimismo, también resulta necesario promover o fortalecer mecanismos participativos como los Consejos y Comités de Cuenca, en los que se pueda contar con mayor representatividad de pueblos originarios, afromexicanos, mujeres y jóvenes. Esto con el propósito de revisar el progreso y los resultados de los proyectos, clasificarlos en función de sus enfoques y objetivos, y priorizarlos conforme a planes estratégicos locales con una visión a largo plazo.

Finalmente, la promoción e implementación de prácticas sostenibles en el sector agrícola y ganadero, dependerá en gran medida de que, como sociedad, reconozcamos, valoremos y promovamos la conservación de los SE.

11. Recomendaciones y perspectivas a futuro

- Actualmente, la legislación federal relevante en materia ambiental y de desarrollo rural sustentable (DOF, 2018a, 2018b, 2012a, 1988) reconoce la importancia de la perspectiva de género (PdG), la participación de las mujeres y la igualdad sustantiva para la preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. La PdG es una metodología para reconocer las diferentes necesidades y capacidades de las personas con la finalidad de catalizar condiciones de igualdad entre hombres y mujeres; lo cual permite fortalecer los procesos de gobernanza para alcanzar mejores resultados ambientales y sociales a largo plazo. Considerando lo anterior y de manera complementaria a los resultados del PAMIC, en el ANEXO 4 se pueden consultar algunas recomendaciones específicas para la transversalización de la perspectiva de género en iniciativas de restauración, conservación y adecuación de prácticas productivas.
- La construcción de la agenda ambiental para las cuencas de la RIC también incorpora la identificación de programas y proyectos que contribuyen con los objetivos y alcances del PAMIC para promover la articulación de acciones en las subcuencas prioritarias. Esto permitirá orientar y planificar las siguientes etapas dentro del marco de acción de los programas y proyectos locales para vincular a los actores e instituciones con inversiones que tomen en cuenta la necesidad de generar un balance entre las necesidades de la sociedad y el mantenimiento de los SE. En etapas subsecuentes, también será fundamental mantener actualizada la información y complementarla con la integración de nuevos programas y acciones que consideren la visión sistémica de los PAMIC y diferentes SE (p.ej. polinización, recreación, almacenamiento y captura de carbono); así como incluir otras fuentes de contaminación, actividades o eventos (p. ej. minería, turismo, tratamiento de aguas residuales, residuos sólidos) con impactos potenciales sobre los ecosistemas.
- El proceso de apropiación, comunicación y difusión de los resultados del PAMIC también permitirá fortalecer procesos de democratización, inclusión, vinculación, empoderamiento y transparencia en la toma de decisiones y la implementación de las acciones que actualmente se impulsan territorialmente dentro de los consejos de cuenca y órganos auxiliares. En los siguientes pasos, será fundamental continuar involucrando a grupos en situación de mayor vulnerabilidad (pueblos originarios, afromexicanos, mujeres, jóvenes y organizaciones en zonas de muy alta marginación) y a mayor cantidad de representantes de sectores públicos, privados, académicos y empresariales.
- La interrelación existente entre los ecosistemas, sus SE y los sistemas sociales, productivos y económicos, debe reflejarse en instrumentos de planeación, en la selección de áreas prioritarias para la implementación de acciones y en la toma de decisiones para la distribución de los recursos

con una clara estrategia de seguimiento, monitoreo y evaluación. Por lo que, a futuro, resulta fundamental establecer de manera conjunta con otras instituciones públicas o privadas, el diseño de una estrategia de seguimiento y monitoreo que evalúe la respuesta de las acciones propuestas para el mantenimiento o mejoramiento de los SE relacionados con las actividades agropecuarias y agroforestales a nivel de cuenca hidrográfica. Este diseño debe incluir agendas ambientales que favorezcan el manejo sostenible de los recursos hídricos inherentes a los sistemas socio-ecológicos.

- Los PAMIC representan una herramienta de diagnóstico, planeación y gestión del territorio que promueve un modelo dinámico e integral y que analiza un sistema territorial complejo con base en sus dimensiones geográficas, biológicas, económicas y sociales; lo que permite identificar las posibles externalidades (tanto positivas como negativas) en el bienestar humano y de nuestros ecosistemas. Sin embargo, las personas encargadas de tomar decisiones deben definir de manera clara los objetivos y alcances, evaluar las características específicas de cada modelo en el contexto dado, y realizar una autoevaluación de sus recursos y habilidades técnicas para comprender y priorizar las necesidades particulares que se deben atender en cada una de las cuencas.
- La implementación de las acciones propuestas en la Agenda Ambiental de los PAMIC debe estar en completa concordancia con el marco legal y normativo, tanto a nivel federal como local. En particular, las acciones sugeridas dentro de los límites de las Áreas Naturales Protegidas (ANP), tanto a nivel federal como estatal, deben tener en cuenta los programas de manejo vigentes y contar con la debida autorización de la autoridad correspondiente, de acuerdo con los objetivos y enfoque de cada actividad.
- Por último, es imperativo evitar cualquier actividad que conlleve el reasentamiento de las comunidades locales o poblaciones indígenas, así como aquellas que puedan perjudicar o restringir el acceso a sus territorios y recursos naturales. Además, se deben prevenir actividades que puedan tener impactos negativos sobre el patrimonio cultural, así como aquellas que sean relevantes para la identidad, los aspectos culturales, ceremoniales o espirituales de la vida de estos pueblos.

GLOSARIO

Adaptación al cambio climático. Medidas y ajustes para enfrentar los efectos potenciales del cambio climático y disminuir los daños que ocasiona. El IPCC también lo define como las iniciativas y medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos ante los efectos reales o esperados de un cambio climático.

Anomalía climática. Desviación de una variable climática a partir de su valor promedio durante un período de referencia.

Asignación. Título que otorga el Ejecutivo Federal, a través de "la Comisión" o del Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para realizar la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, a los municipios, a los estados o al Distrito Federal, destinadas a los servicios de agua con carácter público urbano o doméstico.

Brechas de género. Son una medida estadística que muestra la diferencia respecto al valor de un mismo indicador para hombres y mujeres. Las brechas de género permiten describir la magnitud de la desigualdad entre hombres y mujeres respecto a acceso y control de recursos económicos, sociales, económicos, políticos, entre otros. Un ejemplo de brecha de género es la diferencia entre el porcentaje de población económicamente inactiva de mujeres y hombres.

Cambio climático. El cambio climático hace referencia a una variación del estado del clima identificable (p. ej., mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante períodos prolongados, generalmente décadas o períodos más largos. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) lo define como "cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables".

Concesión de agua. Título que otorga el Ejecutivo Federal para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, y de sus bienes públicos inherentes, a las personas físicas o morales de carácter público y privado.

Conectividad ecológica. Se refiere a la conexión física y funcional entre diferentes hábitats y paisajes que permite el movimiento de especies y la transferencia de energía y nutrientes. La conectividad ecológica es esencial para el mantenimiento de la biodiversidad y la resiliencia de los ecosistemas frente a las perturbaciones naturales y antropogénicas.

Consejos de Cuenca. La Ley de Aguas nacionales (LAN) establece que los Consejos de Cuenca son órganos colegiados de integración mixta para la planeación, realización y administración de las acciones de gestión de los recursos hídricos por cuenca o región hidrológica. Representan instancias de apoyo, concertación, consulta y asesoría entre la CONAGUA y los diferentes usuarios del agua en el país. En ellos convergen los tres órdenes de gobierno, los usuarios particulares y las organizaciones de la sociedad.

Cuenca hidrográfica. Es la unidad del territorio delimitada por un parteaguas o divisoria del agua superficial —línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad—, en donde transcurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aun sin que desemboquen en el mar. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna y otros recursos naturales.

Enfoque sistémico. Es un modelo conceptual que opera sobre los criterios de selección de elementos relevantes, ampliando el campo de significación, a fin de delimitar el objeto de estudio en función del conjunto de interrelaciones que mantiene con la totalidad de lo real y abordando intencionalmente, toda su complejidad.

Externalidades. Una externalidad ambiental se refiere a los efectos indirectos o impactos positivos o negativos que una actividad o proceso económico genera en los ecosistemas.

Gestión integral del agua. Proceso que promueve el desarrollo de políticas públicas en materia de recursos hídricos, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales.

Ley de Aguas Nacionales (LAN). Ley reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación, de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Manejo Adaptativo. Proceso de experimentación, aprendizaje y mejora continua que incorpora la incertidumbre como componente fundamental. Se basa en la comprensión de los sistemas socio-ecológicos como complejos y dinámicos: en su administración y gestión siempre contamos con certezas e incertidumbre de diversa naturaleza.

Manejo Integrado del paisaje (MIP). Estrategia de gestión que busca optimizar la utilización de los recursos bioculturales de un territorio. El MIP se basa en la colaboración entre los diferentes actores que intervienen en el territorio (p. ej. los propietarios de tierras, las comunidades locales, las autoridades gubernamentales, las organizaciones de la sociedad civil) y en la gestión sostenible del paisaje, considerando principios de integración, participación, adaptabilidad y sostenibilidad.

Mitigación del cambio climático. Acciones para reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero a la atmósfera y aumentar su captura y almacenamiento.

Modelo hidrológico. Representación simplificada de un sistema real complejo, bajo principios físicos o matemáticos, el cual simula la evolución del almacenamiento y los flujos de agua, así como las propiedades químicas y físicas potencialmente asociadas en la superficie y el subsuelo.

Ordenamiento ecológico territorial (OET). Instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas con el fin de lograr la protección del ambiente, así como la preservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos.

Ordenamiento territorial. Política pública que tiene como objeto la ocupación y utilización racional del territorio como base espacial de las estrategias de desarrollo socioeconómico y la preservación ambiental.

Organismo de Cuenca. Unidad técnica, administrativa y jurídica especializada, con carácter autónomo, adscrita directamente al titular de la CONAGUA, cuyas atribuciones se establecen en la LAN y sus reglamentos, y cuyos recursos y presupuesto específicos son determinados por la CONAGUA.

Órganos auxiliares de Consejos de Cuenca. Comisiones y comités subordinados de los consejos de cuenca que se constituyen con carácter temporal o permanente, a nivel de subcuenca y unidades hidrológicas de menor orden. Se forman para la atención de problemas que por su gravedad o complejidad requieren de acciones específicas o especializadas. Estas son: comisiones de cuenca, que trabajan a nivel de subcuenca; comités de cuenca, cuyo ámbito es la microcuenca; comités técnicos de aguas subterráneas (COTAS), que desarrollan sus actividades en el ámbito de los acuíferos, y comités de playas limpias, que promueven la gestión

del agua en las zonas costeras. Asimismo, se conforman al interior de los consejos, los Grupos Especializados de Trabajo (GET) para la atención prioritaria de temas específicos.

