

Plan de Acción para el Manejo Integral de Cuencas Hídricas

JAMAPA



Plan de Acción para el Manejo Integral de Cuenas Hídricas: Cuenca del río Jamapa.

Diseño técnico y conceptual de los PAMICs:

Daniel I. González Terrazas, José Machorro Reyes y Anais Vermonden Thibodeau

Dirección de análisis de servicios ambientales hidrológicos con enfoque de cuenca

Coordinación de adaptación al cambio climático

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Análisis e integración de la información:

Jordi Vera Cartas y Leonel Zavaleta Lizárraga

Fondo Golfo de México. A.C.

Diseño de talleres participativos:

Isabel García Coll y Tajín Fuentes Pangtay

Pladeyra. A.C

Recopilación de información temática:

Jordi Vera Cartas. Fondo Golfo de México. A.C.

Fotografía de Portada:

Jordi Vera

Diseño Editorial:

Sakbe Comunicación para el Cambio Social

Actores locales que participaron en los talleres y colaboraron en la construcción del PAMIC:

Representantes de cooperativas pesqueras; Cafetaleros y cafetaleros a título individual; Cooperativa las Cañadas; Cooperativa gruta del río Jamapa A.C.); Comisión Federal de Electricidad (CFE); Comisión Nacional del Agua (CONAGUA); Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) a través de su dirección regional y el PN Pico de Orizaba; Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP); organismos del agua de Córdoba, de Veracruz-Medellín (SAS metropolitano) como de Boca del río; ayuntamiento de Boca del río; académicas y académicos del Colegio de Posgraduados (COLPOS) campus Córdoba, de la Universidad Autónoma de Chapingo, del Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías y del Sistema Enseñanza Abierta (SEA)-Sociología ambos de la Universidad Veracruzana (U.V.), del Instituto Tecnológico de Huatusco y del Instituto Nacional de Ecología (INECOL); Amigos del Volcán al Mar; la Alianza de Educadores Ambientales; Costas Veracruzanas sustentables A.C.; Consejo de Cuenca de los Ríos Tuxpan al Jamapa A.C.; Productores de Alimentos para las Zonas Rurales de México A.C., Senderos y Encuentros para un Desarrollo Autónomo Sustentable (SENDAS) A.C., la Unidad de Manejo Ambiental (U.M.A.) "Mountain Forest"; la Coordinadora de Pueblos en Defensa del Río Atoyac; la Fundación Kolping A.C.; Vinculación y Desarrollo Agroecológico en Café (VIDA) A.C., la Coordinadora de Organizaciones Cafetaleras de Huatusco A.C. y la Consultora Para El Desarrollo Rural y Ordenamiento Ambiental (CEDRO S.A. de C.V.).

Forma de citar:

INECC-FGM, 2018. «Plan de Acción para el Manejo Integral de Cuenas Hídricas: Cuenca del río Jamapa».

Proyecto: Conservación de Cuenas Costeras en el Contexto del Cambio Climático. 151pp

Índice

Lista de acrónimos y abreviaturas	6
Lista de mapas	7
Lista de tablas	8
Lista de figuras	9

1. INTRODUCCIÓN 11

· PRESENTACIÓN	12
· INTRODUCCIÓN	13
· OBJETIVOS	17
- OBJETIVO GENERAL	17
- OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17

2. DESCRIPCIÓN GENERAL 19

· LOCALIZACIÓN	20
· ASIGNACIÓN DE MUNICIPIOS	24
· CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA DE LA CUENCA	28
- RELIEVE Y RASGOS GEOMORFOLÓGICOS	28
• Zonificación altitudinal de la cuenca	28
• Geoformas	30
- CLIMA ACTUAL Y PROYECCIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO	32
- HIDROGRAFÍA	42
• Parámetros hidrográficos	47
• Configuración hidrográfica	50
- SUELOS	52

- VEGETACIÓN NATURAL ACTUAL Y CON PROYECCIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO	57
• Proyecciones de cambio potencial de la vegetación natural en la cuenca bajo escenarios de cambio climático	62
- USO DE SUELO	65
· CARACTERIZACIÓN POBLACIONAL DE LA CUENCA	66
- CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN	66
- LOCALIDADES URBANAS Y RURALES	71
- DENSIDAD DE POBLACIÓN	75
· CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA	79
- SUPERFICIE EJIDAL	79
- UNIDADES ECONÓMICAS	81
- INVERSIONES Y SUBSIDIOS	85
· VINCULACIÓN CON INSTRUMENTOS DE GESTIÓN	88

3. RELACIÓN OFERTA-DEMANDA DE SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS (SAH)

· ZONIFICACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA SUPERFICIAL EN LA CUENCA	93
- DEMANDA PARA USO AGROPECUARIO	98
- DEMANDA PARA USO PÚBLICO Y DE SERVICIOS	101
- DEMANDA DE AGUA SUPERFICIAL PARA USO NO CONSUNTIVO	103

· ZONIFICACIÓN DE LA OFERTA O PROVISIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS	105
- ZONAS POTENCIALES PROVEEDORAS DE AGUA SUPERFICIAL	105
- ZONAS POTENCIALES DE SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN DEL SUELO	110
- ZONAS POTENCIALES DE PROVISIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS (SAH)	114

· PRIORIZACIÓN TERRITORIAL PARA LA FOCALIZACIÓN DE INTERVENCIÓN EN LA CUENCA	116
- PRIORIZACIÓN TERRITORIAL PARA ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN	117
- PRIORIZACIÓN TERRITORIAL PARA ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN	120
- PRIORIZACIÓN TERRITORIAL PARA LA ADECUACIÓN DE PRÁCTICAS PRODUCTIVAS	123

4. ACCIONES PARA LA CONSERVACIÓN DE SAH

127

· PROPUESTAS PRIORITARIAS DE PROVISIÓN DE SAH	132
- PARTE MEDIA-ALTA DE LA CUENCA	132
- PARTE MEDIA-BAJA DE LA CUENCA	133
· FOCALIZANDO LAS ACCIONES PRINCIPALES	135
· CARACTERIZACIÓN DE PRINCIPALES ACCIONES	137
- EDUCACIÓN AMBIENTAL	138
- SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	141
- APOYO A LA CONSERVACIÓN DEL CAFETAL DE SOMBRA	143
- HACIA LA RESTAURACIÓN DE VARIOS ECOSISTEMAS CLAVE	145

Referencias	149
Glosario	150

Lista de acrónimos y abreviaturas

AMSA	Agroindustrias Unidas de México S.A. de C.V.	INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
ANP	Área Natural Protegida	INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
APC	Áreas Privadas de Conservación	INVEST	Valoración Integrada de los Servicios Ecosistémicos y Compensaciones (<i>Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs</i>)
API	Administración Portuaria Integral	IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>)
CECADESU	Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable	ISEP	Índice Socio-Económico de la Población
CFE	Comisión Federal de Electricidad	MCG	Modelos de Circulación General
CH	Configuración Hidrográfica	MIC	Manejo Integral de Cuencas
COLPOS	Colegio de Posgraduados	MPI-ESMLP	Instituto Max Planck -Modelo del Sistema de la Tierra (<i>Max Planck Institute-Earth System Model</i>)
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal	OSC	Organizaciones de la Sociedad Civil
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua	PAMIC	Plan de Acción de Manejo Integral de Cuencas
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas	PEF	Presupuesto de Egresos de la Federación
CRUO	Centro Regional Universitario Oriente de la Universidad Autónoma de Chapingo.	PROGAN	Programa de Estímulos a la Productividad Ganadera
DEM	Modelos de Elevación Digital (<i>Digital Elevation Model</i>)	PSA	Pago por Servicios Ambientales
DENUE	Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas	RAN	Registro Agrario Nacional
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (<i>Food and Agriculture Organization</i>)	REPDA	Registro Público de Derechos de Agua
FAV	Fondo Ambiental Veracruzano	SAH	Servicio Ambiental Hidrológico
FONDEN	Fideicomiso Fondo de Desastres Naturales	SAS	Sistema de Agua Potable y Saneamiento de Veracruz-Medellín-Boca del Río
GFDL	Laboratorio de Dinámica de Fluidos Geofísicos (<i>Geophysical Fluid Dynamics Laboratory</i>)	SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
HADGEM	Modelo de Ambiente Global del Centro Hadley (<i>Hadley Centre Global Environment Model</i>)	SDR	Proporción de Entrega de Sedimentos (<i>Sediment Delivery Ratio</i>)
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social	SEA	Sistema de Enseñanza Abierta
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático	SEDEMA	Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Veracruz
INECOL	Instituto Nacional de Ecología		

SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SEP	Secretaría de Educación Pública
SEV	Secretaría de Educación del estado de Veracruz
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SPEC	Sitios Prioritarios Epi-Continetales
SPT	Sitios Prioritarios Terrestres
UE	Unidades Económicas

UMA	Unidad de Manejo Ambiental
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
UNIATMOS	Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas
USLE	Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (<i>Universal Soil Loss Equation</i>)
U.V.	Universidad Veracruzana
WMO	Organización Meteorológica Mundial (<i>World Meteorological Organization</i>)

Lista de mapas

Mapa 1	Localización de la cuenca del río Jamapa.	Mapa 15	Uso simplificado del suelo en la cuenca del río Jamapa.
Mapa 2	Contexto de la cuenca del río Jamapa.	Mapa 16	Caracterización de la población de la cuenca del río Jamapa a partir del Índice Socio-Económico de su Población.
Mapa 3	Municipios asignados a la cuenca del río Jamapa.	Mapa 17	Localidades rurales y urbanas en la cuenca del río Jamapa.
Mapa 4	Zonificación altitudinal de la cuenca del río Jamapa.	Mapa 18	Densidad de población en la cuenca del río Jamapa.
Mapa 5	Geomorfología simplificada de la cuenca del río Jamapa.	Mapa 19	Superficie ejidal en la cuenca del río Jamapa.
Mapa 6	Tipos de climas en la cuenca del río Jamapa.	Mapa 20	Áreas con instrumentos de gestión disponibles en la cuenca del río Jamapa.
Mapa 7	Temperatura media actual y con proyecciones de cambio climático de tres Modelos de Circulación General.	Mapa 21	Demanda global de agua superficial en las subcuencas del río Jamapa.
Mapa 8	Precipitación media anual actual y con proyecciones de cambio climático.	Mapa 22	Demanda de agua superficial para uso agropecuario.
Mapa 9	Hidrografía en la cuenca del río Jamapa.	Mapa 23	Demanda de agua superficial para uso público y de servicios.
Mapa 10	Configuración hidrográfica de la cuenca del río Jamapa.	Mapa 24	Demanda de agua superficial para uso no consuntivo.
Mapa 11	Suelos en la cuenca del río Jamapa.	Mapa 25	Zonas potenciales proveedoras de agua superficial a partir del modelo <i>Water Yield</i> de INVEST en la cuenca del río Jamapa .
Mapa 12	Vegetación natural en la cuenca del río Jamapa de acuerdo a la Serie V de la Cartografía de Uso de Suelo y Vegetación 2011. Escala 1:250,000.	Mapa 26	Provisión de agua por subcuenca a partir del modelo <i>Water Yield</i> de INVEST.
Mapa 13	Porcentaje de cobertura de vegetación natural por subcuenca en la cuenca del río Jamapa.		
Mapa 14	Cobertura de la vegetación natural actual y en el contexto de cambio climático en la cuenca del río Jamapa bajo diversos escenarios.		

Mapa 27	Zonas potenciales de susceptibilidad a la erosión a partir del modelo SDR de InVEST.
Mapa 28	Susceptibilidad potencial de las subcuencas del río Jamapa a partir del modelo SDR de InVEST.
Mapa 29	Provisión de Servicios Ambientales Hidrológicos en la cuenca del río Jamapa.
Mapa 30	Sitios prioritarios para la implementación de acciones de conservación en la cuenca del río Jamapa.

Mapa 31	Sitios prioritarios para la implementación de acciones de restauración y rehabilitación en la cuenca del río Jamapa.
Mapa 32	Sitios prioritarios para la adecuación de prácticas productivas en la cuenca del río Jamapa.
Mapa 33	Focalización de actividades de conservación, restauración y adecuación de prácticas en la cuenca del río Jamapa.

Lista de tablas

Tabla 1	Localización.	Tabla 17	Localidades y dispersión rural en la cuenca.
Tabla 2	Asignación de municipios.	Tabla 18	Población rural y urbana por subcuenca 2010.
Tabla 3	Zonificación altitudinal.	Tabla 19	Densidad de población.
Tabla 4	Geomorfología simplificada vinculada con uso de suelo y cobertura de vegetación.	Tabla 20	Superficie ejidal.
Tabla 5	Variables climáticas y tipos de climas.	Tabla 21	Unidades económicas del sector primario.
Tabla 6	Estaciones climatológicas.	Tabla 22	Unidades económicas del sector secundario.
Tabla 7	Modelos de Circulación General utilizados en los PAMIC.	Tabla 23	Unidades económicas del sector terciario.
Tabla 8	Parámetros hidrográficos.	Tabla 24	Inversiones identificadas por los principales actores del sector ambiental y agropecuario en la cuenca del río Jamapa durante el taller de Junio del 2015.
Tabla 9	Configuración de subcuencas emisoras y receptoras de agua superficial.	Tabla 25	Vinculación con instrumentos de gestión.
Tabla 10	Suelos.	Tabla 26	Volumen por uso de agua superficial concesionado en la cuenca.
Tabla 11	Vegetación natural.	Tabla 27	Agrupación de los volúmenes y usos del REPDA para los fines metodológicos del PAMIC.
Tabla 12	Cambio de la vegetación natural actual en comparación con tres proyecciones de cambio climático	Tabla 28	Principales actividades identificadas con un presupuesto reducido en la parte media-baja de la cuenca del río Jamapa.
Tabla 13	Uso de suelo.	Tabla 29	Principales actividades identificadas con un presupuesto reducido en las 3 mesas de la parte media-alta de la cuenca del río Jamapa con su importancia relativa.
Tabla 14	Cambio de uso de suelo 2002 – 2011*	Tabla 30	Las diez actividades a promover en la cuenca y su priorización territorial.
Tabla 15	Indicadores censales de población con valores absolutos (2010) en la cuenca y principales subcuencas.		
Tabla 16	Indicadores relativos para caracterizar la población en la cuenca y las principales subcuencas.		

Lista de figuras

- Figura 1** Esquema conceptual del componente técnico del proceso de integración de los PAMIC.
- Figura 2** Esquema conceptual del componente participativo en el proceso de integración de los PAMIC.
- Figura 3** Variables consideradas en el Índice de Dependencia Socio-Económica de la Población de la cuenca del río Jamapa.
- Figura 4** Volúmenes concesionados por uso en la cuenca del río Jamapa.
- Figura 5** Diagrama conceptual para la estimación de la demanda global de agua superficial.
- Figura 6** Proporción de volúmenes concesionados en cada subcuenca por tipo de uso de acuerdo al REPDA.
- Figura 7** Diagrama conceptual para la estimación de la demanda de agua superficial por uso agropecuario.
- Figura 8** Diagrama conceptual para la estimación de la demanda de agua superficial por uso público y de servicios.
- Figura 9** Diagrama conceptual para la identificación de sitios prioritarios para la implementación de acciones enfocadas a la conservación.
- Figura 10** Diagrama conceptual para la identificación de sitios prioritarios para la implementación de acciones enfocadas a la restauración.
- Figura 11** Diagrama conceptual para la identificación de sitios prioritarios para la implementación de acciones para la adecuación de prácticas productivas.