Prácticas productivas climáticamente inteligentes: Soluciones propuestas para reorientar los sistemas productivos que soportan la seguridad alimentaria considerando los impactos del cambio climático. Estas actividades deben considerar tres aspectos: 1) incrementar su propia sostenibilidad promoviendo equitativamente los ingresos, la seguridad alimentaria, el desarrollo económico y el desarrollo social de la población más vulnerable, 2) promover e incrementar la resiliencia ante el cambio climático desde lo local a lo nacional, y 3) reducir y/o evitar las emisiones de gases de efecto invernadero.

Principio precautorio. Criterio enunciado en diversos tratados y declaraciones internacionales con el objetivo de exigir la adopción de medidas para evitar o reducir un riesgo sobre el cual prevalece incertidumbre científica.

Región hidrológica. Área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos.

Sensitividad climática. Se refiere al calentamiento esperado a largo plazo después de duplicar las concentraciones de CO₂ atmosférico. Es uno de los indicadores más importantes de qué tan severos serán los impactos del calentamiento futuro. Este indicador es algo que surge de las simulaciones físicas y biogeoquímicas dentro de los modelos climáticos; no es algo que se establezca explícitamente por los grupos de modelación.

Servicios ecosistémicos. Son todas aquellas contribuciones, tanto positivas como negativas, derivadas de los sistemas naturales (p.ej. la diversidad de organismos, ecosistemas y sus procesos evolutivos y ecológicos asociados) que tienen efectos en la calidad de vida de las personas. En los marcos normativos de México, la LGEEPA define a los servicios ambientales como “los beneficios tangibles e intangibles, generados por los ecosistemas, necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y para que proporcionen beneficios al ser humano”.

Unidades ambientales biofísicas. Unidad espacial que ofrece oportunidades para la identificación, la aplicación de opciones de manejo de los recursos naturales y son una herramienta base para la toma de decisiones durante el proceso de planeación. Estas unidades se derivan de la información biofísica y socioeconómica disponible y su dinámica está dada por las intervenciones humanas en el paisaje.

Unidades económicas. Establecimientos (desde una pequeña tienda hasta una gran fábrica) asentados en un lugar de manera permanente y delimitado por construcciones e instalaciones fijas, además se realiza la producción o comercialización de bienes y servicios.

Uso consuntivo. Es aquel en el que el agua, una vez usada, no se devuelve al medio donde se ha captado, ni de la misma manera que se ha extraído.

Uso no consuntivo. Corresponden a los usos que ocurren directamente de las fuentes de agua sin extracción o consumo del recurso (p.ej. el agua utilizada para generar energía eléctrica).

NOTA: El glosario es una compilación de diversas fuentes con el fin de ilustrar los conceptos empleados en este documento, no constituye por tanto definiciones con fuerza legal.

Referencias

- Apan-Salcedo, G., 2015. Estructura y función de las unidades de producción agrosilvopastoriles de la cooperativa agropecuaria "Salto de Agua": Aproximación al manejo organico. El Colegio de la Frontera Sur.
- Ávila-García, D., Morató, J., Pérez-Maussán, A.I., Santillán-Carvantes, P., Alvarado, J., Comín, F.A., 2020. Impacts of alternative land-use policies on water ecosystem services in the Río Grande de Comitán-Lagos de Montebello watershed, Mexico. *Ecosyst. Serv.* 45. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101179>
- Ávila, A., Albuquerque, J., 2018. Impactos socioambientales de palma africana: los casos mexicano y brasileño. *Econ. y Soc.* 23, 62–83.
- Bagstad, K.J., Semmens, D.J., Waage, S., Winthrop, R., 2013. A comparative assessment of decision-support tools for ecosystem services quantification and valuation. *Ecosyst. Serv.* 5, 27–39. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.07.004>
- Balvanera, P., Cotler, H., 2007. Los servicios ecosistémicos y la toma de decisiones: retos y perspectivas. *Gac. ecológica número Espec.* 84–85, 117–123.
- Benavidez, R., Jackson, B., Maxwell, D., Norton, K., 2018. A review of the (Revised) Universal Soil Loss Equation ((R)USLE): with a view to increasing its global applicability and improving soil loss estimates. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 6059–6086.
- Benez-Secanho, F.J., Dwivedi, P., 2019. Does quantification of ecosystem services depend upon scale (Resolution and extent)? A case study using the invest nutrient delivery ratio model in Georgia, United States. *Environ. - MDPI* 6. <https://doi.org/10.3390/environments6050052>
- Birch, J.C., Thapa, I., Balmford, A., Bradbury, R.B., Brown, C., Butchart, S.H.M., Gurung, H., Hughes, F.M.R., Mulligan, M., Pandeya, B., Peh, K.S.H., Stattersfield, A.J., Walpole, M., Thomas, D.H.L., 2014. What benefits do community forests provide, and to whom? A rapid assessment of ecosystem services from a Himalayan forest, Nepal. *Ecosyst. Serv.* 8, 118–127. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.03.005>
- Bolaños, M., Paz, F., Cruz, C., Argumendo, J., Romero, V., De la Cruz, J., 2016. Mapa de erosión de los suelos de México y posibles implicaciones en el almacenamiento de carbono orgánico del suelo. *Terra Latinoam.* 34.
- Borgatti, S., Everett, M., Freeman, L., 2002. Ucinet 6 for Windows Software for Social Network Analysis. [WWW Document]. Harvard, MA Anal. Technol. - Sci. Res. Publ. URL <http://www.analytictech.com/archive/ucinet.htm> (accessed 10.20.22).
- Borselli, L., Cassi, P., Torri, D., 2008. Prolegomena to sediment and flow connectivity in the landscape: A GIS and field numerical assessment. *Catena* 75, 268–277. <https://doi.org/10.1016/J.CATENA.2008.07.006>
- Brauman, K.A., Daily, G.C., Ka'eo Duarte, T., Mooney, H.A., 2007. The Nature and Value of Ecosystem Services: An Overview Highlighting Hydrologic Services. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.32.031306.102758>
- Brauman, K.A., Van Der Meulen, S., Brils, J., 2014. Ecosystem Services and River Basin Management, Handbook of Environmental Chemistry. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-38598-8-10>
- Budyko, M.I., 1974. Climate and Life, Volume 18 - 1st Edition 507 pp.
- Canales, E., 2020. Evaluación de servicios ecosistémicos hidrológicos en la subcuenca del río Mascota. Tesis Dr. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2016.17.58150>
- Carter Berry, Z., Jones, K.W., Gomez Aguilar, L.R., Congalton, R.G., Holwerda, F., Kolka, R., Looker, N., Lopez Ramirez, S.M., Manson, R., Mayer, A., Muñoz-Villers, L., Ortiz Colin, P., Romero-Urbe, H., Saenz, L., Von Thaden, J.J., Vizcaíno Bravo, M.Q., Williams-Linera, G., Asbjornsen, H., 2020. Evaluating ecosystem service trade-offs along a land-use intensification gradient in central Veracruz, Mexico. *Ecosyst. Serv.* 45, 101181. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101181>
- Castro Mendoza, I., 2013. Estimación de pérdida de suelo por erosión hídrica en microcuenca de presa Madín, México. *Ing. Hidráulica y Ambient.* 34, 3–16.
- CENAPRED, 2018. Monto ejecutado por municipios y declaratoria de desastres naturales FONDEN [WWW Document]. URL <https://www.gob.mx/segob/documentos/fideicomiso-fondo-de-desastres-naturales-fonden>
- Chakraborty, T., Hsu, A., Many, D., Sheriff, G., 2019. Disproportionately higher exposure to urban heat in lower-income neighborhoods: a multi-city perspective. *Environ. Res. Lett.* 14, 105003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab3b99>
- Comín, F.A., Miranda, B., Sorando, R., Felipe-Lucia, M.R., Jiménez, J.J., Navarro, E., 2018. Prioritizing sites for ecological restoration based on ecosystem services. *J. Appl. Ecol.* 55, 1155–1163. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13061>
- Comte, I., Colin, F., Whalen, J.K., Grünberger, O., Caliman, J.-P., 2012. Agricultural Practices in Oil Palm Plantations and Their Impact on Hydrological Changes, Nutrient Fluxes and Water Quality in Indonesia: A Review. *Adv. Agron.* 116, 71–124.
- CONABIO, 2024. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves [WWW Document]. URL