1

INTRODUCCIÓN

El propósito de este capítulo es ofrecer a los lectores elementos que les permitan conocer los objetivos, alcances, la metodología, la utilidad práctica y la importancia de un instrumento de planeación territorial con las características de los Planes de Acción para el Manejo Integral de Cuencas Hídricas (PAMIC). El objetivo es que los actores clave se apropien e implementen el PAMIC en sus cuencas. El lector comprenderá conceptos como; cuenca, el enfoque de cuenca, el manejo integral y la manera en que los PAMIC abordan estas temáticas.

PRESENTACIÓN

La cuenca del río Jamapa, en la región centro del estado de Veracruz conecta dos Áreas Naturales Protegidas (ANP) de gran importancia ecológica y humana, el Pico de Orizaba y el Sistema Arrecifal Veracruzano. Esta cuenca abastece de agua a ciudades importantes que están parcialmente en su territorio: Veracruz, Boca del Río, Córdoba, Huatusco y Coscomatepec, así como a más de mil localidades rurales. En la cuenca habitan más de medio millón de personas.

Las actividades humanas como la agricultura de temporal (principalmente caña de azúcar, maíz y cafeticultura de sombra en transición a una de sol), la ganadería vacuna extensiva o el desarrollo urbano han transformado fuertemente la cuenca. Actualmente de la vegetación natural sólo queda el 15%, principalmente representada por bosques mesófilos de montaña, bosques de coníferas, selvas altas y selvas bajas. En las partes bajas, dónde existieron importantes manchones de manglar, el desarrollo urbano de la zona metropolitana de Veracruz, entre otros, ha acabado con gran parte de este valioso ecosistema fundamental para la resiliencia al cambio climático de las zonas costeras.



INTRODUCCIÓN

Una cuenca hidrográfica se define como; la superficie de tierra firme, delimitada por líneas divisorias de aguas, donde queda comprendida una corriente principal, y a partir de su desembocadura se incluyen todos sus afluentes. (Lugo, J., 2011). En términos territoriales una cuenca constituye un sistema complejo, debido a que contiene una variedad de componentes, niveles jerárquicos y una alta intensidad de interconexiones. Es un sistema dinámico, interrelacionado, gobernado por procesos de retroalimentación, auto organizado, adaptativo y dependiente de su historia (Moreno y Renner, 2007).

El enfoque de cuenca en el manejo y planeación del territorio busca la integración de los actores involucrados en una problemática común, en lugar de atender problemas sectoriales dispersos (Cotler, 2007) y de esta forma superar la visión fragmentada o sectorial de intervención en el territorio. Estas intervenciones varían en el tiempo en función del aprendizaje que se obtiene de las acciones realizadas sobre los ecosistemas, del control de las externalidades y de los intereses de los actores.

En este sentido los Planes de Acción para el Manejo Integral de Cuenas Hídricas (PAMIC), parten de la evaluación territorial de la oferta y demanda de Servicios Ambientales Hidrológicos (SAH), con base en el análisis de dos procesos eco-hidrológicos, el escurrimiento superficial y la pérdida potencial del suelo. Estos procesos a causa de una inadecuada planificación y manejo pueden derivar en problemas de erosión y disponibilidad de agua, problemática que involucra directa o indirectamente a todos los sectores y actores en la cuenca. Este enfoque permite tener bases técnico-científicas para atender una problemática común en el territorio.

Considerar a la cuenca como unidad de planeación y gestión implica la comunicación, coordinación y cooperación entre diversas enti-

En términos territoriales una cuenca constituye un sistema complejo, debido a que contiene una variedad de componentes, niveles jerárquicos y una alta intensidad de interconexiones.

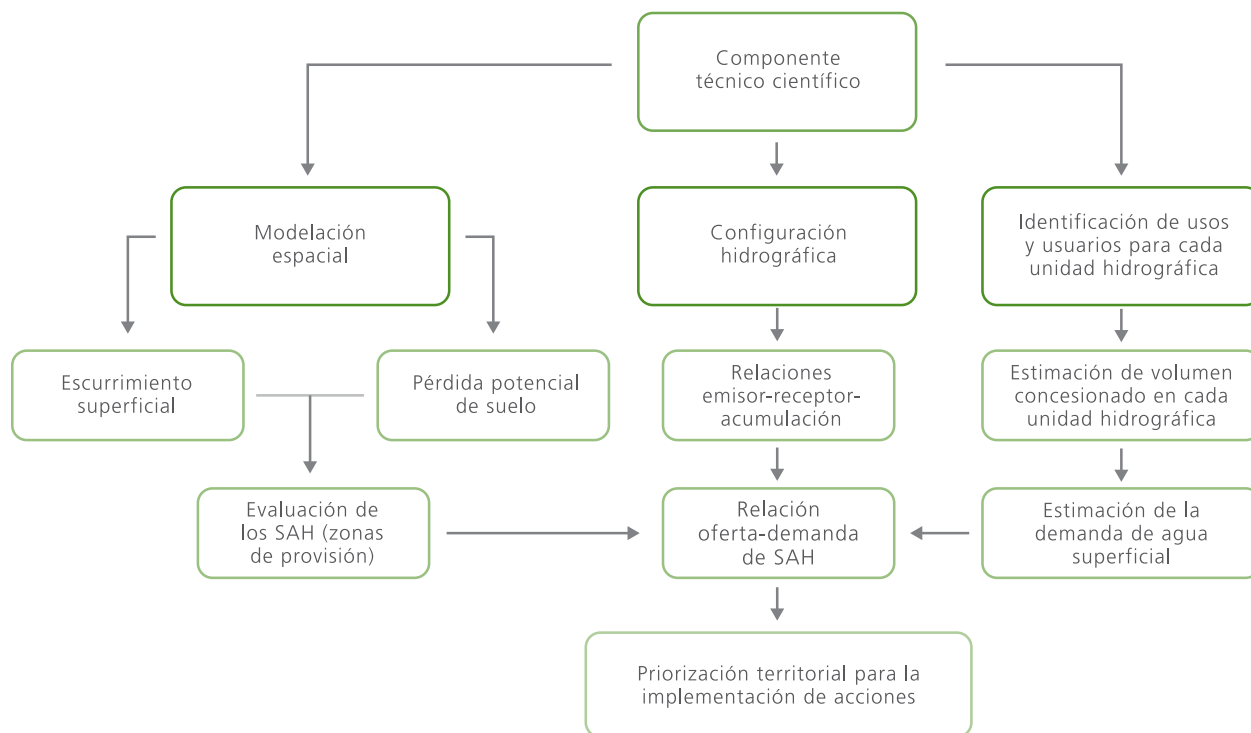
dades administrativas y de la sociedad civil. Esto representa un reto, ya que se requiere cambiar los paradigmas actuales en la planeación, gestión y administración, tanto de los recursos naturales como económicos. El proyecto; “Conservación de Cuencas Costeras en el Contexto de Cambio Climático (C6)” representa un gran avance en términos de coordinación y cooperación interinstitucional, al ser un proyecto donde confluye la participación de tres dependencias de gobierno federal (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático-INECC, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-CO-NANP y la Comisión Nacional Forestal-, CONAFOR) y una organización de la sociedad civil (el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza-FMCN). Cada uno de los socios del proyecto tiene objetivos y metas específicas, esto ha dado la pauta para identificar la necesidad de impulsar y desarrollar un instrumento de planeación territorial innovador, que identifica y focaliza geográficamente la intervención de los diferentes sectores y actores en el territorio, así como los impactos y externalidades positivas y negativas que generan las actividades y acciones en el territorio.

En este contexto, los PAMIC se definen como un instrumento de planeación territorial con bases técnico-científicas que busca integrar las experiencias obtenidas a través de las acciones e intervenciones en el territorio de los diversos actores y sectores presentes en la cuenca. Su finalidad es focalizar estas intervenciones y acciones para mantener y mejorar la funcionalidad de la cuenca, optimizando así los recursos y esfuerzos invertidos en el territorio.

El proceso para la construcción de los planes de acción para el manejo integral de cuencas, se estructuró en dos componentes, uno técnico-científico y otro participativo. El primero corresponde a la modelación y evaluación de SAH que incluyó varios momentos: la delimitación de subcuencas, la identificación de sus relaciones hidrográficas, la identificación de usos y estimación de volúmenes concesionados y la determinación de la relación oferta-demanda de SAH. Finalmente se obtuvieron mapas de priorización para la implementación de acciones.

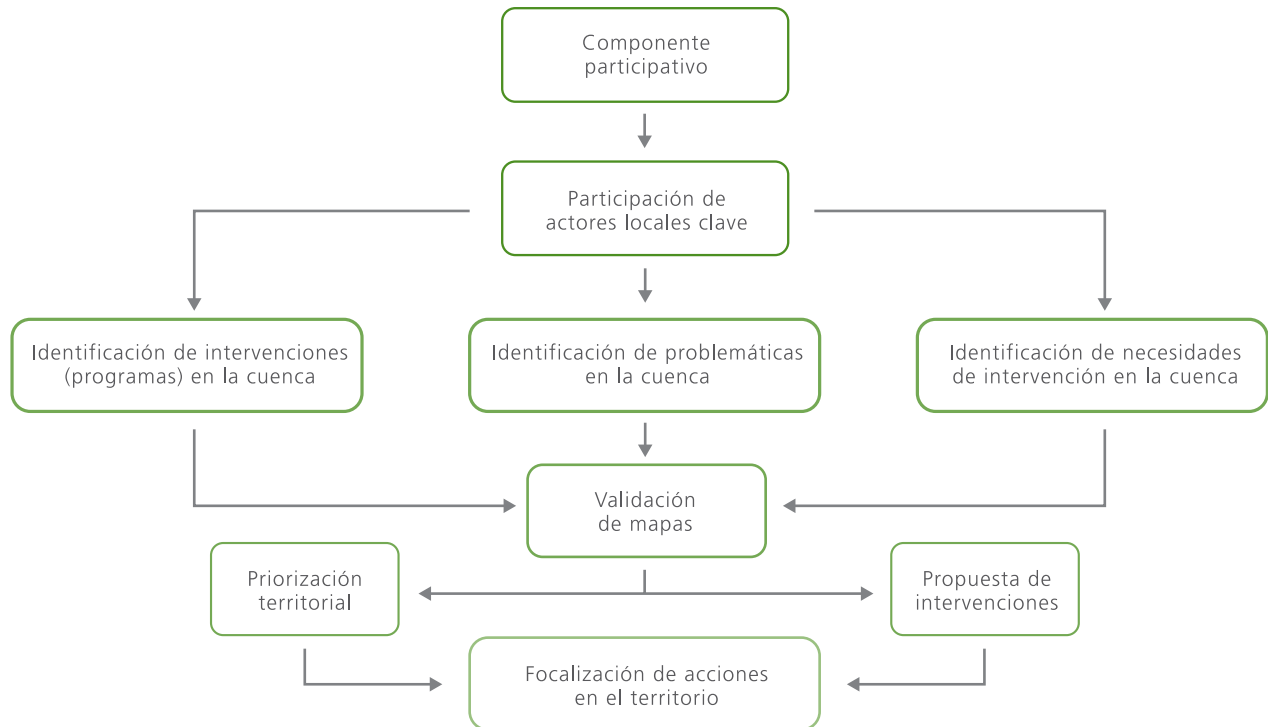
Los PAMIC se definen como un instrumento de planeación territorial con bases técnico-científicas que buscan integrar las experiencias obtenidas a través de las acciones e intervenciones en el territorio de los diversos actores y sectores presentes en la cuenca.

Figura 1. Esquema conceptual del componente técnico del proceso de integración de los PAMIC



El componente consistió en la elaboración de talleres con la finalidad de identificar, caracterizar y priorizar acciones de conservación, restauración y adecuación de prácticas productivas, que permitan mantener y mejorar los elementos y procesos del paisaje que intervienen en la provisión de servicios ambientales hidrológicos.

Figura 2. Esquema conceptual del componente participativo en el proceso de integración de los PAMIC



A manera de conclusión los Planes de Acción para el Manejo Integral de Cuencas Hídricas, más allá de ser documentos resultado de la recopilación y análisis de información, son una herramienta que responden a un proceso de participación y vinculación entre dependencias de los diferentes órdenes de gobierno, organizaciones de la sociedad civil y representantes de diferentes sectores productivos, con un acompañamiento técnico-científico, para la planeación, gestión, manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos presentes en la cuenca.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Focalizar la intervención en la cuenca a través de acciones orientadas a la conservación de los elementos clave del territorio que intervienen en la provisión de SAH y que contribuyen a mantener la funcionalidad del territorio.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS



DESCRIBIR Y CARACTERIZAR

la situación actual de la cuenca en términos biofísicos, poblacionales, económicos, financieros y su vinculación con instrumentos de gestión.



PRIORIZAR LAS SUBCUENCAS

por su oferta-demanda de SAH en el contexto actual y bajo escenarios de cambio climático.



PROPONER Y FOCALIZAR LAS ACCIONES

de intervención que promuevan la conservación, la restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos en las subcuencas de oferta.



VINCULAR A LOS ACTORES Y LAS INVERSIONES

en el territorio a través de una plataforma que permita visualizar espacialmente los sitios de intervención para promover los servicios ambientales hidrológicos.



DISEÑAR UNA ESTRATEGIA

de seguimiento y monitoreo para evaluar la respuesta de las acciones implementadas.



2

DESCRIPCIÓN GENERAL

Este capítulo presenta información sintetizada en en tablas y mapas sobre las características cartográficas, geográficas y biofísicas de la cuenca del río Jampa. Además, aborda la caracterización de la población como principal agente de transformación del medio natural, incluyendo las localidades urbanas y rurales, la dispersión rural y la densidad de población. El capítulo continúa con la caracterización económica, que incorpora la descripción de la superficie ejidal y su distribución, para vincularla con las actividades productivas. Incluye también las unidades económicas por sector, el uso del suelo, el cambio del uso de suelo y el porcentaje de uso de suelo agropecuario por subcuenca. Finalmente, el capítulo muestra el diagnóstico de las inversiones y subsidios en términos ambientales, así como la vinculación con otros instrumentos de gestión.

LOCALIZACIÓN

La cuenca del río Jamapa se ubica en la vertiente del Golfo de México, sus coordenadas geográficas extremas y cuencas colindantes se muestran en la Tabla 1 y Mapa 1. En un contexto fisiográfico, la parte este de la cuenca se ubica en la Llanura Costera del Golfo Sur, mientras que la parte oeste se ubica en el Eje Neovolcánico (Faja Volcánica Mexicana). Esta cuenca ocupa una superficie de 3,918 km² y está conformada por los estados de Veracruz (98%) y Puebla (2%), el primero representado por 31 municipios, y el segundo por 3. La mayor elevación registrada es de 5,670 msnm y la menor es de 0, con una elevación promedio de 626 msnm. El cauce principal del río Jamapa se extiende hasta 206 km. Las localidades más pobladas en la cuenca de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda más reciente (INEGI, 2010) son: Córdoba con 140,896 habitantes (si bien sólo alrededor del 40% del territorio de la ciudad se encuentra dentro de la cuenca), Huatusco (31,305 habitantes), Coscomatepec (15,252 habitantes) Potrero Nuevo y Municipio Atoyac (14,287 habitantes). Ciudades como Boca del Río y Veracruz cuentan también con una pequeña parte de sus territorio y población (<5%) dentro de los límites de la cuenca. Otras características importantes de la cuenca se pueden observar en la Tabla 1, así como en el Mapa 2.

206 km

la extensión del cauce principal del río Jamapa.