- <http://avesmx.conabio.gob.mx/>
- CONAFOR, 2023. Programa de Pagos por Servicios Ambientales [WWW Document]. URL <https://www.gob.mx/conafor/articulos/pago-por-servicios-ambientales-incentivos-economicos-para-la-conservacion-de-los-ecosistemas>
- CONAGUA, 2024a. Mapas de climatología 1981-2010 [WWW Document]. Serv. Meteorológico Nac. URL <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/mapas-de-climatologia-1981-2010>
- CONAGUA, 2024b. Sistema Nacional de Información del Agua | SINA [WWW Document]. URL <https://sina.conagua.gob.mx/sina/> (accessed 7.30.23).
- CONAGUA, 2021a. Programa Nacional Hídrico 2020-2024. Comisión Nacional del Agua [WWW Document]. URL <https://www.gob.mx/conagua/articulos/consulta-para-el-del-programa-nacional-hidrico-2019-2024-190499> (accessed 10.12.22).
- CONAGUA, 2021b. Registro Público de Derechos de Agua (REPDa) [WWW Document]. URL <https://app.conagua.gob.mx/Repda.aspx> (accessed 12.1.21).
- CONAGUA, 2005. Resumen del huracán “Stan” del Océano Atlántico.
- CONEVAL, 2020. Medición de la pobreza en los municipios de México (2010-2020). [WWW Document]. Cons. Nac. Evaluación la Política Desarro. Soc. URL <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Pobreza-municipio-2010-2020.aspx>
- Cotler, H., Cuevas, M., 2019. Adoption of soil conservation practices through knowledge governance: the Mexican experience. *J. Soil Sci. Environ. Manag.* 10.
- Daw, T., Brown, K., Rosendo, S., Pomeroy, R., 2011. Applying the ecosystem services concept to poverty alleviation: the need to disaggregate human well-being. *Environ. Conserv.* 38, 370–379. <https://doi.org/10.1017/S0376892911000506>
- De Groot, R.S., Wilson, M.A., Boumans, R.M.J., 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecol. Econ.* 41, 393–408. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7)
- Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R.T., Molnár, Z., Hill, R., Chan, K.M.A., Baste, I.A., Brauman, K.A., Polasky, S., Church, A., Lonsdale, M., Larigauderie, A., Leadley, P.W., Van Oudenhoven, A.P.E., Van Der Plaats, F., Schröter, M., Lavorel, S., Aumeeruddy-Thomas, Y., Bukvareva, E., Davies, K., Demissew, S., Erpul, G., Failler, P., Guerra, C.A., Hewitt, C.L., Keune, H., Lindley, S., Shirayama, Y., 2018. Assessing nature’s contributions to people: Recognizing culture, and diverse sources of knowledge, can improve assessments. *Science* (80-.). 359, 270–272. https://doi.org/10.1126/SCIENCE.AAP8826/SUPPL_FILE/AAP8826-DIAZ-SM.PDF
- DOF, 2018a. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), Diario Oficial De La Federación.
- DOF, 2018b. Ley Agraria, Diario Oficial de la Federación (DOF). H. Congreso de la Unión, México.
- DOF, 2012a. Ley General de Cambio Climático (LGCC), Cámara De Diputados Del H. Congreso De La Unión.
- DOF, 2012b. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio [WWW Document]. D. Of. la Fed. SEMARNAT. URL https://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos_bitacora_oegt/dof_2012_09_07_poegt.pdf
- DOF, 2006. Ley General para La Igualdad entre Mujeres y Hombres (LGIMH). Cámara De Diputados Del H. Congreso De La Unión, México.
- DOF, 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico (LGEEPA). Cámara De Diputados Del H. Congreso De La Unión, México.
- Droogers, P., Allen, R.G., 2002. Estimating reference evapotranspiration under inaccurate data conditions. *Irrig. Drain. Syst.* 16, 33–45.
- Earthworm Foundation, 2024. Chiapas Landscape, Mexico [WWW Document]. URL <https://earthworm.org/our-work/projects/chiapas-mexico>
- Escalante-Sandoval, C., 2006. Análisis del patrón de lluvias en la Costa de Chiapas. *Quehacer Científico en Chiapas*. UNACH 1.
- ESDIG-SEMARNAT, 2023. Espacio Digital Geográfico (ESDIG) [WWW Document]. URL <https://gisviewer.semarnat.gob.mx/geointegrador2Beta/index.html>
- ESRI, 2024. ArcGIS Pro 3.3.0.
- Estrada, F., Velasco, J.A., Martínez-Arroyo, A., Calderón-Bustamante, O., 2020. An Analysis of Current Sustainability of Mexican Cities and Their Exposure to Climate Change. *Front. Environ. Sci.* 8. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.00025>
- FAO, 2016. Policy Analysis Paper: Mainstreaming of biodiversity and ecosystems services with a focus on pollination.
- FAO, 2006. Evapotranspiración del cultivo, Estudio FAO Riego y Drenaje. - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia.
- Felipe-Lucia, M.R., Soliveres, S., Penone, C., Manning, P., van der Plas, F., Boch, S., Prati, D., Ammer, C., Schall, P.,

- Gossner, M.M., Bauhus, J., Buscot, F., Blaser, S., Blüthgen, N., de Frutos, A., Ehbrecht, M., Frank, K., Goldmann, K., Hänsel, F., Jung, K., Kahl, T., Nauss, T., Oelmann, Y., Pena, R., Polle, A., Renner, S., Schloter, M., Schöning, I., Schumpf, M., Schulze, E.D., Solly, E., Sorkau, E., Stempfhuber, B., Tschapka, M., Weisser, W.W., Wubet, T., Fischer, M., Allan, E., 2018. Multiple forest attributes underpin the supply of multiple ecosystem services. *Nat. Commun.* 9. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07082-4>
- Ferreira, P., van Soesbergen, A., Mulligan, M., Freitas, M., Vale, M.M., 2019. Can forests buffer negative impacts of land-use and climate changes on water ecosystem services? The case of a Brazilian megalopolis. *Sci. Total Environ.* 685, 248–258. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.065>
- FIRCO-UAQ, 2005. Programa Nacional de Microcuencas. Fideicomiso de Riesgo Compartido. [WWW Document].
- FONCET, 2022. Diagnóstico ambiental y socioeconómico para la implementación de procesos de ganadería regenerativa en Chiapas, México. G.W. Apan-Salcedo.
- Fu, B., 1981. On the Calculation of the Evaporation from Land Surface. [WWW Document]. *Chinese J. Atmos. Sci.* 5, 23–31. (In Chinese) .
- Gaglio, M., Aschonitis, V., Pieretti, L., Santos, L., Gissi, E., Castaldelli, G., Fano, E.A., 2019. Modelling past, present and future Ecosystem Services supply in a protected floodplain under land use and climate changes. *Ecol. Modell.* 403, 23–34. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2019.04.019>
- Gao, J., Li, F., Gao, H., Zhou, C., Zhang, X., 2017. The impact of land-use change on water-related ecosystem services: a study of the Guishui River Basin, Beijing, China. *J. Clean. Prod.* 163, S148–S155. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.01.049>
- García, E., 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen [WWW Document]. *Inst. Geogr. UNAM*. URL <http://www.igg.unam.mx/geoigg/biblioteca/archivos/memoria/20190917100949.pdf> (accessed 11.21.22).
- Gobierno del Estado de Chiapas, 2012. Programa Regional de Desarrollo Región IX Istmo-Costa.
- Gómez, A.M., Parra, A., Pavelsky, T.M., Wise, E., Villegas, J.C., Mejjide, A., 2023. Ecohydrological impacts of oil palm expansion: a systematic review. *Environ. Res. Lett.* 18. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acbc38>
- Grêt-Regamey, A., Sirén, E., Brunner, S.H., Weibel, B., 2017. Review of decision support tools to operationalize the ecosystem services concept. *Ecosyst. Serv.* 26, 306–315. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.10.012>
- Grizzetti, B., Lanza, D., Lique, C., Reynaud, A., Cardoso, A.C., 2016. Assessing water ecosystem services for water resource management. *Environ. Sci. Policy* 61, 194–203. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.04.008>
- Grupo Interinstitucional Cuencas Costeras de Chiapas, 2007. Plan de gestión de la Cuenca del río Coapa, Chiapas, México.
- Hamel, P., Chaplin-Kramer, R., Sim, S., Mueller, C., 2015. A new approach to modeling the sediment retention service (InVEST 3.0): Case study of the Cape Fear catchment, North Carolina, USA. *Sci. Total Environ.* 524–525, 166–177. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.04.027>
- Hamel, P., Guswa, A.J., 2015. Uncertainty analysis of a spatially explicit annual water-balance model: Case study of the Cape Fear basin, North Carolina. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 19, 839–853. <https://doi.org/10.5194/HESS-19-839-2015>
- Hamel, P., Riveros-Iregui, D., Ballari, D., Browning, T., Céleri, R., Chandler, D., Chun, K.P., Destouni, G., Jacobs, S., Jasechko, S., Johnson, M., Krishnaswamy, J., Poca, M., Pompeu, P.V., Rocha, H., 2018. Watershed services in the humid tropics: Opportunities from recent advances in ecohydrology. *Ecohydrology* 11, 1–16. <https://doi.org/10.1002/eco.1921>
- Hamel, P., Valencia, J., Schmitt, R., Shrestha, M., Piman, T., Sharp, R.P., Francesconi, W., Guswa, A.J., 2020. Modeling seasonal water yield for landscape management: Applications in Peru and Myanmar. *J. Environ. Manage.* 270, 110792. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110792>
- Han, B., Reidy, A., Li, A., 2021. Modeling nutrient release with compiled data in a typical Midwest watershed. *Ecol. Indic.* 121, 107213. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107213>
- Hansen, M.C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S.A., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, S. V., Goetz, S.J., Loveland, T.R., Kommareddy, A., Egorov, A., Chini, L., Justice, C.O., Townshend, J.R.G., 2013. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change, *Science*. American Association for the Advancement of Science. <https://doi.org/10.1126/science.1244693>
- Haro, A., Mendoza-Ponce, A., Calderón-Bustamante, Ó., Velasco, J.A., Estrada, F., 2021. Evaluating Risk and Possible Adaptations to Climate Change Under a Socio-Ecological System Approach. *Front. Clim.* 3. <https://doi.org/10.3389/fclim.2021.674693>
- Hausfather, Z., 2019. CMIP6: the next generation of climate models explained - Carbon Brief [WWW Document]. *Clim. Model.* URL <https://www.carbonbrief.org/cmip6-the-next-generation-of-climate-models-explained/> (accessed 10.23.22).
- Hou, Y., Ding, S., Chen, W., Li, B., Burkhard, B., Bicking, S., Müller, F., 2020. Ecosystem service potential, flow, demand and their spatial associations: a comparison of the nutrient retention service between a human- and a nature-dominated watershed. *Sci. Total Environ.* 748. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141341>
- INECC-FMCN, 2023. Ávila-García, D.; Hernández, E.; Fernández-Montes de Oca, A.; Cicchini, F.; Alvarado, J. y