Tabla 1. Localización

Coordenadas extremas							
Dirección	Longitud			Latitud			Cuencas colindantes
	Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos	
Norte	-96	58	55.43	19	12	56.36	Antigua y río Tolome
Sur	-96	34	20.05	18	44	33	Río Blanco
Este	-95	57	4.64	18	56	37.07	Golfo de México
Oeste	-97	16	53.0	19	08	54	Salado

Parámetros generales de la cuenca				
Área:	3,918 km ²		Longitud río principal:	206 km
Altitud del relieve (msnm):	Máxima	Mínima	Promedio	Desnivel altitudinal (m)
	5,670	0	626	5,670

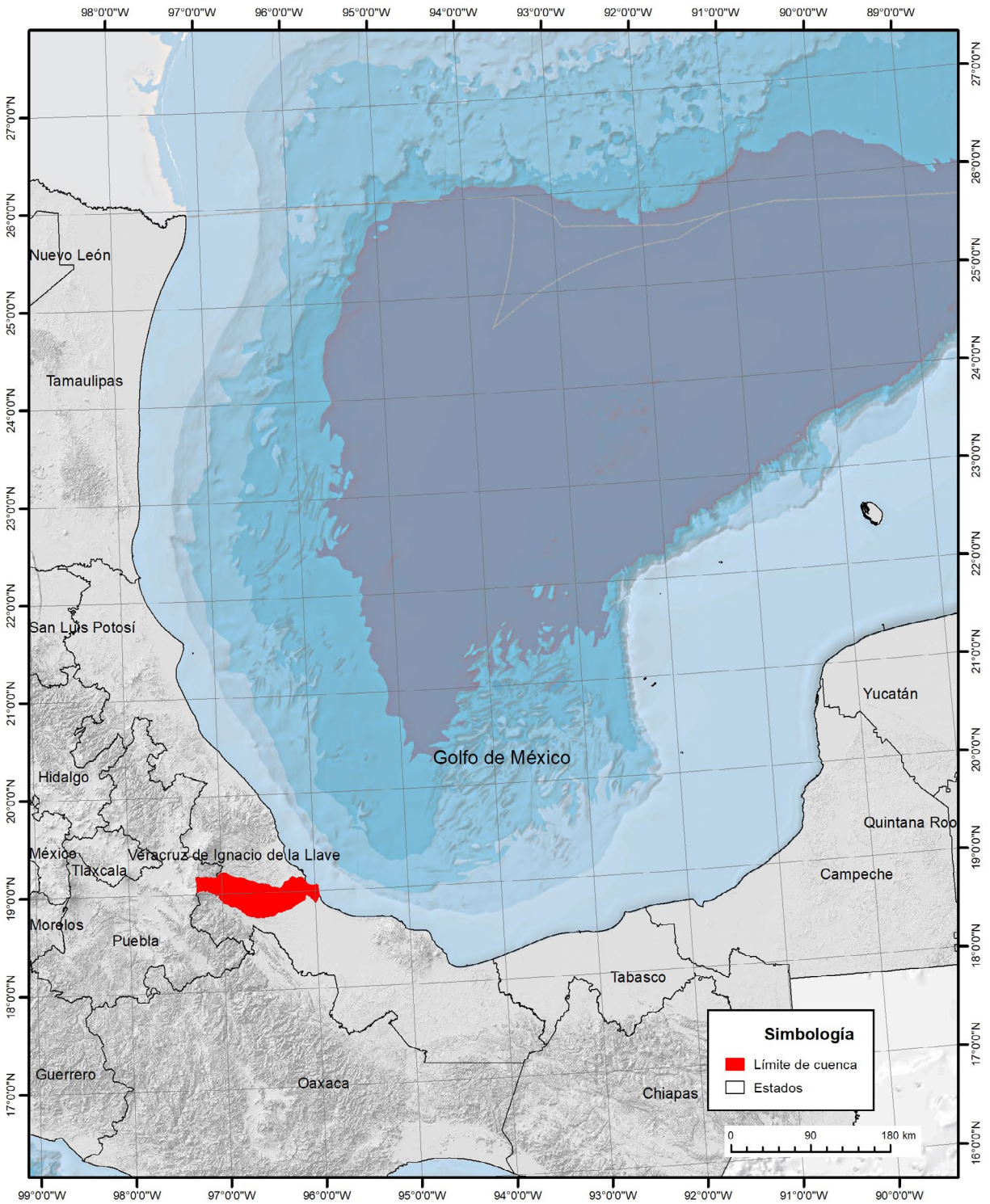
Entidades y cantidad de municipios					
Estado	Superficie		Municipios con superficie total incluida (Mt)	Municipios con superficie parcial incluida (Mp)	Total de municipios (Mt+Mp)* ¹
	%	km ²			
1. Veracruz	98.2	3,849	5	26	31
2. Puebla	1.8	68	0	3	3
Gran total:					34

Principales ciudades y/o localidades urbanas (2010)			
Identificador	Municipio	Nombre	Habitantes
1	Córdoba	Córdoba	140,896* ²
2	Huatusco	Huatusco	31,305
3	Coscomatepec	Coscomatepec	15,252
4	Atoyac	Potrero Nuevo (General Miguel Alemán)	14,287
5	Cuitláhuac	Cuitláhuac	13,651
6	Paso del Macho	Paso del macho	13,413
7	Medellín	Fraccionamiento puente dorado	13,037
8	Soledad de Doblado	Soledad de doblado	12,398
9	Fortín	Santa Leticia	11,720
10	Medellín	El Tejar	11,168

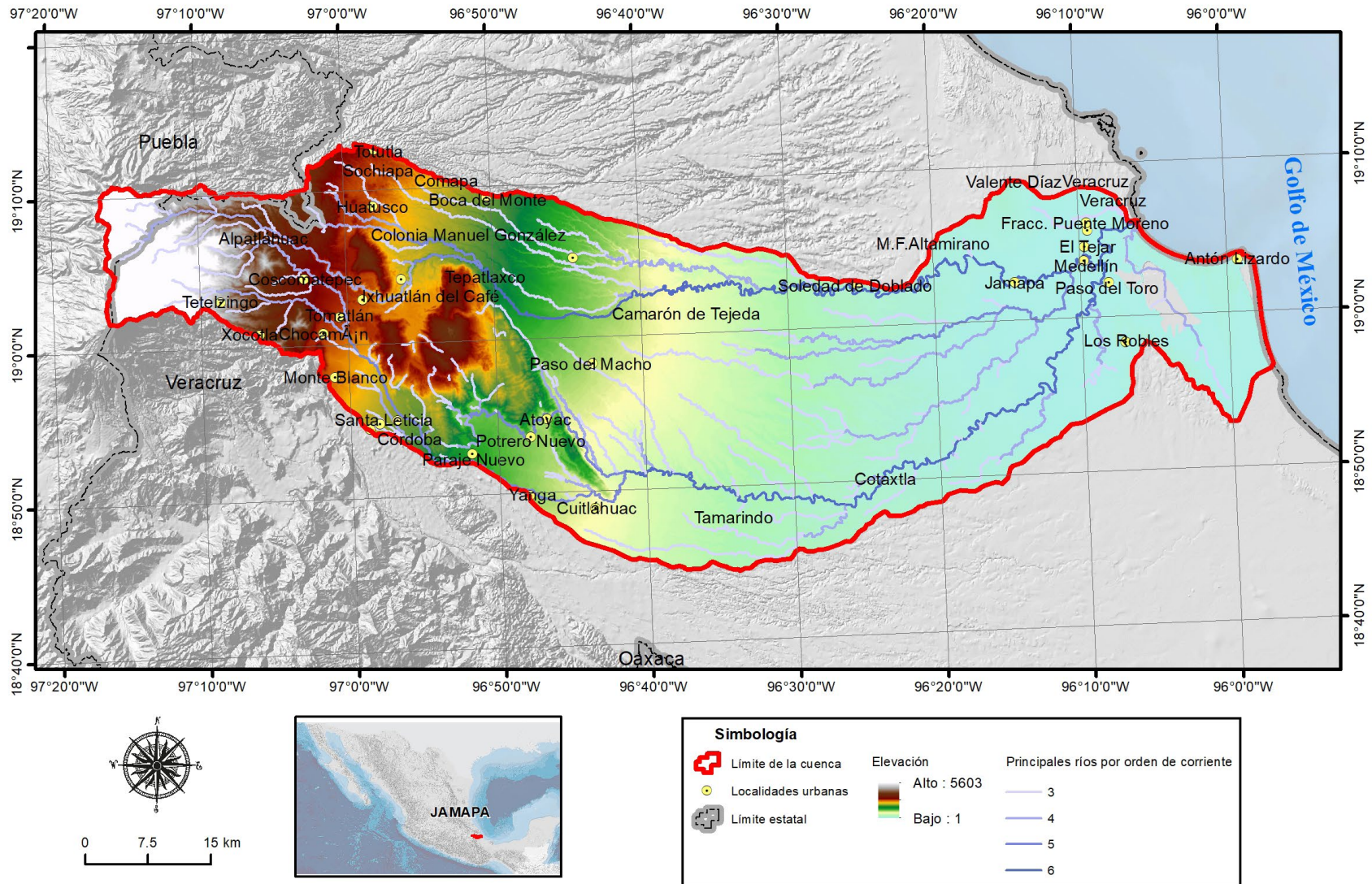
*¹ Los nombres de los municipios se muestran en la sección 2.2: Asignación de municipios.

*² De esta población total únicamente una parte, alrededor del 40% se encuentra dentro de los límites de la cuenca.

Mapa 1. Localización de la cuenca del río Jamapa.



Mapa 2. Contexto de la cuenca del río Jamapa.



ASIGNACIÓN DE MUNICIPIOS

La cuenca del río Jamapa está conformada por 34 municipios, ya sea en forma parcial o total. Con el propósito de facilitar la implementación de acciones en la cuenca, así como para facilitar la toma de decisiones en la gestión del territorio se definieron dos criterios para la asignación de municipios:

1. Tener dentro de la cuenca más del 50% de la superficie municipal y
2. Tener dentro de la cuenca su cabecera municipal.

En algunos casos donde no se cumplían estos dos criterios simultáneamente se consideraron esos municipios como de influencia, caso por ejemplo de Córdoba, cuya cabeceras se encuentran parcialmente en la cuenca del río Jamapa y parcialmente en la cuenca del río Papaloapan pero que tiene una relación muy importante con la dinámica de dicha cuenca, entre otras cosas porque de ésta obtiene gran parte de su agua la cabecera. A continuación se muestra la lista que incluye tanto a los 20 municipios que resultaron asignados a la cuenca para propósitos de gestión, como los otros 14 que no fueron asignados (Mapa 3).

La cuenca del río Jamapa está conformada por 34 municipios, ya sea en forma parcial o total.



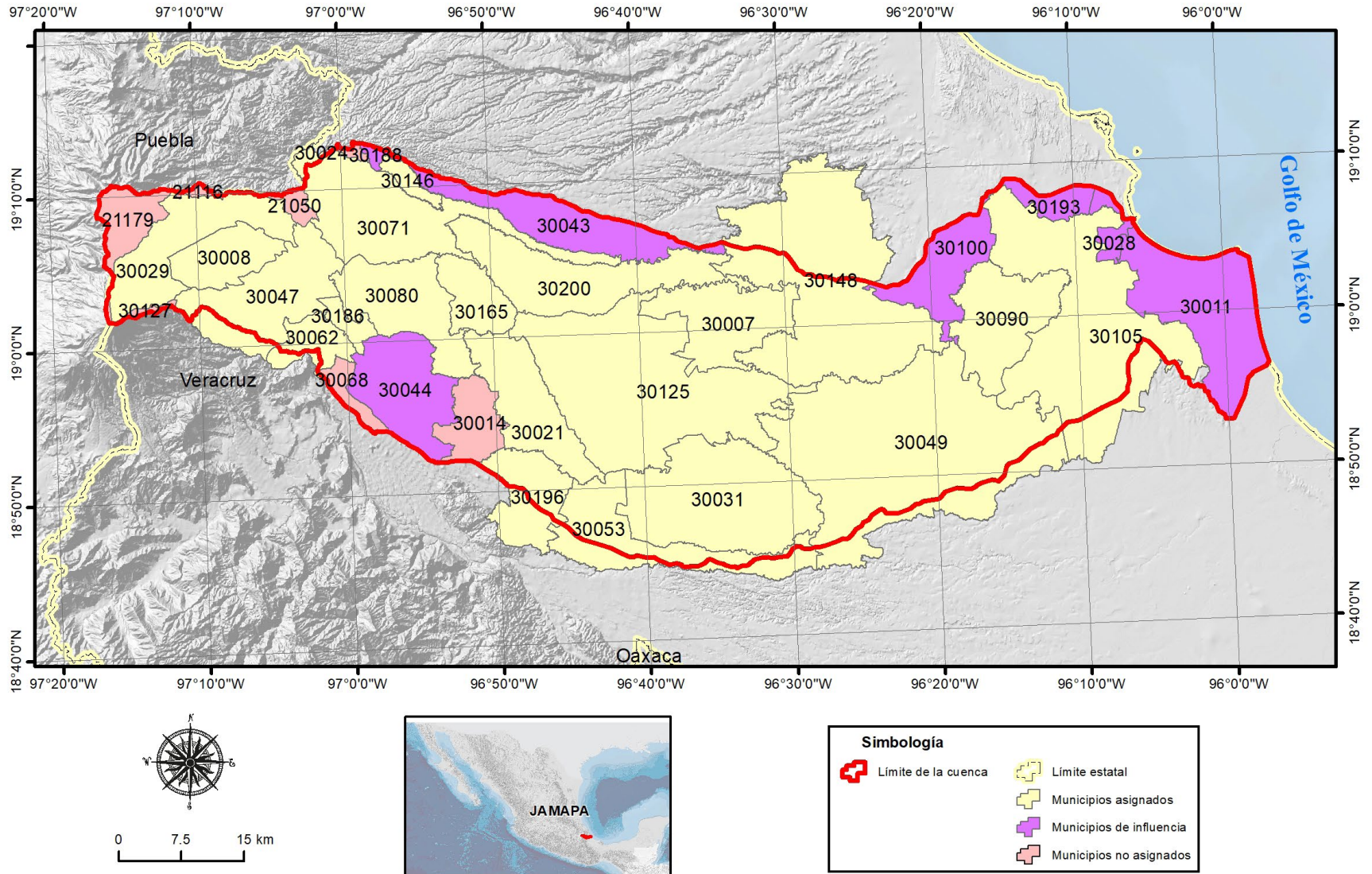
Tabla 2. Asignación de municipios

Municipio		Superficie de la cuenca (km ²)	C*	% municipal en cuenca	% de la cuenca	A*
Clave municipio	Nombre					
30008	Alpatláhuac	70,5	si	100	18.904	si
30029	Calchualco	133,5	si	100	9.905	si
30186	Tomatlán	18,7	si	100	3.342	si
30047	Coscomatepec	130,5	si	83	3.904	si
30080	Ixhuatlán del Café	128,8	si	100	3.299	si
30062	Chocamán	34,3	si	78	1.317	si
30146	Sochiapa	16,3	si	100	2.823	si
30071	Huatusco	194,4	si	96	3.080	si
30007	Camarón de Tejeda	124,2	si	100	9.831	si
30200	Zentla	178,2	si	100	6.832	no
30125	Paso del Macho	400,6	si	100	3.536	-si-
30021	Atoyac	122,3	si	100	5.346	-si-
30031	Carrillo Puerto	248,6	si	100	0.990	no
30053	Cuitláhuac	91,4	si	61	0.378	no
30196	Yanga	48,8	si	56	0.532	no
30165	Tepatlaxco	59,9	si	100	1.478	no
30090	Jamapa	131,5	si	100	0.025	no
30105	Medellín	338,3	si	86	0.096	no
30049	Cotaxtla	449,3	si	84	0.001	no
30148	Soledad de Doblado	232,1	si	56	0.811	si
30044	Córdoba	127,1	parcial (menos de la mitad)	80	3.257	si
30028	Boca del Río	19,3	no	51	5.607	-si-
30188	Totutla	6,2	no	6	1.471	no
30193	Veracruz	28,1	no	11	1.617	si

Municipio		Superficie de la cuenca (km ²)	C*	% municipal en cuenca	% de la cuenca	A*
Clave municipio	Nombre					
30011	Alvarado	186,7	no	23	0.193	no
30100	Manlio Fabio Altamirano	90,4	no	37	0.235	no
30043	Comapa	119,0	no	38	3.166	si
30024	Tlaltetela	2,6	no	1	5.312	si
30127	La Perla	3,6	no	3	1.978	si
30068	Fortín	21,5	no	35	0.714	no
30014	Amatlán de los Reyes	58,0	no	38	0.002	no
21179	Tlachichuca	49,3	no	12		
21116	Quimixtlán	3,1	no	2		
21050	Chichiquila	12,6	no	12		

C*= Cabecera en los límites de la cuenca; A*= Asignación del municipio a la cuenca

Mapa 3. Municipios asignados a la cuenca del río Jamapa.



CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA DE LA CUENCA

RELIEVE Y RASGOS GEOMORFOLÓGICOS

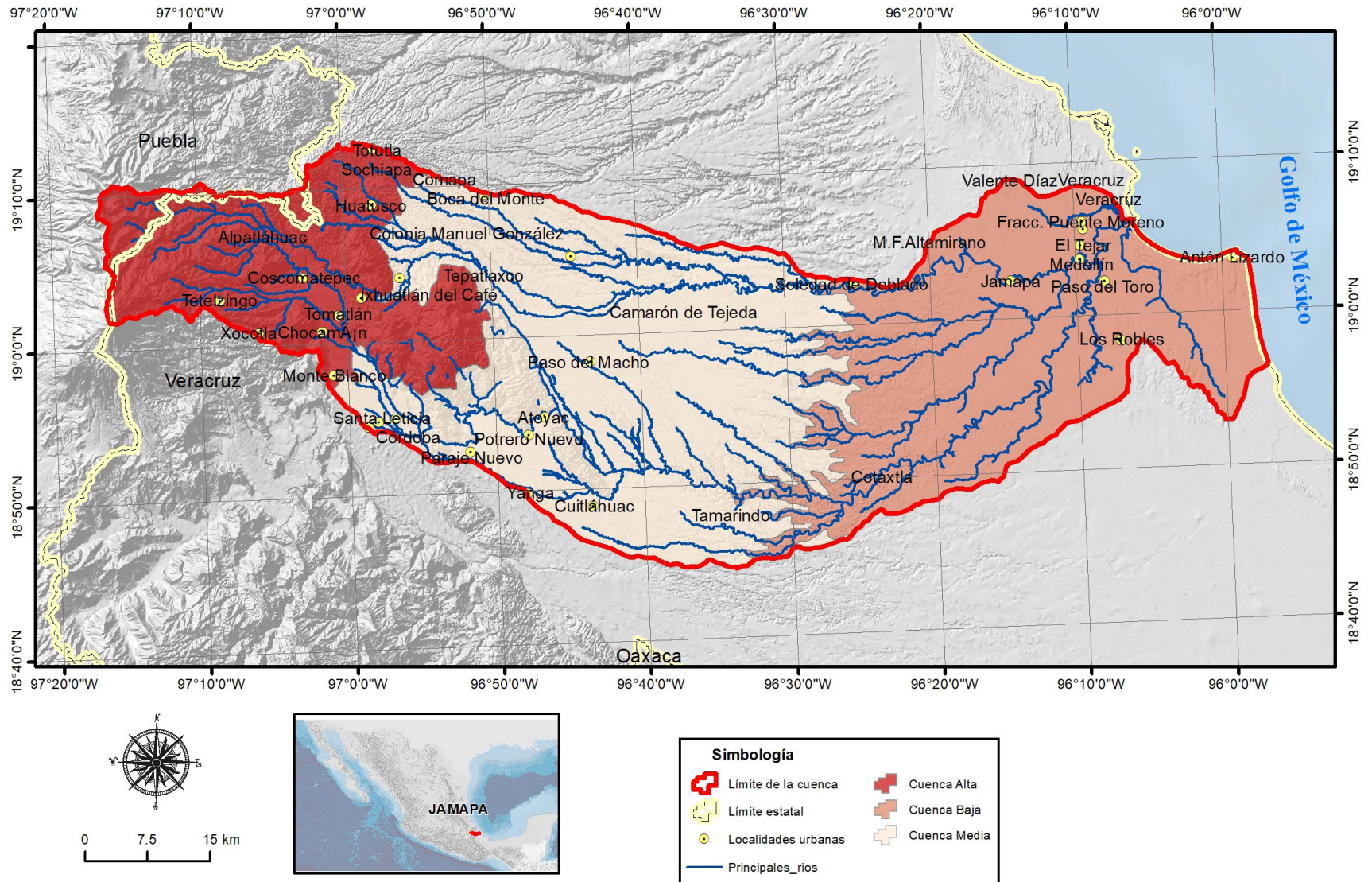
Zonificación altitudinal

La cuenca fue dividida en tres grandes zonas de acuerdo a sus diferencias altitudinales, así como a la funcionalidad de tales zonas en el territorio de la cuenca. La Tabla 3 describe las características de las zonas: cuenca alta, cuenca media y cuenca baja (Mapa 4).

Tabla 3. Zonificación altitudinal

Entidades y cantidad de municipios			
Zona	Función Principal	Superficie	
		km ²	%
Cuenca alta	Captación	786	20
Cuenca media	Acumulación y transporte	1,776	45
Cuenca baja	Descarga	1,355	34

Mapa 4. Zonificación altitudinal de la cuenca del río Jamapa.



GEOFORMAS

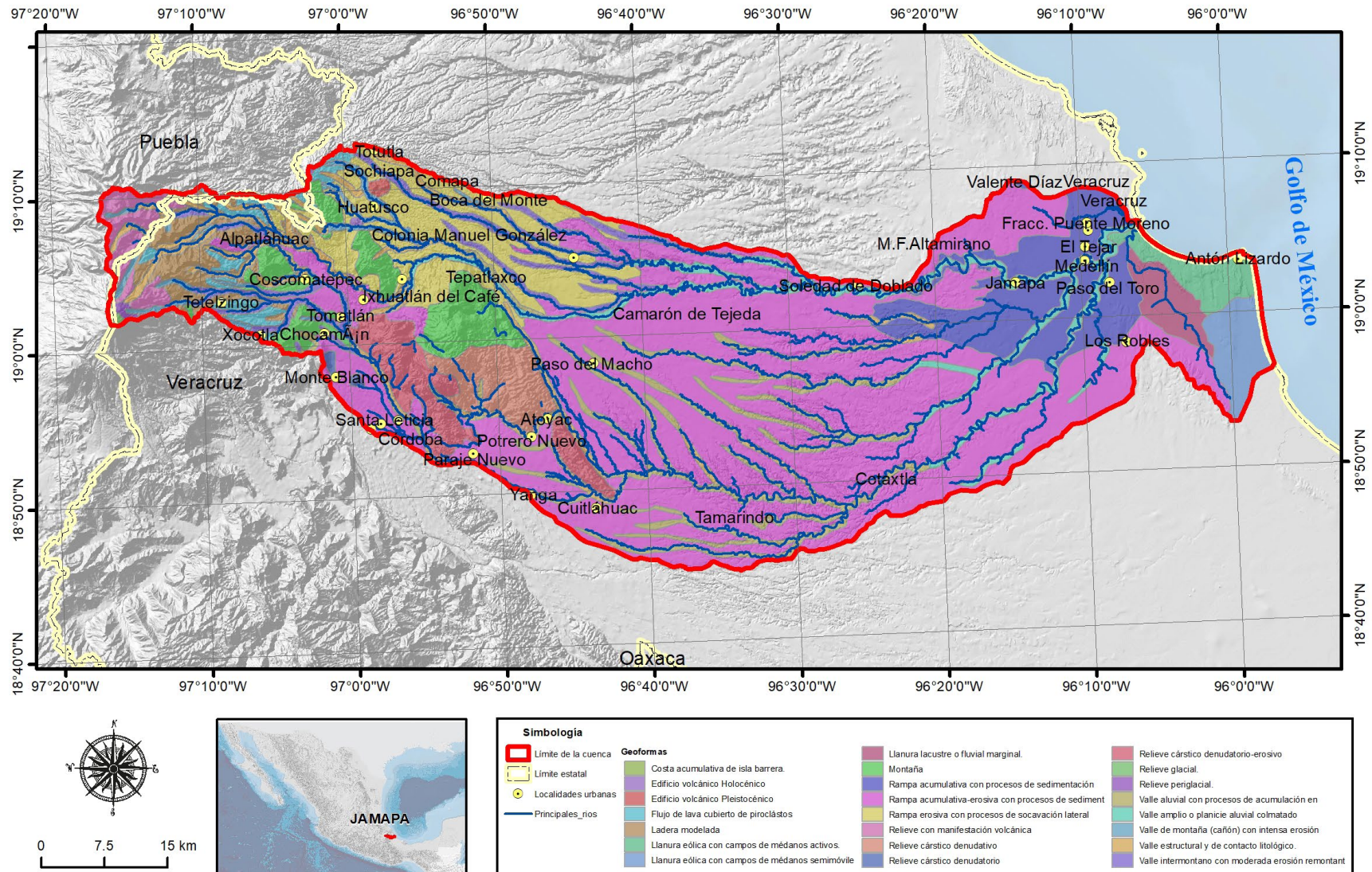
Las formas del relieve o geoformas presentes en la cuenca fueron simplificadas a partir de la Cartografía Geomorfológica de México (Ortiz, 2010), el resultado de tal simplificación comprende quince clases y se muestra en la Tabla 4, así como en el Mapa 5. La clase de rampas acumulativas representa la geoforma más extendida (algo más del 50%). A esta clase le siguen la de valles con un 19.4% seguido a cierta distancia de la clase de rampas erosivas con el 7.5%.

La clase de rampas acumulativas representa la geoforma más extendida.

Tabla 4. Geomorfología simplificada vinculada con uso de suelo y cobertura de vegetación

Geoforma	Superficie (km ²)	Superficie (%)
Rampa acumulativa	2,063	52,5
Valles	762	19,4
Rampa erosiva	294	7,5
Relieve Cárstico	223	5,7
Montaña	163	4,2
Llanura eólica con campos de médanos activos	132	3,4
Ladera modelada	88	2,2
Relieve con manifestación volcánica	62	1,6
Llanura lacustre o fluvial marginal	59	1,5
Flujo de lava cubierto de piroclastos	58	1,5
Edificio volcánico	7	0,2
Relieve periglacial	3	0,1
Costa acumulativa de isla barrera	8	0,2
Relieve glacial	4	0,1

Mapa 5. Geomorfología simplificada de la cuenca del río Jamapa.



CLIMA ACTUAL Y PROYECCIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificada por García (1964), la cuenca del río Jamapa tiene diez climas diferentes (Tabla 5). Esto se debe, entre otros factores, a la influencia de la altitud del relieve, el cual tiene un rango de 5,670 metros. Si las categorías climáticas son agrupadas por tipo de clima (Tabla 5 y Mapa 6), el más extendido en la cuenca es el cálido subhúmedo en sus tres tipos (69.1%), que predomina en las cuencas media y baja. El segundo clima es el semicálido húmedo con un 19.7% del territorio de la cuenca.

La cuenca del río Jamapa tiene diez climas diferentes.



Tabla 5. Variables climáticas y tipos de climas

	Mínima	Máxima	Promedio	Mediana	Unidad
*Precipitación acumulada anual:	655	2,821	1,468	1,445	mm
*Temperatura promedio anual:	4.96	26.41	18.55	19.18	°C

Entidades y cantidad de municipios			
Tipo	Clave García (1964)	Superficie	
		%	km ²
Frío	E(T)H	15	0.4
Semifrío subhúmedo	C(E)(w2)(w)	59	1.5
Templado húmedo	C(fm)	7	0.2
	C(m)	246	6.3
Semicálido húmedo	(A)C(fm)	303	7.7
	(A)C(m)	472	12.0
Cálido subhúmedo	Aw1(w)	1,682	42.9
	Aw0(w)	72	1.8
	Aw2(w)	954	24.3
Cálido húmedo	Am	110	2.8
Total		3,919	100

*Calculada a partir de datos para el periodo 1902-2011 de UNAM-UNIATMOS.

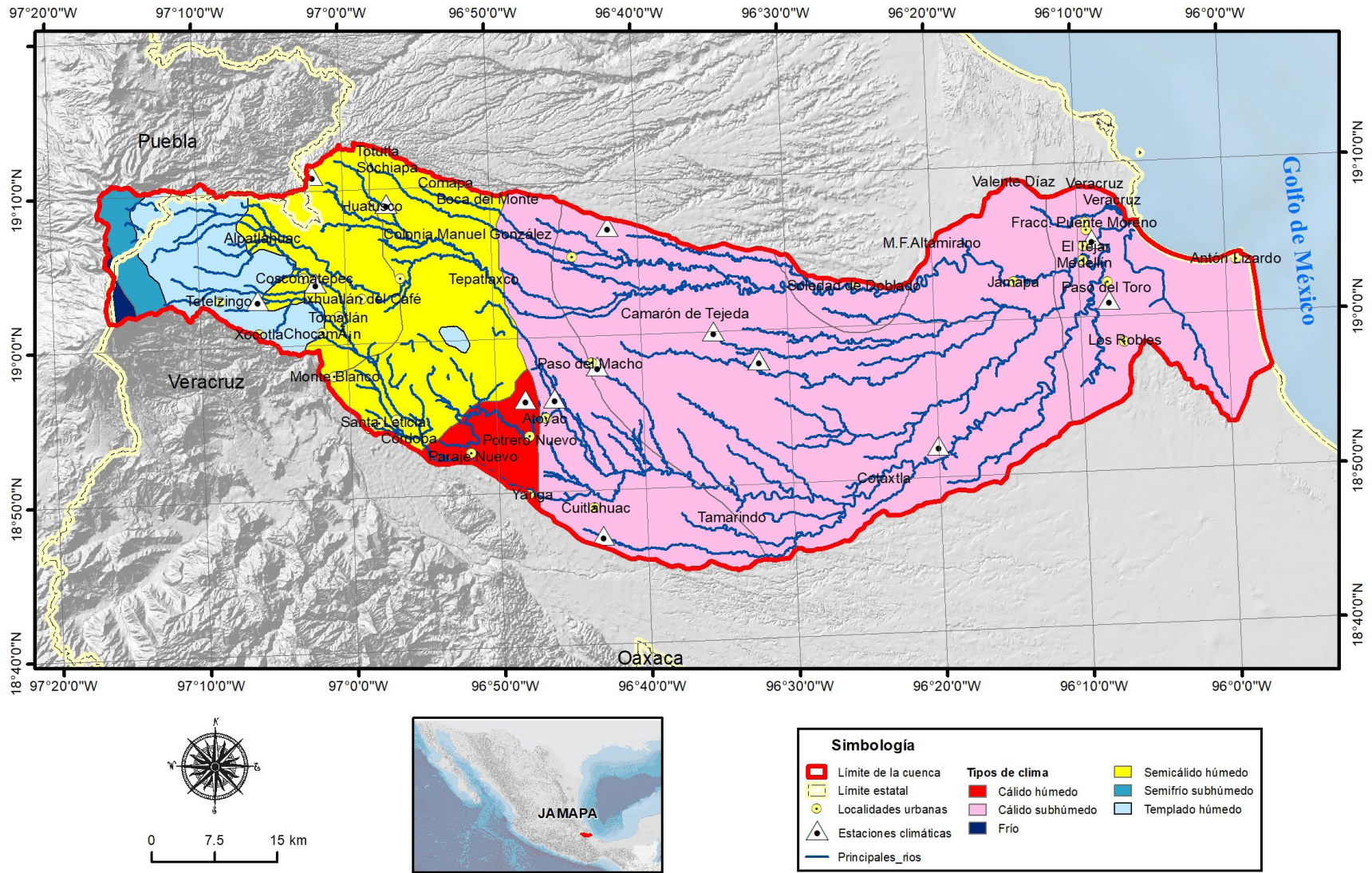
En la cuenca existen diez estaciones climatológicas operando (Tabla 6 y Mapa 6).