- López S. Guía metodológica para los Planes de Acción para el Manejo Integral de Cuencas. Proyecto CONECTA. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y Banco Mundial., México.
- INECC-IMTA-INMUJERES, 2019. Incorporación de brechas de género en el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático [WWW Document]. ANVCC. URL https://mapas.inecc.gob.mx/apps/VulnerabilidadBG/fichatecnica genero_ANVCC.pdf (accessed 11.29.22).
- INECC, 2022. López-Díaz F., Nava Assad Y.S., Rojas Barajas M, González Terrazas D.I. Guía de Escenarios de Cambio Climático para Tomadores de Decisiones.
- INECC, 2019. Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático México, 1º. ed. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, México.
- INECC, 2015. Brechas de género por municipio [WWW Document]. Atlas Nac. Vulnerabilidad al Cambio Climático. URL https://mapas.inecc.gob.mx/apps/VulnerabilidadBG/index.html?no_mun=30087 (accessed 11.30.22).
- INEGI-CONAFOR-CONABIO-SEMARNAT, 2018. Mapa Nacional de referencia, cobertura de suelo. Landsat, 30 m. [WWW Document]. Sist. MAD-Mex. URL https://monitoreo.conabio.gob.mx/snmb_charts/descarga_datos_madmex.html (accessed 10.17.22).
- INEGI-INE-CONAGUA, 2007. Cuencas Hidrográficas de México (1:250,000) [WWW Document]. URL https://idegeo.centrogeo.org.mx/layers/geonode%3Acue250k_07gw_rt/layer_info_metadata (accessed 10.17.22).
- INEGI, 2022. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas [WWW Document]. DENUE. URL <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx> (accessed 11.29.22).
- INEGI, 2020. Censo de Población y Vivienda 2020, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI.
- INEGI, 2018. Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación. Escala 1:250000. Serie VI. [WWW Document]. <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/>.
- INEGI, 2016. Actualización del Marco Censal Agropecuario [WWW Document]. Programas Inf. Agropecu. y Ejidales. URL <https://www.inegi.org.mx/programas/amca/2016/> (accessed 11.30.22).
- INEGI, 2015. Encuesta Intercensal [WWW Document]. Encuesta intercensal. URL <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/> (accessed 7.17.23).
- INEGI, 2013a. Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM 3.0) [WWW Document]. URL <https://www.inegi.org.mx/app/mapas/?tg=1015> (accessed 1.14.22).
- INEGI, 2013b. Conjunto de Datos Vectorial Edafológico. Escala 1:250 000 Serie II Continuo Nacional [WWW Document]. URL <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825266707> (accessed 1.14.22).
- INEGI, 2010. Cuencas hidrográficas. Edición 2.0. [WWW Document]. SIATL v4 | Simulador Flujos Agua Cuencas Hidrográficas. URL https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/ (accessed 10.17.22).
- INEGI, 2007. Censo Ejidal [WWW Document]. URL <https://www.inegi.org.mx/programas/cae/2007/#Documentacion> (accessed 11.30.22).
- INEGI, 2002. Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación. Escala 1:250000. Serie III [WWW Document]. <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/>. URL <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/> (accessed 1.14.22).
- INIFAP, 2018. Agendas Tecnológicas | Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias | Gobierno | gob.mx [WWW Document]. URL <https://www.gob.mx/inifap/acciones-y-programas/agendas-tecnologicas> (accessed 10.19.22).
- INIFAP, 2017. Agenda técnica agrícola de CHIAPAS.
- IPBES, 2022. The IPBES Methodological Assessment Report on the Diverse Value and Valuation. Balvanera P., Pascual U., Christie M., Baptiste B., González-Jiménez D.(eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.6522522> MEMBERS
- IPBES, 2019a. Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, IPBES secretariat. Bonn, Germany.
- IPBES, 2019b. Summary for policy makers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Bonn, Germany.
- IPBES, 2016. Summary for policymakers of the methodological assessment of scenarios and models of biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany.
- IPCC, 2022a. AR6 Synthesis Report: Climate Change [WWW Document]. Intergov. Panel Clim. Chang. URL <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/> (accessed 10.21.22).
- IPCC, 2022b. IPCC WGI Interactive Atlas [WWW Document]. IPCC Work. Gr. I AR6. URL <https://interactive-atlas.ipcc.ch/> (accessed 10.23.22).
- IPCC, 2021. AR6 Synthesis Report: Climate Change [WWW Document]. Phys. Sci. Basis. URL

- <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/> (accessed 10.23.22).
- IPCC, 2020. The IPCC and the Sixth Assessment cycle. Switzerland. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0496.1>
- IPCC, 2018. Anexo 1: Glosario [WWW Document]. Lent. Glob. 1,5 °C, Inf. Espec. del IPCC sobre los impactos del calentamiento Glob. 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias Corresp. que deberían seguir las emisiones mundiales GEI. URL https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/10/SRI5_Glossary_spanish.pdf (accessed 10.21.22).
- IPCC, 2007. PF 1.1 - CIE WGI Preguntas Frecuentes [WWW Document]. IPCC Fourth Assess. Rep. Clim. Chang. URL https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/faq-1-1.html (accessed 12.9.22).
- IPCC, 2001. Cambio climático 2001: Informe de síntesis Resúmenes de los Grupos de trabajo Resúmenes de los Grupos de trabajo para responsables de políticas y resúmenes técnicos.
- Jujnovsky, J., Ramos, A., Caro-Borrero, Á., Mazari-Hiriart, M., Maass, M., Almeida-Leñero, L., 2017. Water assessment in a peri-urban watershed in Mexico City: A focus on an ecosystem services approach. *Ecosyst. Serv.* 24, 91–100. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.02.005>
- Keeler, B.L., Polasky, S., Brauman, K.A., Johnson, K.A., Finlay, J.C., O'Neill, A., Kovacs, K., Dalzell, B., 2012. Linking water quality and well-being for improved assessment and valuation of ecosystem services. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 109, 18619–18624. <https://doi.org/10.1073/pnas.1215991109>
- Koetse, M.J., Renes, G., Ruijs, A., de Zeeuw, A.J., 2018. Relative price oncrease for nature and ecosystem services in cost-benefit analysis. PBL Netherlands Environ. Assess. Agency. PBL Publ.
- Laino-Guanes, R., González-Espinosa, M., Ramírez-Marcial, N., Bello-Mendoza, R., Jiménez, F., Casanoves, F., Musálem-Castillejos, K., 2016. Human pressure on water quality and water yield in the upper Grijalva river basin in the Mexico-Guatemala border. *Ecohydrol. Hydrobiol.* 16, 149–159. <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2015.12.002>
- Lianes, E., Marchamalo, M., Roldán, M., 2009. Evaluación Del Factor C De La Rusle Para El Manejo De Coberturas Vegetales En El Control De La Erosión En. *Agron. Costarric.* <https://doi.org/https://doi.org/10.15517/rac.v33i2>
- Loredo-Ostí, C., Beltrán, S., Moreno, S., Casiano, M., 2007. Predicción de riesgo a la erosión hídrica a nivel de microcuenca. . *Foll. Técnico. INIFAP-CIRNE.* 29, 66.
- Lovera, V., Roldán, I.E., Sanchez, J., Torres, P., 2018. Evaluación del servicio ecosistémico de rendimiento hídrico entre los años de 1994 y 2016 en el municipio de Valle de Bravo, estado de México. *Papeles Geogr.* 0, 93–113.
- Maes, J., Teller, A., Erhard, M., Liqueste, C., Braat, L., Berry, P., Egoh, B., Puydarrieux, P., Fiorina, C., Santos, F., Paracchini, M., Keune, H., Wittmer, H., Hauck, J., Fiala, I., Verburg, P., Condé, S., Schägner, J., Miguel San, J., Estreguil, C., Ostermann, O., Barredo, J., Pereira, H., Stott, A., Laporte, V., Meiner, A., Olah, B., Royo Gelabert, E., Spyropoulou, R., Petersen, J., Maguire, C., Zal, N., Achilleos, E., Rubin, A., Ledoux, L., Brown, C., Raes, C., Jacobs, S., Vandewalle, M., Connor, D., Bidoglio, G., 2013. Mapping and assessment of ecosystems and ecosystem assessments under Action 5 of the Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services An analytical framework for. Publications office of the European Union, Luxembourg. <https://doi.org/10.2779/12398>
- Martin-Ortega, J., Ojea, E., Roux, C., 2013. Payments for water ecosystem services in Latin America: A literature review and conceptual model. *Ecosyst. Serv.* 6, 122–132. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.09.008>
- Mass, J., 2012. El manejo sustentable de socioecosistemas, in: Juan Pablos Editor (Ed.), *Cambio Climático y Políticas de Desarrollo Sustentable.* México, pp. 267–290.
- MEA, 2005. Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis.* Washington, DC.
- Meijaard, E., Brooks, T., Carlson, K., Slade, E., Garcia, J., Gaveau, D., Huay, J.S., Santika, T., Juffe-Bignoli, D., Szanto, Z., Sheil, D., 2020. The environmental impacts of palm oil in context. *Nat. Plants* 6, 1418–1426.
- Mokondoko, P., Manson, R.H., Ricketts, T.H., Geissert, D., 2018. Spatial analysis of ecosystem service relationships to improve targeting of payments for hydrological services. *PLoS One* 13, 1–27. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192560>
- Montes-León, M.A.L., Uribe-Alcántara, E.M., García-Celis, E., 2011. Mapa nacional de erosión potencial. *Tecnol. y Ciencias del Agua* 2, 5–17.
- Mulligan, M., van Soesbergen, A., Hole, D.G., Brooks, T.M., Burke, S., Hutton, J., 2020. Mapping nature's contribution to SDG 6 and implications for other SDGs at policy relevant scales. *Remote Sens. Environ.* 239, 17. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.111671>
- NALCMS, 2015. Land Cover 30m, 2015 (Landsat and RapidEye). Edition 2. [WWW Document]. North Am. L. Chang. Monit. Syst. . URL <http://www.cec.org/north-american-environmental-atlas/land-cover-30m-2015-landsat-and-rapideye/> (accessed 10.17.22).
- Ochoa-Tocachi, B.F., Cuadros-Adriazola, J., Arapa Guzman, E., Aste Cannock, N., Ochoa-Tocachi, E., Bonnesoeur, V., 2022. Guía de modelación hidrológica para la infraestructura natural. Lima Perú.
- Pandeya, B., Buytaert, W., Zulkafli, Z., Karpouzoglou, T., Mao, F., Hannah, D.M., 2016. A comparative analysis of ecosystem services valuation approaches for application at the local scale and in data scarce regions.

- Ecosyst. Serv. 22, 250–259. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.10.015>
- Pardo, L., Campbell, M., Edwards, W., Clements, G., Laurance, W., 2018. Terrestrial mammal responses to oil palm dominated landscapes in Colombia. *PLoS One* 13.
- Pardo, L., Laurance, W., Clements, G., Edwards, W., 2015. The impacts of oil palm agriculture on Colombia's biodiversity: what we know and still need to know. *Trop. Conserv. Sci.* 8, 828–845.
- Pardo, L., Ocampo, N., 2019. Contexto actual del impacto ambiental de la palma de aceite en Colombia. *Palmas* 40, 79–88.
- Peh, K., Balmford, A., Bradbury, R.B., Brown, C., Butchart, S.H.M., Hughes, F.M.R., Stattersfield, A.J., H.L.Thomas, D., Walpole, M., Bayliss, J., Gowing, D., Bayliss, J., Jones, J.P.G., Lewis, S., Mulligan, M., Pandeya, B., Stratford, C., Thompson, J.R., Turner, R.K., Vira, B., Willcock, S., Merrimen, J.C., 2013. TESSA: A toolkit for rapid assessment of ecosystem services. *Ecosyst. Serv.* 5, 51–55. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.06.003>
- R Core Team, 2024. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Found. Stat. Comput. Vienna, Austria.
- RAMSAR, 1997. Ficha informativa de los humedales de Ramsar: Reserva de la Biosfera La Encrucijada 2, 1–9.
- RAN, 2023. Registro Agrario Nacional [WWW Document]. Gob. México. URL <https://phina.ran.gob.mx/index.php> (accessed 8.24.22).
- RAN, 2021. Estadística con perspectiva de género [WWW Document]. Result. del Regist. Agrar. Nac. URL <http://www.ran.gob.mx/ran/index.php/sistemas-de-consulta/estadistica-agraria/estadistica-con-perspectiva-de-genero> (accessed 11.30.22).
- Raum, S., 2018. A framework for integrating systematic stakeholder analysis in ecosystem services research: Stakeholder mapping for forest ecosystem services in the UK. *Ecosyst. Serv.* 29, 170–184. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.01.001>
- Redhead, J.W., Stratford, C., Sharps, K., Jones, L., Ziv, G., Clarke, D., Oliver, T.H., Bullock, J.M., 2016. Empirical validation of the InVEST water yield ecosystem service model at a national scale. *Sci. Total Environ.* 569–570, 1418–1426. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.227>
- Reed, M.S., Vella, S., Challies, E., de Vente, J., Frewer, L., Hohenwallner-Ries, D., Huber, T., Neumann, R.K., Oughton, E.A., Sidoli del Ceno, J., van Delden, H., 2018. A theory of participation: what makes stakeholder and public engagement in environmental management work? *Restor. Ecol.* 26, S7–S17. <https://doi.org/10.1111/REC.12541>
- Renard, K.G., Agricultural Research Service, W., Foster, G.R., Weesies, G.A., McCool, D.K., Yoder, D.C., 1997. Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). <https://doi.org/10.3/JQUERY-UI.JS>
- Reyes-Retana, G., Pons, G., Siegmann, K., Afif, Z., Gomez-Garcia, M., Soto-Mota, P., Farill, C.E.C., 2023. Using Behavioral Science to Increase Women's Participation in Natural Resource Management in Mexico. Policy Research Working Papers. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-10419>
- Rojas, A., 2021. Recomendaciones de las Ciencias del Comportamiento para el Diseño de programas de género transformadores.
- Ross, C., Prihodko, L., Anchang, J.Y., Kumar, S., Ji, W., Hanan, N.P., 2018. Global Hydrologic Soil Groups (HYSOGs250m) for Curve Number-Based Runoff Modeling. ORNL DAAC. <https://doi.org/10.3334/ORNLDAAC/1566>
- SADER, 2018. Padrón Ganadero Nacional [WWW Document]. URL <https://www.gob.mx/agricultura/acciones-y-programas/inscripcion-al-padron-ganadero-nacional>
- SCITEL-INEGI, 2020. Sistema de Consulta de Integración Territorial, Entorno Urbano y Localidad. [WWW Document]. URL <https://www.inegi.org.mx/app/scitel/default?ev=7> (accessed 10.20.22).
- Seifert-Dähnn, I., Barkved, L.J., Interwies, E., 2015. Implementation of the ecosystem service concept in water management - Challenges and ways forward. *Sustain. Water Qual. Ecol.* <https://doi.org/10.1016/j.swaqe.2015.01.007>
- SEMAHN, 2010. Programa de Acción Ante el Cambio Climático del estado de Chiapas (PAACCCCH).
- SEMAHN, CONANP, INEGI, ECOSUR, SAGYP, Pronatura Sur A.C., TNC, 2019. Mapa para la Resiliencia ante el Cambio Climático (MARACC) [WWW Document]. URL https://maracc.chiapas.gob.mx/que_es_maracc.html
- SEMARNAT-CONAFOR, 2023. Infraestructura de Datos Espaciales Forestales- IDEFOR [WWW Document]. Com. Nac. For. URL <https://idefor.cnf.gob.mx/>
- SEMARNAT-CONAGUA, 2018. Atlas del Agua en México.
- SEMARNAT-CONANP, 2023. Acciones afirmativas con Perspectiva de Género. Programa para la Protección y Restauración de Ecosistemas y Especies Prioritarias (PROREST) [WWW Document]. URL <https://www.conanp.gob.mx/prorest/prorestCS/TripticoPROREST2023Genero.pdf>
- SEMARNAT-CONANP, 2022. Acciones afirmativas con Perspectiva de Género [WWW Document]. URL <https://www.conanp.gob.mx/procodes2022/TripticoPROCOCODES2022AccionesConPerspectivaDeGenero.pdf>
- Sharp, R., Tallis, H.T., Ricketts, T., Guerry, A.D., Wood, S.A., Chaplin-Kramer, R., Nelson, E., Ennaanay, D., Wolny, S.,

- Olwero, N., Vigerstol, K., Pennington, D., Mendoza, G., Aukema, J., Foster, J., Forrest, J., Cameron, D., Arkema, K., Lonsdorf, E., Kennedy, C., 2018. InVEST 3.6.0 User's Guide.
- SIGEIA-SEMARNAT, 2022. Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGIEA) | Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales | Gobierno | gob.mx [WWW Document]. URL <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/sistema-de-informacion-geografica-para-la-evaluacion-del-impacto-ambiental-sigeia> (accessed 10.12.22).
- SMN, 2022. Normales Climatológicas por Estado [WWW Document]. Serv. Meteorológico Nac. URL <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado> (accessed 10.17.22).
- TEEB, 2010. TEEB Foundations. Econ. Ecosyst. Biodivers. Ecol. Econ. Found. 1–422. <https://doi.org/10.1017/s1355770x11000088>
- TEEB Agrifood, 2019. Programa de La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad para la Agricultura y los Alimentos (TEEB AgriFood por sus siglas en inglés) [WWW Document]. URL <http://teebafcafe.geolab.mx/>
- Teixeira, H., Lillebo, A., Culhane, F., Robinson, L., Trauner, D., Borgwardt, F., 2019. Linking biodiversity to ecosystem services supply: Patterns across aquatic ecosystems. *Sci. Total Environ.* 657. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.440>
- Terrado, M., Acuña, V., Ennaanay, D., Tallis, H., Sabater, S., 2014. Impact of climate extremes on hydrological ecosystem services in a heavily humanized Mediterranean basin. *Ecol. Indic.* 37, 199–209. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.01.016>
- The World Bank Group, 2023. Climate Risk Country Profile: México. Washington, DC.
- UNIATMOS-UNAM, 2022. Cambios de temperatura y precipitación, horizonte medio 2041-2060 [WWW Document]. Repositorio. URL <https://ri.atmosfera.unam.mx/AR6/srv/eng/catalog.search#/metadata/0fdc6463-abdc-4608-8cd5-767bca0d1fed> (accessed 10.23.22).
- UNIATMOS-UNAM, 2020. Climatologías mensuales promedio de precipitación y temperatura con datos del Servicio Meteorológico Nacional [WWW Document]. Repos. Inst. Ciencias la Atmósfera y Cambio Climático. UNAM. URL <https://ri.atmosfera.unam.mx/AR6/srv/eng/catalog.search#/home> (accessed 10.17.22).
- Vigiak, O., Borselli, L., Newham, L.T.H., McInnes, J., Roberts, A.M., 2012. Comparison of conceptual landscape metrics to define hillslope-scale sediment delivery ratio. *Geomorphology* 138, 74–88. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2011.08.026>
- Vörösmarty, C.J., Rodríguez Osuna, V., Cak, A.D., Bhaduri, A., Bunn, S.E., Corsi, F., Gastelumendi, J., Green, P., Harrison, I., Lawford, R., Marcotullio, P.J., McClain, M., McDonald, R., McIntyre, P., Palmer, M., Robarts, R.D., Szöllösi-Nagy, A., Tessler, Z., Uhlenbrook, S., 2018. Ecosystem-based water security and the Sustainable Development Goals (SDGs). *Ecohydrol. Hydrobiol.* 18, 317–333. <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2018.07.004>
- WMO, 2022. World Meteorological Organization [WWW Document]. Climate. URL <https://public.wmo.int/es/preguntas-frecuentes-clima> (accessed 12.9.22).
- Wu, Y., Zhang, X., Li, C., Xu, Y., Hao, F., Yin, G., 2021. Ecosystem service trade-offs and synergies under influence of climate and land cover change in an afforested semiarid basin, China. *Ecol. Eng.* 159, 106083. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.106083>
- Zawadzka, J., Gallagher, E., Smith, H., Corstanje, R., 2019. Ecosystem services from combined natural and engineered water and wastewater treatment systems: Going beyond water quality enhancement. *Ecol. Eng.* X 2, 100006. <https://doi.org/10.1016/j.ecoena.2019.100006>
- Zhang, L., Hickel, K., Dawes, W.R., Chiew, F.H.S., Western, A.W., Briggs, P.R., 2004. A rational function approach for estimating mean annual evapotranspiration. *Water Resour. Res.* 40, 2502. <https://doi.org/10.1029/2003WR002710>

ANEXO 1

Valores de los indicadores utilizados para la construcción y análisis del ICSE y brecha de género para las cuencas de la Región Istmo-Costa, Chiapas.

Tabla A1. Valores de indicadores utilizados para el cálculo de brecha de género, desagregados por sexo.

Clave	Municipio	Habla lengua indígena		Sin escolaridad		Inactividad económica		Trabajo no remunerado		Sin servicio de salud		Tenencia de la tierra	
		P3HLINHE_F	P3HLINHE_M	P15YM_SE_F	P15YM_SE_M	PE_INAC_F	PE_INAC_M	PTNR_M	PTNR_H	PSINDER_M	PSINDER_H	PPT_F	PPT_M
7069	Pijijiapan	0.09	0.06	13.18	12.02	51.92	18.73	43.58	21.40	10.24	12.33	21.90	78.10
7051	Mapastepec	0.00	0.00	14.30	12.52	52.32	17.71	44.25	16.50	9.79	11.54	20.38	79.62
7020	La Concordia	0.56	0.34	19.39	18.03	62.67	16.32	45.80	16.87	5.05	6.78	13.71	86.29

Definición de los indicadores: Todos los indicadores están expresados en porcentaje (%). La terminación **_F** indica que el indicador es de población femenina, la terminación **_M** indica que es de población masculina. **P5_HLI_NHE**-Población de 5 años o más que habla alguna lengua indígena y no habla español (INEGI, 2020). **P15YM_SE**-Población mayor de 15 años que no aprobó ningún grado escolar o solo tiene nivel preescolar (INEGI, 2020). **PE_INAC**- Población de más de 12 años de edad pensionadas o jubiladas; estudiantes; dedicadas a los quehaceres del hogar; incapacitadas permanentemente para trabajar; o que no trabajan (INEGI, 2020). **PTNR**- Población de 12 años y más que realiza trabajo no remunerado (INECC, 2015; INEGI, 2015). **PSINDER**- Población que no está afiliada a servicios médicos en ninguna institución pública o privada (INECC, 2015; INEGI, 2020, 2015). **PPT**: Porcentaje de personas ejidatarias desagregadas por sexo (INEGI, 2007).

Tabla A2. Valores de indicadores de etnicidad, educación, características económicas, servicios de salud, vivienda y tenencia de la tierra para el análisis del Índice de Caracterización Socioeconómica (ICSE).