Tabla 6. Estaciones climatológicas.

Nombre	Municipio	Longitud (grados)	Latitud (grados)
Coscomatepec	Coscomatepec	-97.0469	19.0706
Ixhuatlán del café	Ixhuatlán del café	-96.9800	19.0504
Centro Regional Huatusco	Huatusco	-96.9497	19.1498
Cuitláhuac	Cuitláhuac	-96.7244	18.8104
Camarón de tejeda	Camarón de tejeda	-96.6145	19.0235
Soledad de Doblado	Soledad de Doblado	-96.4240	19.0452
Los Capulines	Cotaxtla	-96.2920	18.8575
El Copital	Medellín	-96.2042	18.9675
El Tejar	Medellín	-96.1576	19.0676
Paso del toro	Medellín	-96.1346	19.0392
Elotepec, Huatusco		-97,03	19
Centro Regional Huatusco		-96,95	19
Huatusco De Chicuellar		-96,95	19
El Coyal, Comapa (Cfe)		-96,70	19
El Tejar, Medellin		-96,15	19
Coscomatepec Bravo (Dge)		-97,03	19
Coscomatepec Bravo (Smn)		-97,03	19
La Posta Paso Del Toro		-96,13	19
Tetelzingo, Coscomatepec		-97,10	19
Villa Tejeda		-96,58	19
Ingenio Central Progreso		-96,53	18
Campto. I. C. Progreso		-96,53	18
Paso Del Macho		-96,72	18
San Alejo, Paso Del Macho		-96,77	18
Santa Anita, Atoyac		-96,80	18
Los Capulines, Cotaxtla		-96,33	18
Paso Nacional El Faro		-96,72	18

* Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAS).

Mapa 6. Tipos de climas en la cuenca del río Jamapa.



Las proyecciones de cambio climático son representaciones simplificadas del posible comportamiento del clima en un futuro con base en distintas parametrizaciones atmosféricas. Por tal razón dichas proyecciones no deben considerarse como pronósticos. Sin embargo, contar con información que represente el posible comportamiento futuro del clima permite plantear escenarios bajo diferentes condiciones climáticas, lo cual es de suma importancia en los procesos de planeación y toma de decisiones.

Las proyecciones de cambio climático para México son el resultado de una evaluación del desempeño regional de quince Modelos de Circulación General (MCG), los cuáles son desarrollados por centros de investigación en diferentes partes del mundo, considerando las condiciones climáticas, atmosféricas y oceánicas del planeta, con base en Trayectorias de Concentración Representativas (RCP, por sus siglas en inglés) de gases y compuestos de efecto invernadero (GEI). Estos RCP están dados bajo diferentes forzamientos radiativos: El forzamiento radiativo representa la cantidad de energía solar media absorbida por metro cuadrado de la tierra y se mide en w/m^2 . Cada MCG se desarrolla con diferentes RCP (2.6, 4.5 y 8.5 w/m^2) dónde un forzamiento de 2.6 w/m^2 representa un escenario de mitigación (reducción) de emisiones de GEI.

La evaluación del desempeño regional para México consistió en comparar los resultados de los MCG con la climatología histórica del país, mediante la aplicación de diferentes técnicas y métodos estadísticos para identificar los modelos que mejor representan las condiciones climáticas de nuestro país. Los resultados de esta evaluación forman parte del reporte de la Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático. Se coordinaron los esfuerzos del Centro de Ciencias de la Atmosfera de la Universidad Nacional Autónoma de México (CCA-UNAM), del Centro de Investigaciones Científicas y Estudios Superiores de Ensenada (CICESE), el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y el Servicio Meteorológico Nacional, a través

del “Proyecto de Inter-comparación de Modelos Acoplados, Fase 5 (CMIP5, por sus siglas en inglés)”.

Para fines de los Planes de Acción para el Manejo Integrado de Cuenca Hídricas y considerando la incertidumbre asociada a los escenarios de cambio climático se presentan tres Modelos de Circulación General con un forzamiento radiativo de 8.5 w/m^2 . Se representan así los escenarios con los cambios más drásticos esperados para un horizonte de tiempo lejano (2075-2099), con la finalidad de presentar un panorama de las peores condiciones posibles en términos de temperatura y precipitación que se pueden presentar en la cuenca.



Tabla 7. Modelos de Circulación General utilizados en los PAMIC

MCG	Instituto	País
MPI-ESM-LR	<i>Max Plank Institute for Meteorology</i>	Alemania
GFDL-CM3	<i>Geophysical Fluid Dynamics Laboratory</i>	Estados Unidos
HADGEM2-ES	<i>Met Office Hadley Center</i>	Reino Unido

A continuación se presentan las proyecciones de temperatura para la cuenca del río Jamapa. El Mapa 7a representa la temperatura observada para el periodo de 1950-2000 donde se observa una temperatura mínima media anual (TMIMA) de -0,48 °C y una temperatura máxima media anual (TMAMA) de 26.1167. En el modelo MPI se observa un incremento de la TMIMA de 4.5°C así como un incremento en la TMAMA de 4.35°C. Asimismo, en el modelo HADGEM se observa un incremento de la TMIMA de 5.4°C así como un incremento en la TMAMA de 5.3°C. Finalmente, en el modelo GFDL se observa un incremento de la TMIMA de 5.1°C así como un incremento en la TMAMA de 4.9°C. En los tres modelos se observa que los mayores incrementos de temperatura son en la parte baja de la cuenca, que corresponde a los municipios de Camarón de Tejada, Cotaxtla, Jamapa y Medellín.

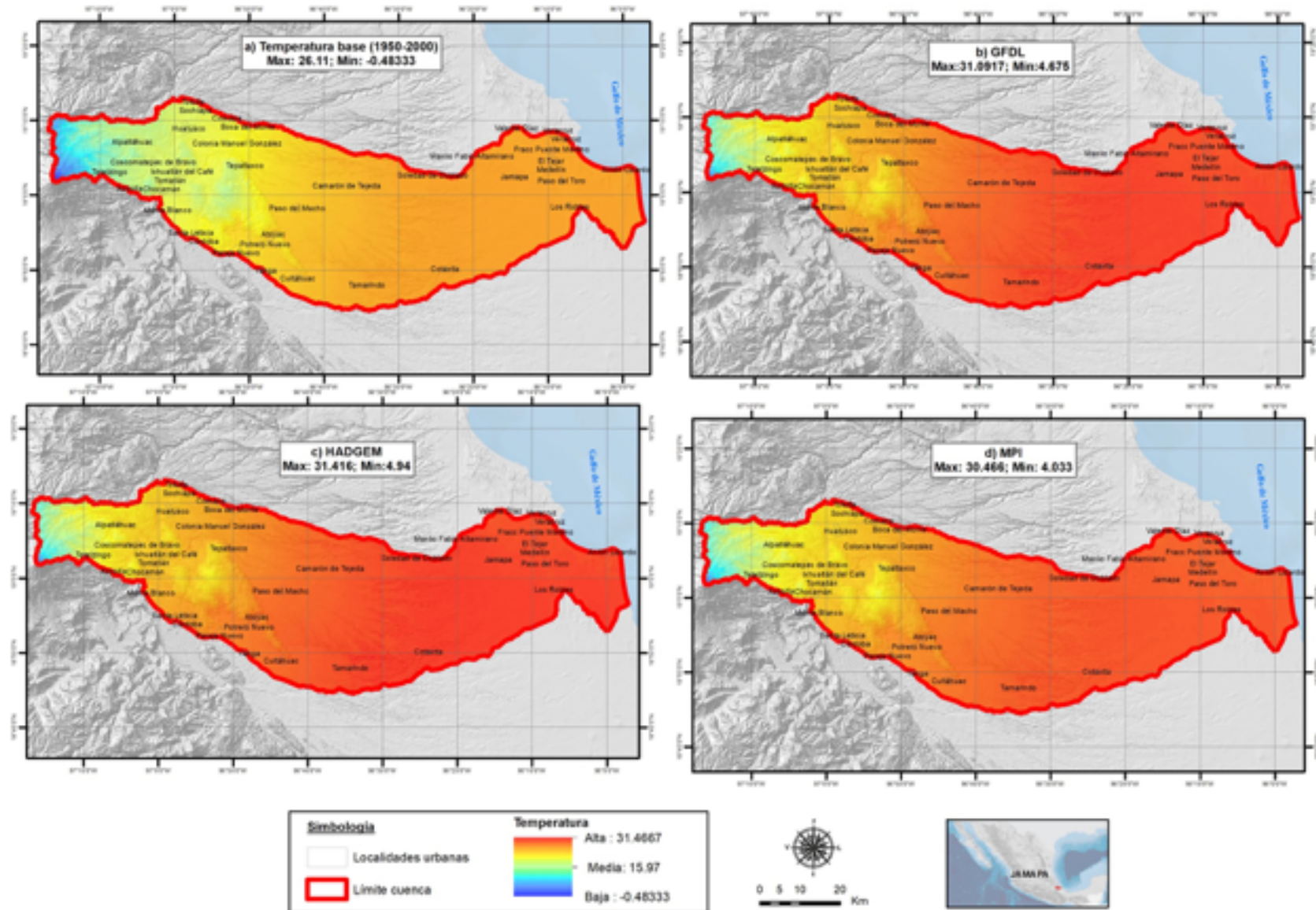
Los mayores incrementos de temperatura son en la parte baja de la cuenca.

Los siguientes mapas representan las proyecciones de precipitación para la cuenca del río Jamapa. El Mapa 8a representa la precipitación observada para el periodo de 1950-2000 donde se observa que el rango de precipitación va de los 73 a los 199 mm. El modelo MPI (Mapa 8b) proyecta un incremento de 1mm respecto a los valores mínimos y una disminución de 3 mm respecto a los valores máximos comparado con la precipitación observada. Asimismo, el

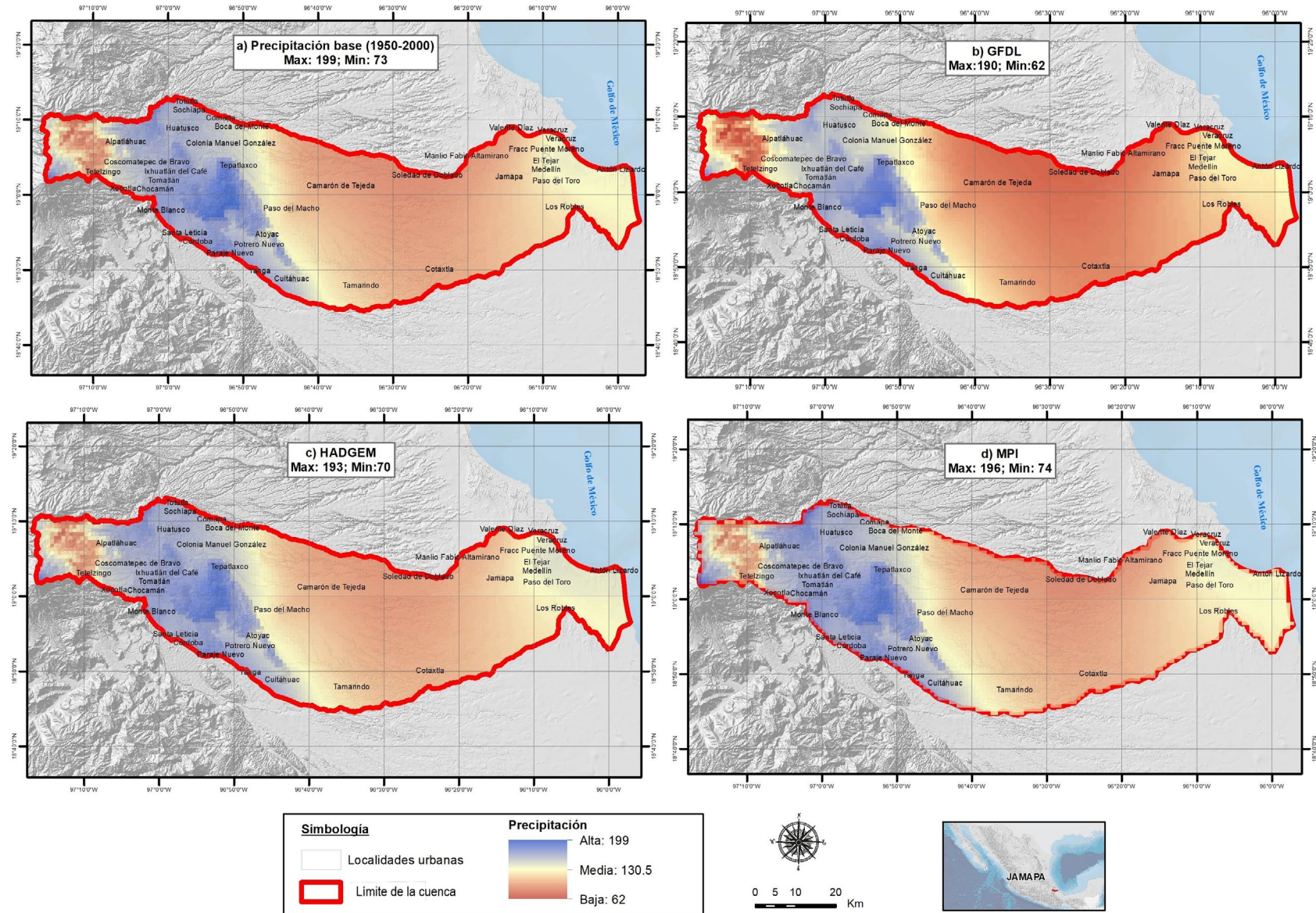
modelo HADGEM (Mapa 8c) proyecta una disminución de 3mm y de 6 mm respectivamente a los valores mínimos y máximos observados históricamente. Por último el modelo GFDL proyecta las mayores disminuciones de precipitación respecto a los valores mínimos y máximos históricos con 11 y 9 mm respectivamente. En los tres modelos se observa que los mayores cambios en los patrones de precipitación son en la cuenca baja de la cuenca, en los municipios de Jamapa, Medellín y Alvarado.



Mapa 7. Temperatura media actual y con proyecciones de cambio climático de tres Modelos de Circulación General.



Mapa 8. Precipitación media anual actual con proyecciones de cambio climático.



HIDROGRAFÍA

Parámetro hidrográficos

La cuenca del río Jamapa tiene 3,918 km² de superficie. Cuenta con 38 subcuencas, las cuales se pueden clasificar de acuerdo a la jerarquía o número de orden Horton-Strahler que corresponde al cauce principal de la subcuenca, el cual puede ser desde "1" hasta "7". En la Tabla 8 incluimos las diez subcuencas con mayor superficie, las cuales de forma conjunta representan el 65% de la superficie total de la cuenca.

La cuenca del río Jamapa tiene 3,918 km² de superficie.



Tabla 8. Parámetros hidrográficos

Área de la cuenca:	3,918 km ²	Longitud río principal:	206 km
Longitud total de cauces:	6171 km	Densidad de drenaje:	1.57 km/km ²

10 Subcuencas principales de acuerdo a la superficie				
Parámetros Hidrográficos			Superficie	
Clave	CH*	Orden HS*	km ²	%
Jam24	R-E	6	483	12,3
Jam35	E	5	304	7,8
Jam33	R-E	6	297	7,6
Jam15	E	5	271	6,9
Jam29	E	4	260	6,6
Jam37	E	4	235	6,0
Jam1	R-E	6	207	5,3
Jam17	E	5	206	5,2
Jam23	R-E	5	148	3,8
Jam38	R	6	128	3,3

*CH=Configuración Hidrográfica, E = Emisora, R – E = Receptora y Emisora, R = Receptora, Orden HS = Orden de corrientes de Horton – Strahler. Otro = canales u obras de trasvase.

Resumen de Subcuencas y Corrientes por Orden HS		
Orden máximo HS	Subcuencas	Corrientes
1	-	3,496
2	-	1,580
3	-	997
4	21	475
5	9	157
6	8	200
Otro	-	7

Nombre	Municipio	Longitud (grados)	Latitud (grados)	Altitud (msnm)
Capulines	Cotaxtla	18°51'24"	96°17'28"	18
El Tejar	Medellín de Bravo	19°4'2"	96°9'30"	10
Paso del Toro	Jamapa	19°2'30"	96°8'27"	8
Santa Anita	Atoyac	18°54'54"	96°49'18"	568

En la cuenca existen cuatro estaciones hidrométricas, una en la parte media de la cuenca a la altura del municipio de Atoyac (a 568 msnm) y tres en la parte media-baja, en los municipios de Cotaxtla, Jamapa y Medellín.

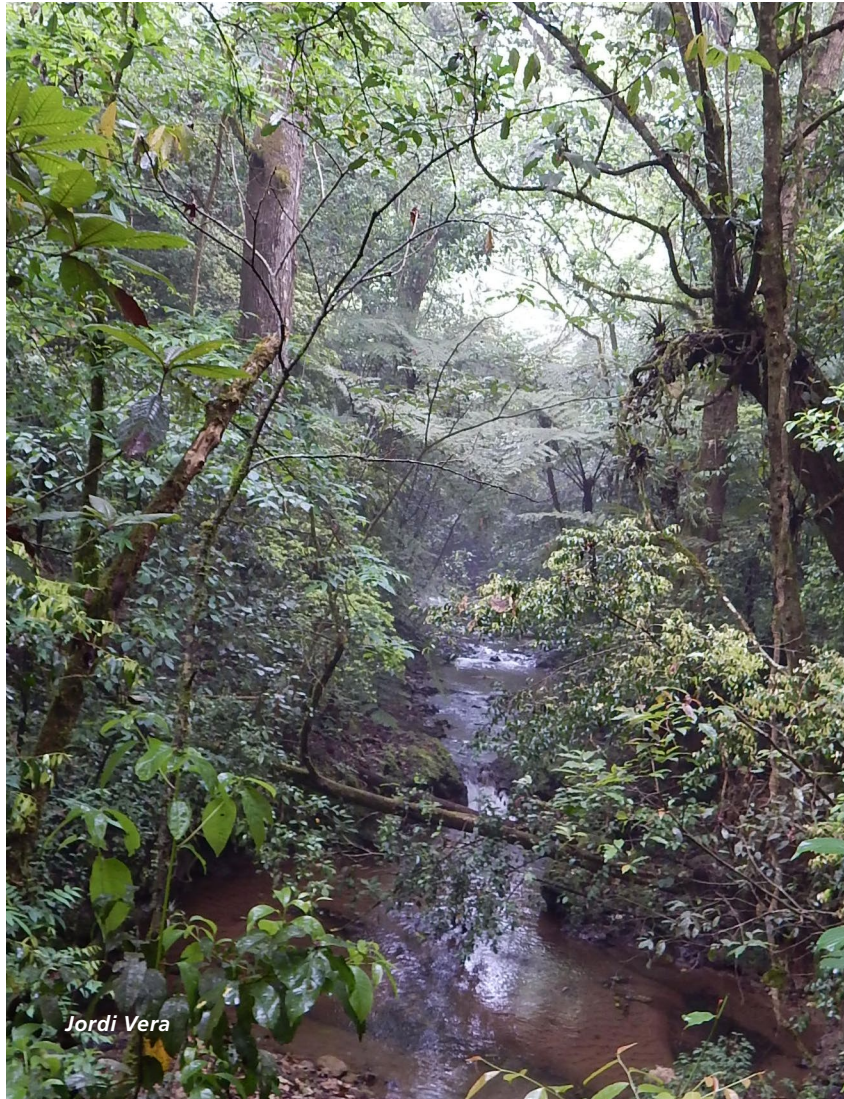
En la cuenca existen 4 estaciones hidrométricas.

Con respecto a los acuíferos ordenados por el tamaño de su superficie (Cuadro abajo y Mapa 9), el primero corresponde a Cotaxtla que representa cuatro quintas partes del territorio de la cuenca hidrológica. Casi la totalidad de este acuífero está comprendido en los límites de la cuenca. Igualmente tenemos que 14% del territorio de la cuenca hidrológica del río Jamapa coincide con los límites del acuífero costero de Veracruz.



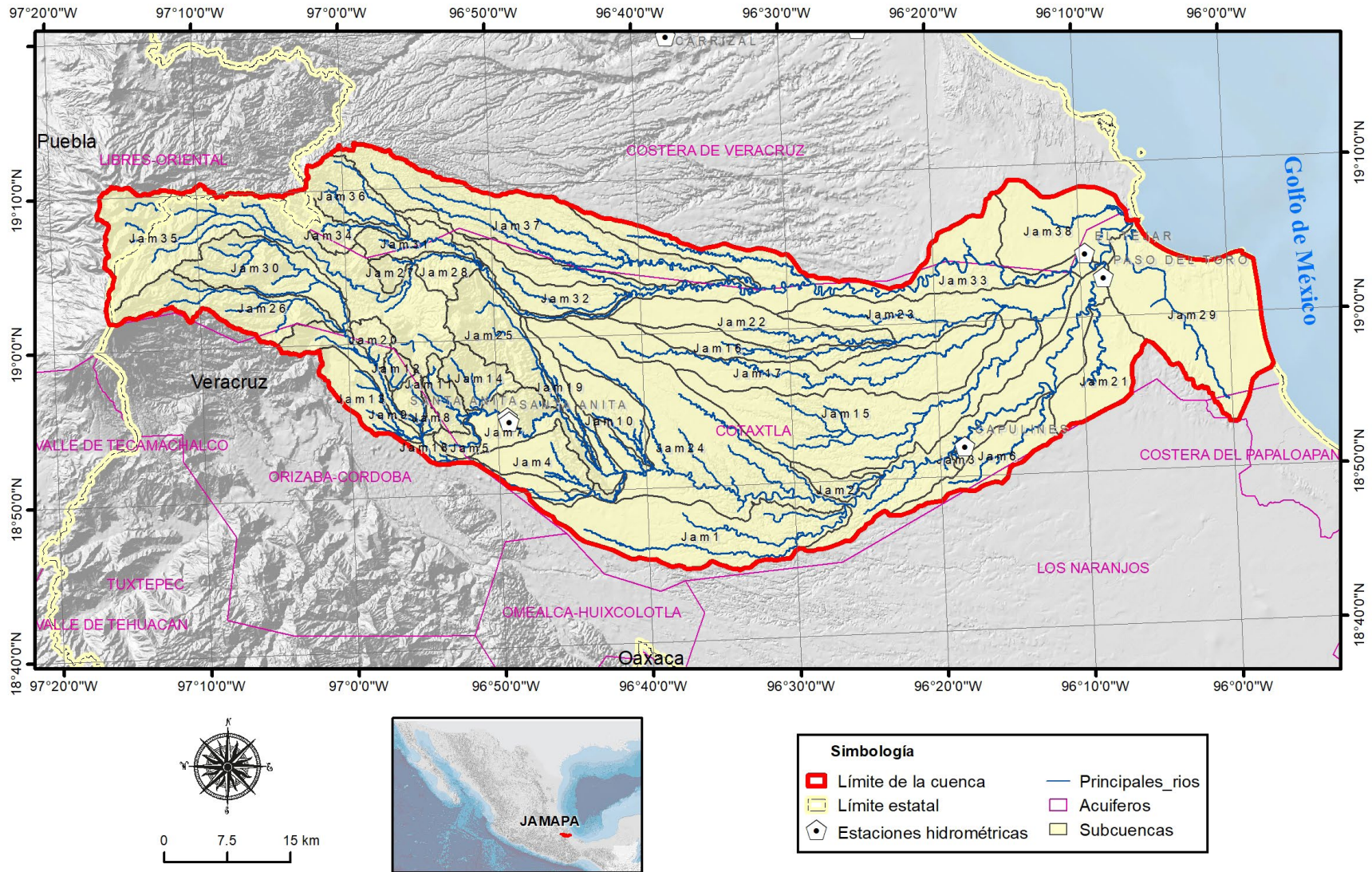
María de los Angeles León Chávez

Acuíferos		
Nombre	km ²	%
Orizaba-Córdoba	151	4
Costera de Veracruz	568	14
Costera del Papaloapan	9	<1
Cotaxtla	3,112	79
Los Naranjos	7	0
Libres-Oriental	70	<1



Jordi Vera

Mapa 9. Hidrografía en la cuenca del río Jamapa.



Configuración hidrográfica

Otro criterio de especial interés para clasificar las subcuencas es a partir de la Configuración Hidrográfica (CH), que toma en cuenta la relación espacial del flujo del drenaje superficial de una subcuenca hacia otra. En particular, si una subcuenca sólo emite agua superficial a partir de la red hidrográfica sin recibir de otra, es denominada Emisora (E). Si también recibe agua superficial del flujo aguas arriba, entonces es clasificada como Receptora-Emisora (R-E). Por otra parte, si la cuenca sólo recibe agua superficial, entonces es denominada Receptora (R). En la cuenca del río Jamapa el 67% de la superficie corresponde a subcuencas emisoras, el 29% a subcuencas receptoras-emisoras y el 3%, una sola subcuenca, a subcuencas receptoras (Tabla 9 y Mapa 10).



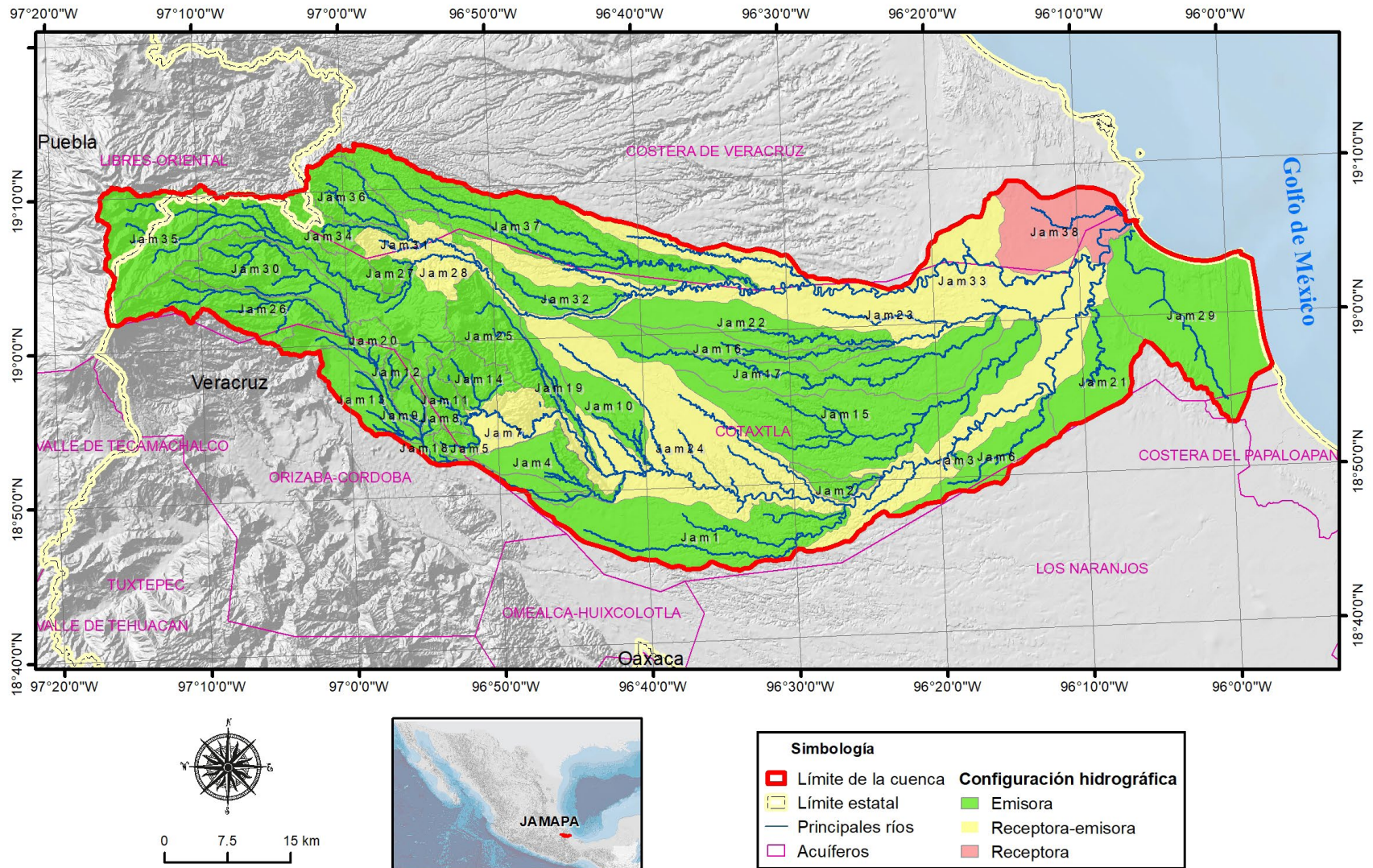
Tabla 9. Configuración de subcuencas emisoras y receptoras de agua superficial

Clase de subcuenca	Cantidad de subcuencas	Superficie	
		km ²	%
(E) Emisoras	23	2,635	67.3
(RE) Receptora – Emisora	7	1,158	29.5
(R) Receptora	1	128	3.2
Total	31	3,921	100



Isauro Cortes

Mapa 10. Configuración hidrográfica de la cuenca del río Jamapa.



SUELOS

La Tabla 10 muestra que los tipos de suelo que ocupan la mayor superficie en la cuenca son: vertisol (34%), leptosol (32%) y androsol (15%). En menor proporción se encuentran: phaeozem (9%), luvisol (5%) y otros (<5%).