Municipio	P5_HLI_NHE	POB_AFRO	P15YM_SE	PE_INAC	PTNR	EST_PER_OCU	PSINDER	PRO_OCUP_C	VPH_PISOTI	VPH_S_ELEC	VPH_AGUAFAV	VPH_LETR	VPH_NODREN	VPH_SNBIE	PTT	Pobreza
Pijijiapan	0.07	0.65	12.62	35.81	0.43	4	36.72	1.22	4.66	0.89	17.75	0.48	2.62	2.39	0.56	68.26
Mapastepec	0	0.32	13.44	35.5	0.79	1	35.86	1.22	5.1	1.01	9.31	0.65	1.85	2.36	0.59	70.84
La Concordia	0.42	3.33	18.72	39.57	0.84	0	22.11	1.48	8.82	2.06	6.21	1.71	4.26	3.09	0.73	76.24

Definición de los indicadores (Porcentaje %): **P5_HLI_NHE**- Población que habla alguna lengua indígena (INEGI, 2020). **POB_AFRO**- Población que se considera afromexicana o afrodescendiente (INEGI, 2020). **P15YM_SE**- Población mayor de 15 años que no aprobó ningún grado escolar o solo tiene nivel preescolar (INEGI, 2020). **PE_INAC**- Población de más de 12 años de edad pensionadas o jubiladas; estudiantes; dedicadas a los quehaceres del hogar; incapacitadas permanentemente para trabajar; o que no trabajan (INEGI, 2020). **PTNR**- Población de 12 años y más que realiza trabajo no remunerado (INECC, 2015; INEGI, 2015). **EST_PER_OCU**: Número de unidades económicas (UE) con más de 250 personas empleadas (INEGI, 2022). **PSINDER**- Población que no está afiliada a servicios médicos en ninguna institución pública o privada (INECC, 2015; INEGI, 2020, 2015). **PRO_OCUP_C**- Ocupación de viviendas particulares (INEGI, 2020). **VPH_PISOTI**- Viviendas con piso de tierra (INEGI, 2020). **VPH_S_ELEC**- Viviendas sin energía eléctrica (INEGI, 2020). **VPH_AGUAFAV**- Viviendas sin agua entubada (INEGI, 2020). **VPH_LETR**- Viviendas con letrina (pozo u hoyo) (INEGI, 2020). **VPH_NODREN**-Viviendas sin drenaje (INEGI, 2020). **VPH_SNBIE**- Viviendas sin bienes materiales (INEGI, 2020). **Pobreza**- Población en situación de pobreza (CONEVAL, 2021).

Tabla A3. Valores de ponderación municipal para la interpretación del ICSE y brecha de género a nivel de subcuenca.

ID	Cuenca	Subcuenca	Área (ha)	Municipio	Área municipal dentro de la cuenca (ha)	Proporción Municipio	ICSE Municipio	Proporción-ICSE	ICSE (Vallarta)	Brecha Municipio	Proporción-Brecha	Brecha (RLA)
1	Pijijiapan	Pijijiapan	8166.79	Pijijiapan	8160.26	1.00	0.75	0.75	0.75	0.25	0.25	0.25
2	Pijijiapan	Urbina	5185.82	Pijijiapan	5181.25	1.00	0.75	0.75	0.75	0.25	0.25	0.25
3	Pijijiapan	Salto de Agua	2625.382	Pijijiapan	2623.12	1.00	0.75	0.75	0.75	0.25	0.25	0.25
4	Pijijiapan	San Antonio	9987.808	Pijijiapan	9616.86	0.96	0.75	0.72	0.74	0.25	0.24	0.26
				La Concordia	311.64	0.03	0.50	0.02		0.75	0.02	
5	Pijijiapan	El Cerron	5966.903	Pijijiapan	5570.40	0.93	0.75	0.70	0.73	0.25	0.23	0.29
				La Concordia	391.67	0.07	0.50	0.04		0.75	0.05	
6	Coapa	Las Brisas	6065.731	Pijijiapan	6059.77	1.00	0.75	0.75	0.75	0.25	0.25	0.25
7	Coapa	Nueva Coapa	8207.857	Pijijiapan	8201.37	1.00	0.75	0.75	0.75	0.25	0.25	0.25
8	Coapa	El Carmen	6106.907	Pijijiapan	6102.05	1.00	0.75	0.75	0.75	0.25	0.25	0.25
9	Coapa	Nueva Flor	5463.465	Pijijiapan	5459.05	1.00	0.75	0.75	0.75	0.25	0.25	0.25
10	Coapa	El Triunfo IV	5767.951	Pijijiapan	4817.51	0.84	0.75	0.63	0.71	0.25	0.21	0.33
				La Concordia	945.83	0.16	0.50	0.08		0.75	0.12	
11	Novillero	Hidalgo Novillero	17531.917	Mapastepec	17500.40	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
12	Novillero	Sólo Dios	11480.619	Pijijiapan	4700.34	0.41	0.75	0.31	0.60	0.25	0.10	0.40
				Mapastepec	6771.10	0.59	0.50	0.30		0.50	0.30	
13	Novillero	Santa Rita de las Flores	5525.899	Mapastepec	5499.23	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
14	Novillero	Tres de Mayo	8661.621	Pijijiapan	376.49	0.04	0.75	0.03	0.50	0.25	0.01	0.48
				Mapastepec	8233.10	0.95	0.50	0.48		0.50	0.48	

Proporción-ICSE y brecha municipal: Resultado de la relación entre la proporción y el ICSE o brecha de género a nivel municipal.

ANEXO 2

Resumen de parámetros para cada uno de los modelos InVEST

Los parámetros biofísicos y las diferentes fuentes de información requeridas por cada uno de los módulos se resumen en la Tabla A1. Descripciones más detalladas de cada uno de los modelos se pueden consultar en el manual de usuario de la herramienta InVEST (Sharp et al., 2018) y publicaciones complementarias (Hamel et al., 2020; Hamel and Guswa, 2015; Redhead et al., 2016; Terrado et al., 2014; Wu et al., 2021)

Tabla A2. Parámetros biofísicos requeridos para cada uno de los modelos InVEST utilizados en los PAMIC.

Datos	Rendimiento hídrico anual	Rendimiento hídrico estacional	Pérdida potencial del suelo	Transporte potencial de nutrientes (N y P)	Fuente
Delimitación de cuencas y subcuencas	◆	◆	◆	◆	INEGI-INE-CONAGUA, (2007); INEGI, (2010). Delimitación de subcuencas con base en FIRCO-UAQ, (2005) y análisis de la red de flujo superficial (<i>Quick flow, Seasonal water yield</i>).
Uso de suelo y vegetación	◆	◆	◆	◆	Clasificación con base en la comparación de INEGI, (2017), NALCMS, (2015); INEGI-CONAFOR-CONABIO-SEMARNAT, (2018); Imágenes satelitales (Normalized Difference Vegetation Index-NDVI), revisiones bibliográficas (TEEB Agrifood, 2019) y resultados de los talleres de mapeo participativo.
Modelo de Elevación Digital (DEM)		◆	◆	◆	Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM 3.0, INEGI, 2013) (30 m)
Promedio de precipitación anual/mensual (1981-2010)	◆	◆			Climatologías mensuales promedio con datos del SMN (UNIATMOS-UNAM, 2020) (926 m)
Promedio de evapotranspiración anual/mensual (1981-2010)	◆	◆			Ecuación modificada de Hargreaves (Droogers and Allen, 2002). (UNIATMOS-UNAM, 2020), FAO, (2006).
Fracción de agua disponible para las plantas	◆				SoilGrids250m: Global gridded soil information based on machine learning. Soil water capacity (volumetric fraction). (ISRIC, 2017).
Profundidad de restricción para el crecimiento de las raíces	◆				SoilGrids250m: Absolute depth to bedrock. Global gridded soil information based on machine learning (ISRIC, 2017).
Grupo hidrológico de suelo		◆			Global Hydrologic Soil Groups (HYSOGs250m) for Curve Number-Based Runoff Modeling (Ross et al., 2018)
Tabla de eventos de lluvia (Zonificación climática)		◆			Normales climatológicas de estaciones ubicadas en las cuencas (SMN, 2022)
Erodabilidad del suelo (Factor K)			◆		Conjunto de datos vectoriales edafológicos, Escala 1:250000 Serie II. (Continuo Nacional, INEGI, 2013).
Erosividad pluvial (Factor R)			◆		Precipitación Media Mensual (1980-2010)-PMA y ecuación regional de erosividad (Montes-León et al., 2011).
Flujo superficial				◆	InVEST- Flujo rápido (<i>Quick flow, Seasonal water yield</i>)

ANEXO 3

Catálogo de proyectos

Tabla A3. Descripción general de proyectos que contribuyen con los objetivos y alcances del PAMIC. CON = Conservación, RES = Restauración, APP = Adecuación de prácticas productivas¹.

Institución o Fuente	Nombre del programa o proyecto	Descripción del programa o política	Municipios (localidades)	Objetivos o metas	Tipo de inversión	CON	RES	APP
Comisión Nacional de Áreas naturales Protegidas y Conservación Internacional con apoyo de GEF (<i>Global Environment Facility</i>) (CONANP, 2018-2023)	PSOCH. Paisajes Sostenibles Oaxaca-Chiapas	El proyecto se compone de tres componentes: 1) conservación de la biodiversidad; 2) producción sostenible y 3) sostenibilidad financiera en la Sierra Madre de Chiapas, la Sierra Sur y el Istmo de Oaxaca y la Costa del Pacífico Sur de Oaxaca y Chiapas.	Mapastepec Pijijiapan	Fortalecer la conservación de la biodiversidad de importancia global en el sistema nacional de áreas protegidas y corredores, a través del manejo integrado de paisajes costeros y terrestres culturalmente diversos de Oaxaca y Chiapas.	Privada	◆	◆	◆
Programa Hídrico Regional (PHR 2021-2024, Región Hidrológica Administrativa XI Frontera Sur). Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).	BORDOS	Programa para reducir la vulnerabilidad de la población ante inundaciones y sequías, con énfasis en pueblos indígenas y afromexicanos de Mapastepec.	Mapastepec	Sobreelevación de los bordos con protección de roca en tramos dispersos en ambos márgenes del río San Nicolás en una longitud de 40.5km.	Federal		◆	
	REHA-AGUA	Programa para la rehabilitación del distrito de temporal tecnificado (020) en Pijijiapan.	Pijijiapan	Aprovechar eficientemente el agua para contribuir al desarrollo sostenible de los sectores Productivos.	Federal		◆	◆
	TRAT-AGUA	Construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales, Joaquín Miguel Gutiérrez (Margaritas).	Pijijiapan	Garantizar progresivamente los derechos humanos al agua y al saneamiento, especialmente a la población más vulnerable.	Federal			◆
Secretaría de Medio Ambiente Y Recursos Naturales y Comisión Nacional Forestal (SEMARNAT-CONAFOR, 2022)	PADFS Programa Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable 2022.	Manejo Forestal Comunitario y Cadenas de Valor para el Bienestar (MFCCV). Apoyos para incentivar el manejo y proyectos forestales sostenibles. Apoyos a proyectos productivos integrales para mujeres. Población objetivo: Personas dueñas o poseedoras de terrenos forestales con superficie susceptible de aprovechamiento de mínimo 10 ha., pertenecientes a productores Tipo I.	Mapastepec	Apoyar a las personas propietarias, legítimas poseedoras y habitantes de las zonas forestales para que implementen acciones que les permita fortalecer la gobernanza, el desarrollo de capacidades, sociales, técnicas, culturales, la transferencia de tecnología; la ordenación, cultivo, aprovechamiento y certificación de los recursos forestales maderables y no maderables; el fortalecimiento de los procesos de abasto, transformación y mercados de las materias primas y productos forestales.	Federal	◆	◆	◆