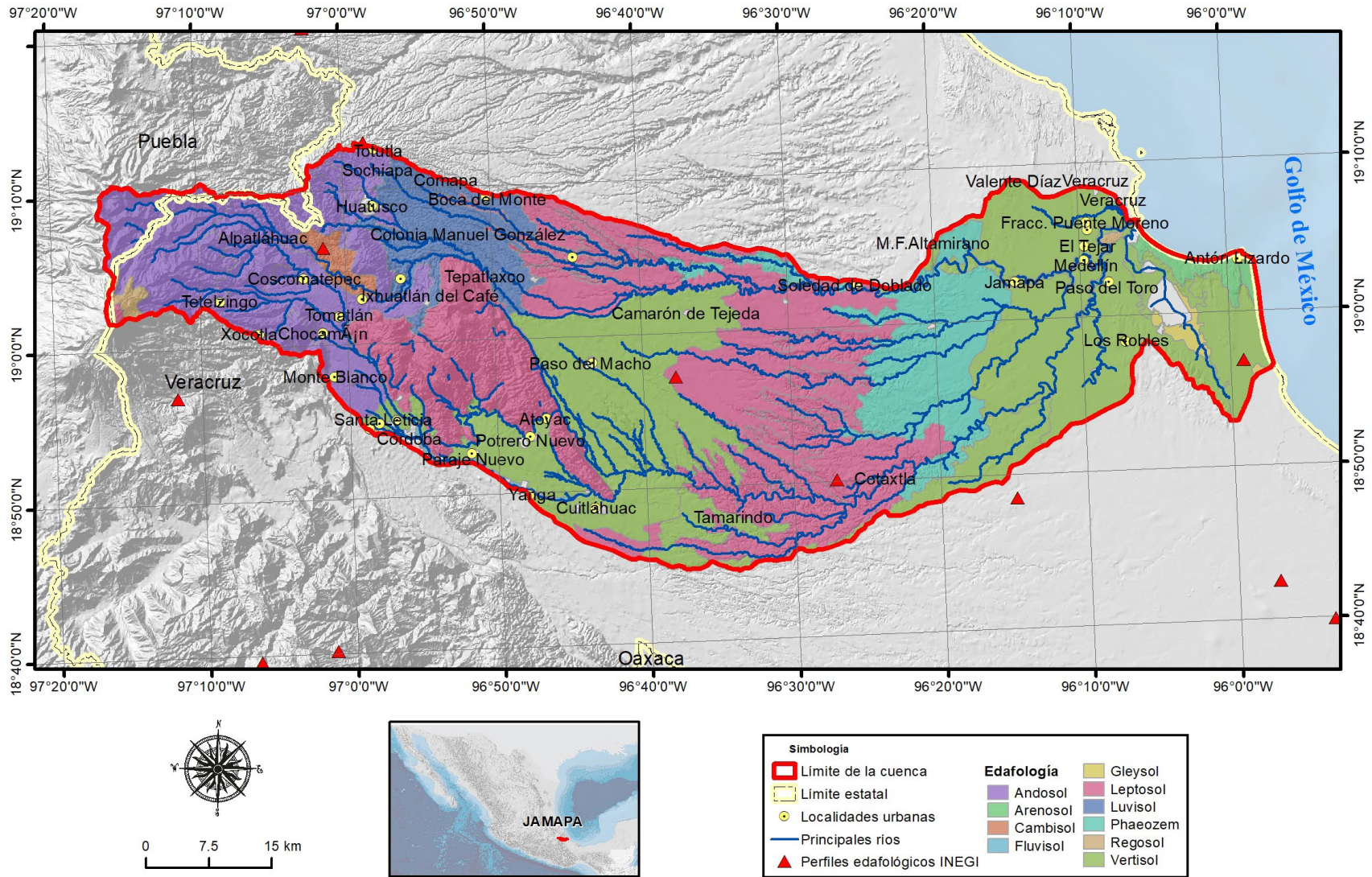
El tipo de suelo que predomina en la cuenca es el vertisol.

Un vertisol es aquel suelo, generalmente negro, en donde hay un alto contenido de arcilla expansiva que forma profundas grietas. Su textura pesada e inestable molestan al crecimiento forestal. Las tierras con vertisoles se usan generalmente para pastoreo de ganado. Se ubican en la mayor parte en la cuenca media y baja de la cuenca (Mapa 11). Con respecto a los leptosoles, son suelos muy superficiales, limitados por una roca continua y dura en los primeros 25 cm o con menos del 10% de tierra fina, y pueden estar en áreas muy erosionadas. Son poco atractivos para la agricultura y presentan una potencialidad muy limitada para cultivos arbóreos o para pastos. Se ubican en la mayor parte en la cuenca media y baja (Mapa 11).

Tabla 10. Suelos

Clave cartográfica	Grupo de suelo	Superficie	
		km ²	%
VR	Vertisol	1,344	34,3
LP	Leptosol	1,254	32,0
AN	Andosol	592	15,1
PH	Phaeozem	343	8,8
LV	Luvisol	206	5,3
AR	Arenosol	41	1,0
CM	Cambisol	33	0,8

Mapa 11. Suelos en la cuenca del río Jamapa.



VEGETACIÓN NATURAL ACTUAL Y CON PROYECCIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO

En el año 2011 la vegetación natural de la cuenca cubría aproximadamente 572 km², aproximadamente el 14.5% del territorio total de la cuenca y estaba compuesta por 19 clases diferentes de asociaciones vegetales. Entre las más extendidas se encuentra la vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (con unos 154 km²), bosque de pino (93 km²) y vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña (61 km²). Las demás clases de vegetación se pueden identificar en Tabla 11 y su distribución espacial en el Mapa 12.

En el año 2011 la vegetación natural de la cuenca cubría aproximadamente 572 km², aproximadamente el 14.5%.



Tabla 11. Vegetación natural

Tipo	Superficie serie V (2011)	
	km ²	%
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	154	3,9
Bosque de pino	93	2,4
Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña	61	1,6
Bosque mesófilo de montaña	47	1,2
Bosque de pino-encino	41	1,1
Sabanoide	23	0,6
Bosque de oyamel	21	0,5
Vegetación secundaria arbórea de selva alta subperennifolia	18	0,5
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino	17	0,4
Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	12	0,3
Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña	12	0,3
Bosque de encino	11	0,3
Pradera de alta montaña	11	0,3
Manglar	9	0,2
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	8	0,2
Vegetación de dunas costeras	7	0,2
Popal	2	0,1
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	2	0
Vegetación secundaria herbácea de bosque mesófilo de montaña	1	0,0
Total en Cuenca	572	14.5

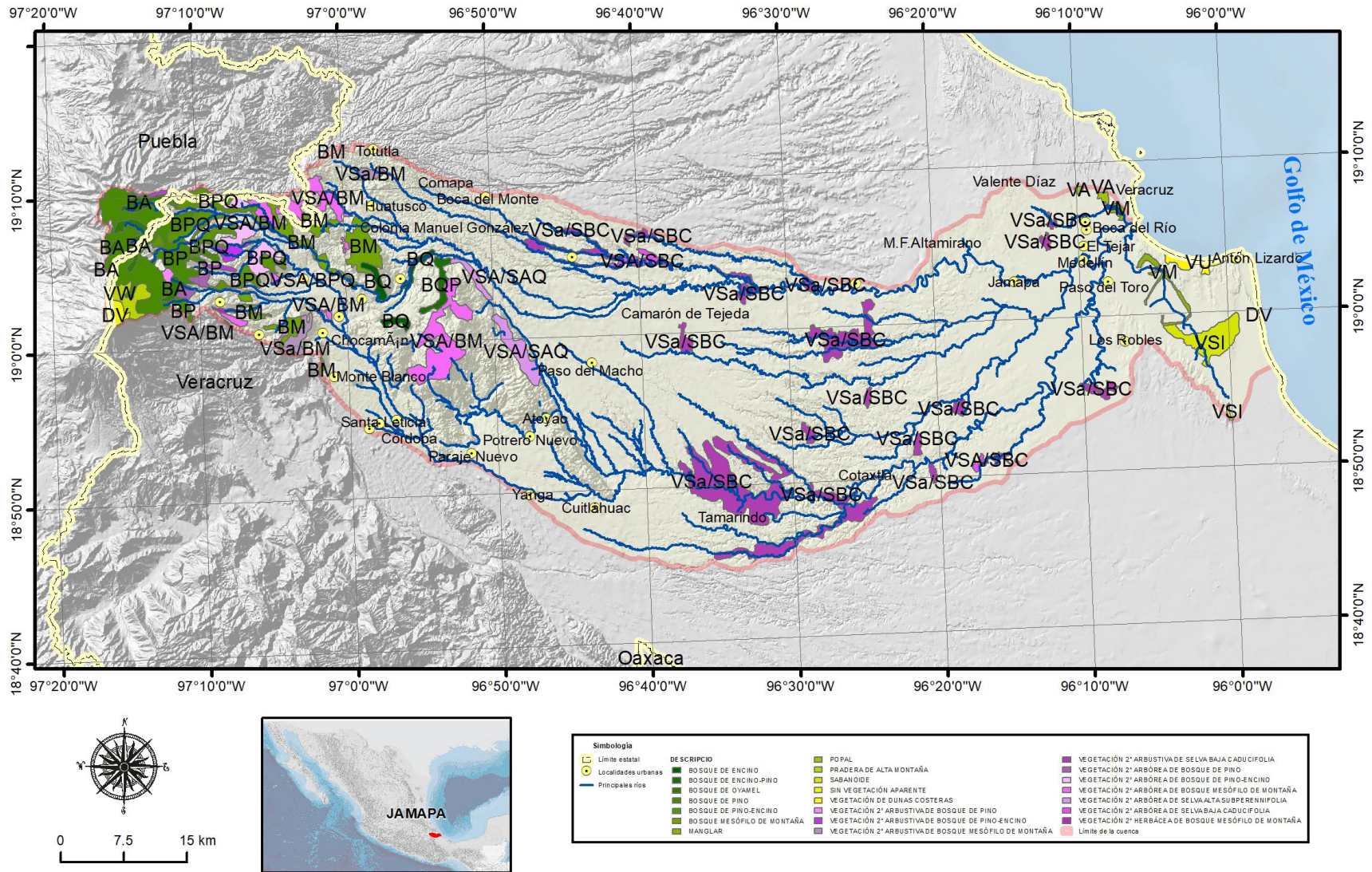
Por otra parte, en el año 2002 la cobertura de vegetación natural era de 543 km² (13.8%), para el año 2011 fue registrado un incremento de 29 km² como recuperación de vegetación natural, es decir, se registró una tasa de recuperación de 9.6 km² por año.

Cambio en superficie de cobertura de vegetación 2002 - 2011						
	Superficie				Cambio	
	km ²		%		km ²	%
	S III (2002)	S V (2011)	S III (2002)	SV (2011)		
Vegetación natural	543	572	13.8	14.5	29	0.7
Tasa de pérdida (km ² /año)					9.6	

Además, si se analiza el porcentaje de cobertura de vegetación natural por subcuenca (Mapa 13), resultan tres subcuencas en la clase con mayor cobertura, las cuales son: Jam35, la cual nace en la casa norte del Pico de Orizaba y escurre por las cabeceras municipales de Calchualco e Ixhuatlán del Café con un 61% del territorio de la cuenca con vegetación natural. Le siguen las subcuencas de Jam26, igualmente en la cuenca alta (48%), y Jam34, subcuenca algo más pequeña pero con un importante porcentaje (38%) cubierta por vegetación natural. En términos absolutos son las subcuencas de Jam35, Jam 24 y Jam 26 con 184, 67 y 48 kilómetros cuadrados respectivamente, las que albergan el mayor territorio con vegetación natural. Estas subcuencas deben ser contrastadas con los resultados de la oferta de servicios ambientales (Capítulo 3), de igual forma es importante considerarlas en relación a las propuestas de acciones de intervención y en su priorización (Capítulo 4).

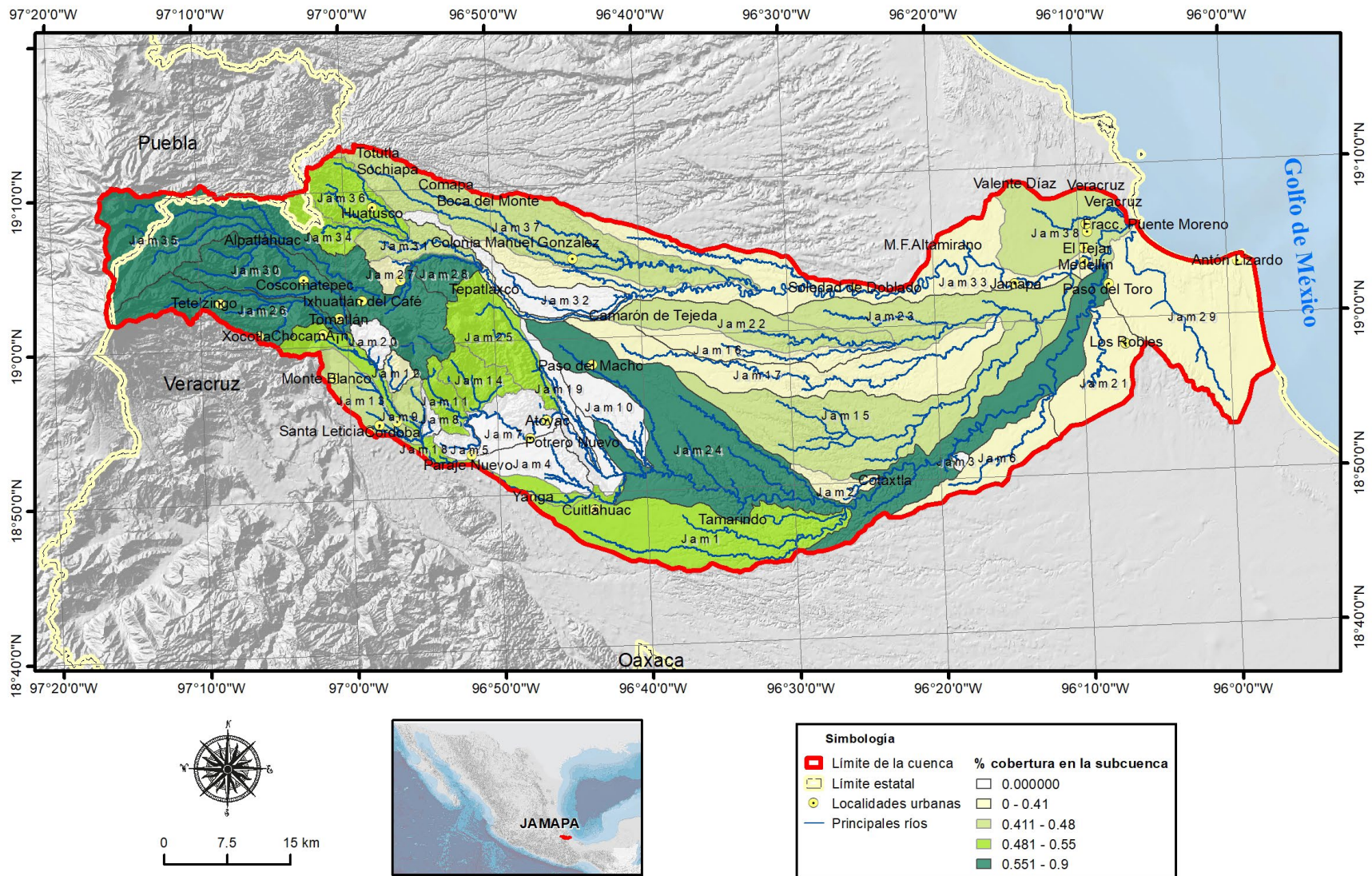


Mapa 12. Vegetación natural en la cuenca del río Jamapa.*



*De acuerdo a la serie V de la Cartografía de Uso de Suelo y Vegetación 2011. Escala 1:250,000

Mapa 13. Porcentaje de cobertura de vegetación natural por subcuenca en la cuenca del río Jamapa.