Institución o Fuente	Nombre del programa o proyecto	Descripción del programa o política	Municipios (localidades)	Objetivos o metas	Tipo de inversión	CON	RES	APP
SEMARNAT-CONAFOR, 2022	PADFS	Componente IV. Servicios Ambientales para el Bienestar (SA). Pago por Servicios Ambientales.	La Concordia Mapastepec Pijijiapan	Apoyar a las personas propietarias o legítimas poseedoras de terrenos forestales, que de manera voluntaria deciden incorporar áreas al pago por servicios ambientales para la conservación activa de los ecosistemas forestales mediante incentivos económicos, así como promover la concurrencia de recursos económicos y operativos con usuarios(as) de los servicios ambientales y partes interesadas. Lo anterior con el objeto de incorporar prácticas de buen manejo para promover la conservación, protección y uso sustentable de los ecosistemas, para fomentar la provisión de los servicios ambientales en el largo plazo, y conservar la biodiversidad. La población elegible es la misma que en el componente anterior (RFM).	Federal	◆	◆	◆
SEMARNAT-CONAFOR, 2022	PADFS	Componente V. Protección Forestal para el Bienestar (PF)	Mapastepec Pijijiapan	Prevenir, combatir y controlar plagas e incendios forestales para reducir el deterioro de los diferentes ecosistemas forestales a nivel nacional mediante el otorgamiento de apoyos para tratamientos fitosanitarios, atención de contingencias fitosanitarias, brigadas de saneamiento forestal y brigadas rurales de manejo del fuego. Población elegibles: Personas propietarias o legítimas poseedoras de terrenos forestales y preferentemente forestales, cuyos terrenos presenten procesos de degradación de suelos, pérdida de vegetación forestal o cuenten con áreas perturbadas por incendios o plagas forestales y desastres naturales, en las áreas elegibles para tal fin.	Federal	◆	◆	◆
INECC-FMCN-FONCET con apoyo de GEF-Banco Mundial (2022 a 2025)	CONECTA² (SUB1) Cooperativa AMBIO S.C. de R.L.	Gobernanza local y manejo sostenible de la cuenca alta del Río Pijijiapan, Chiapas.	Pijijiapan Cuenca Pijijiapan (subcuenca 4)	Desarrollar planes de reconversión productiva hacia sistemas agroforestales (SAF) en predios destinados a la ganadería extensiva o con vegetación secundaria. Incluyendo acciones de sensibilización sobre la problemática local y valores ambientales de la cuenca de Pijijiapan.	Mixto			◆
INECC-FMCN-FONCET con apoyo de GEF-Banco Mundial (2022 a 2025)	CONECTA² (SUB2) Consultoría en manejo integral de recursos naturales S.C.	Conservación y desarrollo sustentable en el ejido Loma Bonita, municipio de Mapastepec, Chiapas	Mapastepec Cuenca Novillero (subcuenca 14)	Implementar tres líneas estratégicas de desarrollo comunitario orientadas al fortalecimiento de sistemas agroforestales de café y cacao y la conectividad del paisaje del ejido Loma con el objetivo de reducir la vulnerabilidad climática de la comunidad e incrementar sus opciones productivas.	Mixto	◆		◆

Institución o Fuente	Nombre del programa o proyecto	Descripción del programa o política	Municipios (localidades)	Objetivos o metas	Tipo de inversión	CON	RES	APP
INECC-FMCN-FONCET con apoyo de GEF-Banco Mundial (2022 a 2025)	CONECTA² (SUB3) Foro para el Desarrollo Sustentable A.C.	Fortalecimiento de capacidades y desarrollo de sistemas agroecológicos. Cafeticultura de conservación y ganadería silvopastoril.	Mapastepec Cuenca Novillero (Subcuencas 11 y 14)	El subproyecto responde a las necesidades de las personas productoras de café y producción pecuaria de la cuenca del Río Novillero para aumentar sus rendimientos, haciendo prácticas más eficientes desde el punto de vista ecológico y económicamente rentables. Las actividades fueron definidas con la participación y consenso de las personas productoras para abordar sus necesidades acorde al contexto local, calendario agrícola y pecuario.	Mixto		◆	◆
INECC-FMCN-FONCET con apoyo de GEF-Banco Mundial (2022 a 2025)	CONECTA² (SUB4) Pronatura Sur A.C.	Fortalecimiento de capacidades y buenas prácticas de un modelo silvopastoril y agroforestal	Pijijiapan Cuenca Coapa (subcuencas 7 y 9)	Implementar prácticas y actividades de ganadería regenerativa, manejo agroecológico, producción de biofertilizantes, y actividades de protección en riveras/achuales en las unidades de producción pecuarias del grupo de productores silvopastoriles de la subcuenca del río Coapa para incrementar la productividad.	Mixto			◆
INECC-FMCN-FONCET con apoyo de GEF-Banco Mundial (2022 a 2025)	CONECTA² (SUB5) Sistemas y Decisiones Ecológicas Consultoría S.C.	Inducción de la ganadería regenerativa en ranchos del Mancomún en la cuenca del río Pijijiapan, Chiapas	Pijijiapan Cuenca Pijijiapan (subcuenca 1)	Implementar 11 granjas demostrativas de la organización ganadera Bienes Comunes Pijijiapan para capacitar mediante escuelas de campo a socios de la organización, impactando en 480 hectáreas con mejores prácticas en el manejo del agua, pastoreo rotativo tecnificado y asistencia técnica permanente.	Mixto			◆
INECC-FMCN-FONCET con apoyo de GEF-Banco Mundial (2022 a 2025)	CONECTA² Proveedores Locales de Asistencia Técnica (PLAT1) Pronatura Sur A.C.	Fortalecimiento de capacidades y buenas prácticas de un modelo silvopastoril y agroforestal.	Pijijiapan Cuenca Coapa (subcuencas 7 y 9)	Consolidar una sociedad de productores ganaderos silvopastoriles que realizan prácticas ecológicas para producir y comercializar derivados cárnicos y lácteos, los cuales permitan mejorar la calidad de vida de los productores y consumidores.	Mixto			◆
INECC-FMCN-FONCET con apoyo de GEF-Banco Mundial (2022 a 2025)	CONECTA² (PLAT2) Foro para el Desarrollo Sustentable A.C.	Fortalecimiento de capacidades productivas y desarrollo de sistemas agroecológicos. Cafeticultura de conservación y ganadería silvopastoril.	Mapastepec Cuenca Novillero (Subcuencas 11 y 14)	Fortalecimiento de capacidades y desarrollo de sistemas agroecológicos, tanto en la cafeticultura de conservación, como en la actividad ganadera con enfoque silvopastoril. Estos dos sectores de la economía están representados por pequeños productores de café de la localidad de 3 de Mayo y por un pequeño grupo de ganaderos de la localidad Nuevo Milenio Valdivia.	Mixto			◆
INECC-FMCN-FONCET con apoyo de GEF-Banco Mundial (2022 a 2025)	CONECTA² (PLAT3) Unión Ramal Santa Cruz	Prácticas Sustentables para el cultivo de café en el municipio de la Concordia dentro de la Cuenca Río Coapa y Pijijiapan.	La Concordia Cuenca Pijijiapan (subcuenca 4)	Contribuir a la producción sustentable de café, mejorando el conocimiento mediante la adopción de innovaciones tecnológicas que permitan la mejora económica y social de las personas socias.	Mixto			◆

Institución o Fuente	Nombre del programa o proyecto	Descripción del programa o política	Municipios (localidades)	Objetivos o metas	Tipo de inversión	CON	RES	APP
FONCET (Fondo de Conservación del Triunfo) con apoyo de <i>The Nature Conservancy</i> (TNC) y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) (2024).	MPD Mecanismo de pequeñas donaciones	Implementación de sistemas agroforestales, café, cacao, ganadería, miel, ecoturismo y desarrollo forestal.	Mapastepec Pijijiapan	En el marco del proyecto de "Comunidades Prósperas y Sostenibles" financia proyectos enfocados en el fortalecimiento o implementación de seis cadenas productivas: cacao, café, miel, ganadería regenerativa, Producción forestal maderable y no maderable y ecoturismo por un máximo de dos años.	Privado	◆		◆
FONCET-TNC-USAID	ITTER Red de Innovación Territorial	Estrategia para promover una red de capacitación e implementación de sistemas silvopastoriles.	Mapastepec Pijijiapan La Concordia	Promoción de comunidades de aprendizaje que facilitan el intercambio de conocimientos y el liderazgo social, promoviendo la adopción y adaptación de prácticas agroecológicas para sistemas productivos sostenibles y rentables a lo largo de la región de la Sierra Madre de Chiapas, en el marco del proyecto de Comunidades Prósperas y Sostenibles.	Privado			◆
FONCET con apoyo de Conservación Internacional (CI)	SAGROF	Fortalecimiento de acciones de restauración con la integración de sistemas agroforestales en la Sierra Madre de Chiapas.	Mapastepec Pijijiapan La Concordia	Realizar acciones de restauración del paisaje en la Sierra Madre de Chiapas con la integración de 1,824,364 árboles en sistemas agroforestales, sistemas silvopastoriles, regeneración natural asistida y plantación tradicional no comercial. Esta acción se está llevando a cabo en coordinación con cinco áreas naturales protegidas en Chiapas.	Privado		◆	◆
FONCET	CISP	Capacitación e implementación de sistemas silvopastoriles.	Mapastepec Pijijiapan	Financiamiento de proyectos agroforestales y silvopastoriles enfocados a producción de cacao, café y actividades de conservación	Privado			◆
SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2023)	PFAGPA Programa de Fomento a la Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura	Programa Producción para el Bienestar	Mapastepec Pijijiapan La Concordia	Incentivar económicamente a los productores de pequeña o mediana escala de granos (maíz, frijol, trigo panificable y arroz, entre otros), amaranto, chía, caña de azúcar, café, cacao y miel para contribuir al incremento de su productividad.	Federal			◆
SADER	PFAGPA	Fomento a la Ganadería	Mapastepec Pijijiapan La Concordia	Incentivar económicamente a las Unidades Económicas Pecuarias a través de incentivos a la postproducción pecuaria, cría pecuaria, reproducción y material genético pecuario, manejo de ganado, ganado alimentario y sistemas producto pecuarios	Federal			◆

Institución o Fuente	Nombre del programa o proyecto	Descripción del programa o política	Municipios (localidades)	Objetivos o metas	Tipo de inversión	CON	RES	APP
Secretaría del Bienestar (2023).	PSV Programa Sembrando Vida	Programa federal que busca rescatar al campo, reactivar la economía local y la regeneración del tejido social en las comunidades.	Mapastepec Pijijiapan	Contribuir al bienestar social de sembradoras y sembradores a través del impulso de la autosuficiencia alimentaria, con acciones que favorezcan la reconstrucción del tejido social y la recuperación del medio ambiente, a través de la implementación de parcelas con sistemas productivos agroforestales.	Federal			◆
SEMAHN (Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural)	CONTOR	Programa de conservación de especies de tortugas marinas.	Pijijiapan	Proteger y conservar a las distintas especies de tortuga marina que arriban a las playas de Chiapas, con la finalidad de disminuir la presión sobre sus poblaciones, mediante la realización de actividades de monitoreo de playas, reubicación y protección de nidadas y actividades de sensibilización a los habitantes mediante la participación conjunta de las autoridades estatales, municipales y comunidades locales.	Estatal	◆	◆	

¹ El objetivo de este ANEXO es recopilar la información general de los proyectos y programas que contribuyen con los alcances del PAMIC. La información más detallada o específica se deberá consultar directamente de las fuentes de información o desde los portales institucionales.

² La **convocatoria** para la implementación de subproyectos y PLAT del proyecto CONECTA están dirigidos a comunidades locales, ejidos, pequeños propietarios y Grupo de Productores (GP) agrupados por una organización local legalmente constituida, con las capacidades para recibir, administrar y aplicar recursos de acuerdo con la ley, pudiendo ser asociaciones civiles (AC), sociedades de solidaridad social (SSS), sociedades de producción rural de responsabilidad limitada (SPR de RL), sociedades civiles, instituciones académicas, Juntas Intermunicipales, entre otras.

ANEXO 4

Recomendaciones para la transversalización de la perspectiva de género en iniciativas de restauración, conservación y adecuación de prácticas productivas.

En este apartado se presentan algunos lineamientos generales y ejemplos de medidas para incorporar la perspectiva de género en cada una de las etapas de proyectos o iniciativas de restauración, conservación y adecuación de prácticas ganaderas y agroforestales.

El objetivo es asegurar la participación activa de mujeres y hombres de forma transversal para incorporar sus perspectivas, conocimientos y necesidades, ya sea como personas beneficiarias o como parte de equipos técnicos, en donde también es recomendable incluir personas especialistas en género y salvaguardas sociales.

1. Diagnóstico y definición del problema

- Considerar el índice de brechas de género u otras desigualdades identificadas en el PAMIC para priorizar las áreas geográficas o problemas de atención.
- Realizar un análisis de género para comprender cómo los roles, necesidades y relaciones de género pueden influir en los resultados ambientales deseados. Considera cómo hombres y mujeres utilizan los recursos y se ven afectados de manera diferencial por las problemáticas ambientales.

2. Diseño y planificación

- Simplificar procesos de aplicación y asegurar que los requisitos para participar y beneficiarse de las iniciativas no reproduzcan la desigualdad de género. Por ejemplo, evitar solicitar la titularidad de la tierra como condición de participación o financiamiento.
- Contemplar acciones afirmativas¹, como convocatorias o apoyos dirigidos exclusivamente a mujeres o a grupos conformados por al menos 40% de mujeres; cuotas de participación; microcréditos; capacitaciones en temas tradicionalmente masculinizados, como el manejo del fuego; capacitaciones y apoyos productivos orientadas a la autonomía económica de las mujeres mediante la diversificación productiva y acceso a mercados de productos sustentables; y apoyos para el trabajo doméstico y de cuidados. Para más detalle y ejemplos, pueden revisarse las acciones afirmativas en el marco del Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCODES, SEMARNAT-CONANP, 2022) y el Programa para la Protección y Restauración de Ecosistemas y Especies Prioritarias (PROREST, SEMARNAT-CONANP, 2023).

3. Implementación

- Establecer mecanismos justos de distribución del trabajo y los beneficios, como conocimientos, recursos productivos y oportunidades económicas.
- Incorporar medidas asociadas a las ciencias del comportamiento para favorecer y fortalecer la participación de mujeres, como mencionar explícitamente a las mujeres productoras y la

¹ Medidas de carácter temporal para corregir, compensar o promover que buscan catalizar la igualdad sustantiva entre mujeres y hombres (DOF, 2006)

importancia de su trabajo en convocatorias, enviar recordatorios de actividades, utilizar ejemplos de mujeres como modelos de comportamiento a seguir, fomentar grupos de ayuda y ahorro liderados por mujeres (Reyes-Retana et al., 2023; Rojas, 2021).

- Implementar tecnologías que reduzcan la carga de trabajo no remunerado de las mujeres y favorezcan un aprovechamiento eficiente y sustentable de los recursos naturales, como cocinas ahorradoras de leña, paneles solares, sistemas de captación de agua de lluvia y de riego eficiente.

4. Monitoreo y Evaluación

- Utilizar indicadores de género para analizar los resultados e impacto de las iniciativas en hombres y mujeres. De base, esto implica desagregar por género todos los indicadores con referencia directa a personas (p.ej. número de personas beneficiadas; número de personas que reducen el tiempo destinado a una actividad determinada). Además, pueden incorporarse indicadores de procesos, como porcentaje de actividades participativas con al menos una medida para promover y fortalecer la participación de mujeres.

Para más alternativas y orientación de cómo incorporar la PdG en este tipo de iniciativas, pueden consultarse los siguientes recursos:

Generales

- o PNUMA, 2022. Grupo Regional de Trabajo sobre Género y Medio Ambiente. Lista de chequeo para la integración de género y medio ambiente en iniciativas ambientales. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/1kbKU_bk7sXNwGKLIKckzDrTrCs3C6M-8/view.
- o Eggerts E., 2019. Lista de Verificación para Talleres Sensibles a las Cuestiones de Género. Programa ONU-REDD. Disponible en: <https://www.unredd.net/documents/global-programme-191/gender-and-womens-empowerment-in-redd-1044/global-gender-resources/17257-lista-de-verificacion-para-talleres-sensibles-a-las-cuestiones-de-genero.html>

Producción sostenible

- o IUCN, 2020. Género y producción sostenible: Abordar las brechas de género y las desigualdades sociales para mejorar las cadenas de suministro agrícolas. Gland, Suiza. Disponible en: <https://portals.iucn.org/union/sites/union/files/doc/iucn-srjs-briefs-spanish-gender-sustainable-production-landscape.pdf>.
- o FAO, 2020. Desarrollo de cadenas de valor sensibles al género: Directrices para profesionales. Roma, Italia. 116 p. Disponible en: <https://www.fao.org/documents/card/es/c/i9212es/>
- o Beaujon Marin A, Kuriakose AT, 2017. Puntos de partida para incorporar la perspectiva de género en el diseño y la ejecución de proyectos de gestión forestal sostenible. Climate Investment Funds. Disponible en: https://www.climateinvestmentfunds.org/sites/cif_enc/files/knowledge-documents/gender_and_forest_spa_folder_pdf_2019001656spaspa001_final.pdf
- o Eggerts E, 2017. Informe Metodológico de ONU-REDD sobre Género. PNUD. Serie de recursos técnicos del programa ONU-REDD. Reporte No. 4. Disponible en: https://www.unredd.org/sites/default/files/2021-09/Methodology%20Brief%20Report%20EN-ES%20-%20V6_LoRes_Web.pdf

- FONNOR, 2022. Plan de Acción de Género y Juventudes. Proyecto Carne Libre de Deforestación en sistemas de libre pastoreo: un modelo de producción y comercialización en Jalisco. Guadalajara, Jalisco. Disponible en: <https://www.fonnor.org/wp-content/uploads/2022/11/PAGYJ-Resumen-ejecutivo.pdf>

Restauración y conservación

- UICN, 2018. Directrices para una restauración con perspectiva de género: Un análisis más profundo del género en la Metodología de Evaluación de Oportunidades de Restauración. Gland: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. p. 25. Disponible en: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2017-009-Es.pdf>

Iniciativas climáticas

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, PNUD, 2020. Guía para la integración de enfoque de género en proyectos, programas, planes y políticas para la gestión del cambio climático del sector agropecuario. Bogotá: Colombia. Disponible en: https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/GUIA-AGROPECUARIO_sv.pdf

ANEXO 5

Registro fotográfico

Créditos: FMCN y FONCET



Primer taller para la elaboración participativa del PAMIC de la Región Istmo-Costa (Mapastepec, Chiapas, 10 de mayo de 2023).



Entrevistas en campo dirigidas a grupos focales o actores locales que llevan a cabo actividades agrícolas y pecuarias en las cuencas de la Región Istmo-Costa, Chiapas (23-26 de julio de 2023).



Segundo taller participativo para la elaboración del PAMIC en la Universidad Politécnica de Chiapas (Suchiapa, Chiapas, 28 de agosto de 2023).

El **Fondo para el Medio Ambiente Mundial** (GEF, por sus siglas en inglés) es una familia multilateral de fondos dedicada a enfrentar la pérdida de biodiversidad, el cambio climático y la contaminación, y busca apoyar la salud de la tierra y los océanos. Su financiamiento permite que los países en desarrollo aborden desafíos complejos y trabajen hacia el cumplimiento de los objetivos ambientales internacionales. La asociación incluye a 186 gobiernos miembros, así como a la sociedad civil, pueblos indígenas, mujeres y jóvenes, con un enfoque en la integración y la inclusividad. Durante las últimas tres décadas, el GEF ha proporcionado más de 25 mil millones de dólares en financiamiento y ha movilizado 145 mil millones de dólares para proyectos prioritarios impulsados por los países. La familia de fondos incluye el Fondo Fiduciario del GEF, el Fondo del Marco Global para la Biodiversidad (GBFF, por sus siglas en inglés), el Fondo para los Países Menos Adelantados (LDCF, por sus siglas en inglés), el Fondo Especial para el Cambio Climático (SCCF, por sus siglas en inglés), el Fondo para la Implementación del Protocolo de Nagoya (NPIF, por sus siglas en inglés) y la Iniciativa de Creación de Capacidades para la Transparencia (CBIT).



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA Y
CAMBIO CLIMÁTICO



FOLUR
Food Systems • Land Use • Restoration



Aprobado por

Implementado por



BANCO MUNDIAL
BIRF • AIF



En colaboración con

FONDO MEXICANO
PARA LA CONSERVACIÓN
DE LA NATURALEZA, A.C.
INSTITUCIÓN PB YAA