Proyecciones de cambio potencial de la vegetación natural en la cuenca bajo escenarios de cambio climático.

El objetivo de esta sección es mostrar las proyecciones de las condiciones bioclimáticas en la cuenca bajo escenarios de cambio climático y su posible impacto en la distribución de la vegetación natural. Para esto en el 2015 el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático en colaboración con el Instituto de Geografía de la UNAM, a través de la plataforma de colaboración sobre cambio climático y crecimiento verde entre Canadá y México, realizaron un estudio de los impactos del cambio climático en las zonas bioclimáticas de México.

La primera etapa del estudio consistió en caracterizar las formaciones vegetales de los principales ecosistemas del país, a través de diecinueve variables bioclimáticas y otras variables como; altitud (msnm) inclinación de la pendiente ($^{\circ}$), insolación potencial ($w/m^2/año$), tipo de suelo y tipo de sustrato geológico superficial. Para esto se utilizaron las series de vegetación y uso de suelo del INEGI y los perfiles edafológicos del inventario nacional forestal y de la carta edafológica del INEGI, con este primer ejercicio se generó un escenario base de las zonas bioclimáticas de México, que también se utilizó para calibrar el modelo.

La segunda etapa consistió en la aplicación de modelos logísticos multinominales, para incorporar las proyecciones de cambio en temperatura y patrones de precipitación (escenarios de cambio climático) a las diecinueve variables bioclimáticas. El resultado de estos modelos son mapas de probabilidad de distribución de los grupos vegetales. Posteriormente mediante técnicas geo-estadísticas se agruparon los grupos vegetales con las mayores probabilidades

de distribución para finalmente obtener los mapas de cambio potencial en la distribución de estructuras vegetales bajo diferentes escenarios de cambio climático.

Es importante considerar que estos mapas no son predicciones de los cambios en la vegetación o uso de suelo, sólo representan los grupos vegetales que se verán beneficiados para su desarrollo de acuerdo a las proyecciones de cambio climático en las zonas bioclimáticas de México. Sin embargo para fines de planeación en el marco de los PAMIC, esta información es relevante para la implementación de acciones de conservación, restauración y manejo de los recursos naturales, permitiendo identificar especies o grupos vegetales que podrán adaptarse a las condiciones proyectadas. A manera de ejemplo esto permitirá seleccionar las especies que tendrían mayor probabilidad de sobrevivencia en acciones como reforestación o rehabilitación de ecosistemas.

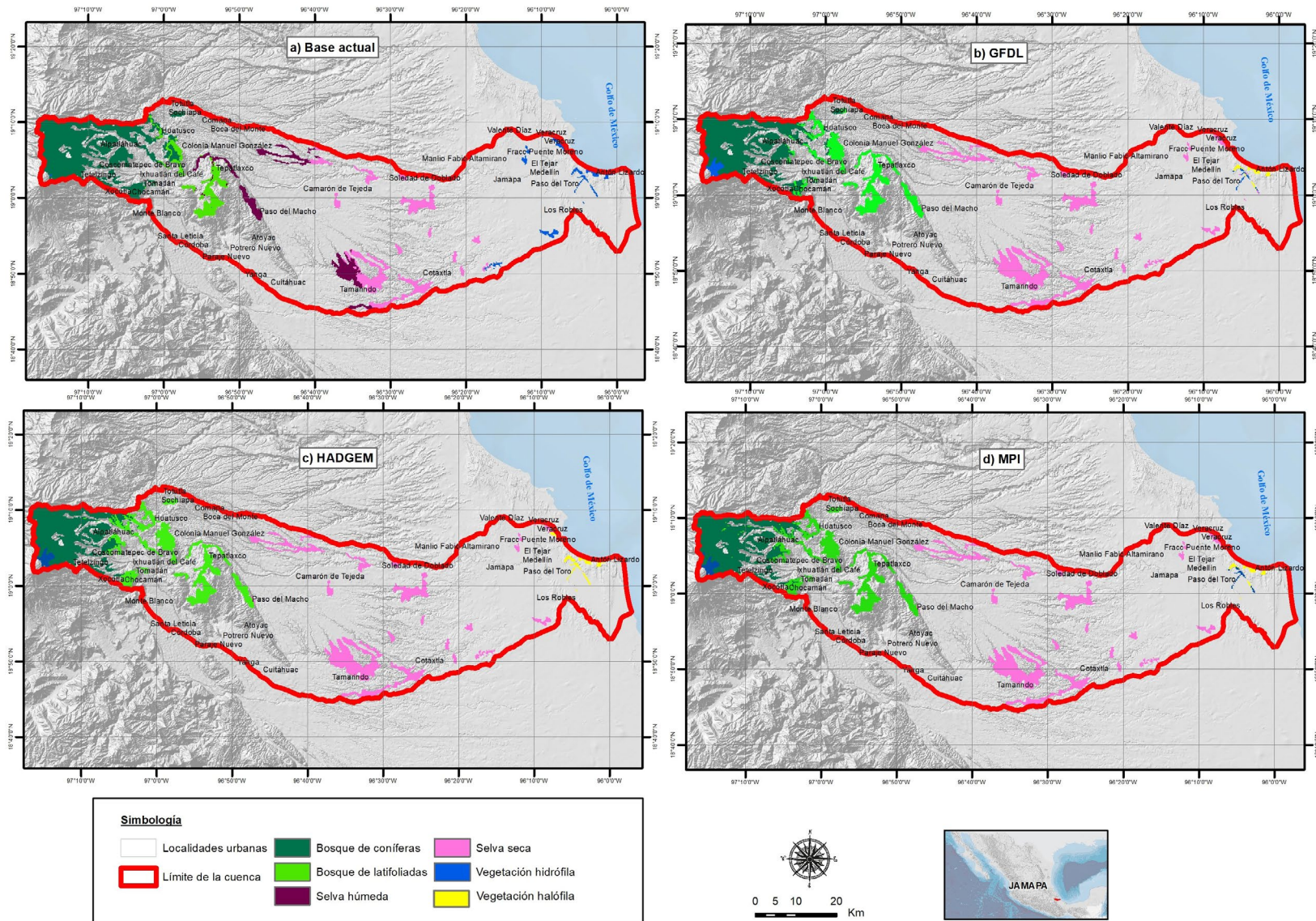
Para conocer las tendencias de la vegetación natural en el contexto del cambio climático, fueron analizados los cambios que sufriría dicha vegetación bajo diversos escenarios. La cobertura actual de la vegetación natural (Mapa 11) fue simplificada a menor cantidad de clases (Mapa 14a) y esta fue modelada bajo tres diferentes escenarios de cambio climático: el llamado MPI-ESM (Mapa 14b), el GFDL (Mapa 14c) y el HADGEM (Mapa 14d); con un forzamiento radiativo de 8.5 w/m^2 (escenario pesimista) y un horizonte de tiempo 2075-2099 (Sánchez-Colón, *et al.*, 2016). La superficie de vegetación natural actual o línea base (Mapa 14a) fue contrastada con la correspondiente a cada a escenario (Mapa 14b, Mapa 14c y Mapa 14d), para lo cual fue realizado un análisis de cambios con datos en formato ráster y como síntesis fue creada una matriz de cambios (Tabla 12).

¹Modelo desarrollado por el Instituto Max Planck para la meteorología (<http://www.mpimet.mpg.de/en/science/models/mpi-esm/>)

²Modelo desarrollado por el laboratorio geofísico de dinámica de fluidos (GFDL- Geophysical Fluid Dynamics Laboratory) de la Universidad de Princeton. Más información ver: <https://www.gfdl.noaa.gov/climate-modeling/>

³Modelo desarrollado por el Servicio meteorológico del gobierno del Reino Unido en el marco del 4to reporte de evaluación del IPCC (2007). Más información ver: <http://www.metoffice.gov.uk/research/modelling-systems/unified-model/climate-models>

Mapa 14. Cobertura de la vegetación natural actual y en el contexto del cambio climático en la cuenca del río Jamapa bajo diversos escenarios.



Los resultados indican los cambios en las condiciones bioclimáticas que podrían impactar la distribución actual de los grupos de vegetación natural. En la parte alta de la cuenca, el grupo vegetal que potencialmente se vería más impactado en su distribución, son los bosques de coníferas, disminuyendo entre 16 y 26% con respecto a la superficie actual. En la cuenca media las selvas húmedas son el grupo vegetal más impactado en las condiciones bioclimáticas óptimas para su desarrollo, ya que estas condiciones desaparecerían beneficiando las condiciones para el desarrollo de selvas secas. En la parte baja de la cuenca se proyecta que las condiciones para el desarrollo vegetación halófila se verían beneficiadas, reemplazando parcialmente a la vegetación hidrófila.

En la parte alta de la cuenca, el grupo vegetal que potencialmente se vería más impactado en su distribución, son los bosques de coníferas.



Jordi Vera

Tabla 12. Cambio de la vegetación natural actual en comparación con tres proyecciones de cambio climático para el horizonte 2075-2099.

Estructuras vegetales actuales						
Modelo de Circulación General	Cambió a	Bosque de coníferas (27450 ha.)	Bosque de latifoliadas (5725 ha.)	Selva húmeda (7118 ha.)	Selva seca (10993 ha.)	Vegetación hidrófila (2475 ha.)
GFDL	Bosque de coníferas	84				
HADGEM		72				
MPI_ESM		74				
GFDL	Bosque de latifoliadas	12	100	34.5		
HADGEM		24	100	33.5		
MPI_ESM		22	100	33.7		
GFDL	Selva húmeda					
HADGEM						
MPI_ESM						
GFDL	Selva seca			65.5	100	58.3
HADGEM				66.5	100	48
MPI_ESM				66.3	100	56
GFDL	Vegetación hidrófila	4.5				10.6
HADGEM		4.5				0.8.
MPI_ESM		4.5				13.6
GFDL	Vegetación halófila					31
HADGEM						51
MPI_ESM						30

USO DE SUELO

El uso de suelo comprende acciones, actividades e intervenciones que efectúa la sociedad sobre el terreno con el propósito de producir y generar valor, esto implica transformar los lugares en espacio social y productivo. El medio natural es modificado a través de procesos de gestión, planeación e inversión, para dar soporte a actividades productivas, bienestar social y asentamientos humanos. De esta manera, los ecosistemas naturales se convierten en ambientes transformados, tales como: campos de cultivo, pastizales cultivados, bosques cultivados, estanques acuícolas, represas, poblados y ciudades. Describir el uso de suelo de una cuenca permite conocer el espacio creado por el desarrollo de sus actividades económicas vinculadas al bienestar social en ese territorio. El uso de suelo es así un indicador directo de la importancia de tales actividades.

Como se mencionó anteriormente el 14.5% de la cuenca presenta cobertura de vegetación natural. En consecuencia, el 85.5% de su superficie corresponde a ambientes que han sido transformados o modificados de alguna forma (Tabla 13). La categoría de uso de suelo más extendida es la agrícola, con 2,250 km² y el 57% de la superficie total de la cuenca, seguida por el uso de suelo pecuario al que se le destinan 1,030 km² y algo más de una cuarta parte de la superficie de la cuenca. En menor proporción se encuentran las zonas urbanas y asentamientos humanos en general (1.2%), así como los cuerpos de agua (0.6).

2,250 km²

la categoría de uso de suelo más extendida es la agrícola.

57%

de la superficie total de la cuenca es de uso agrícola.



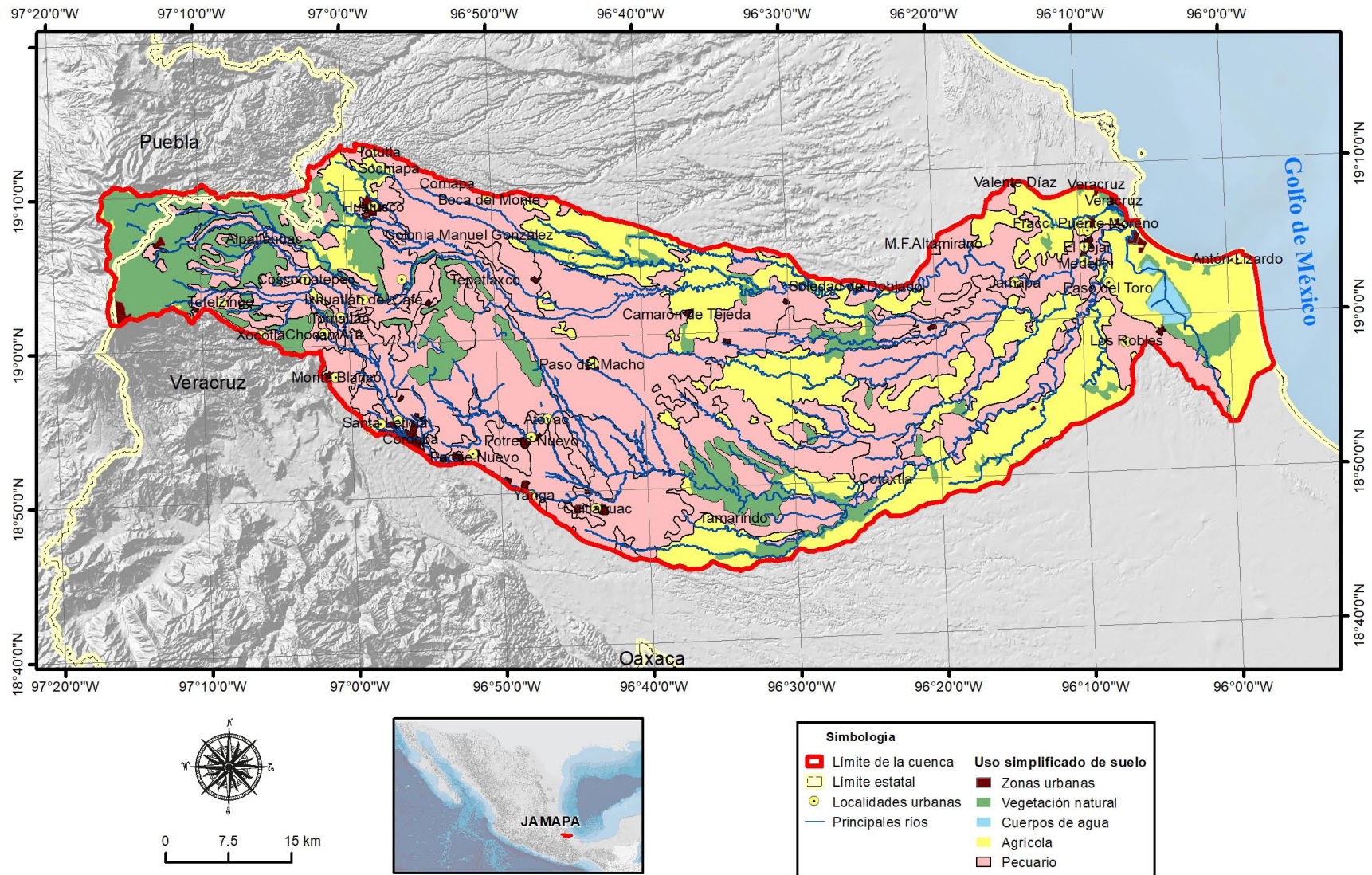
Tabla 13. Uso de suelo

Tipo	Superficie serie V (2011)	
	km ²	%
Cuerpo de agua	23	0,6
Urbano y de asentamientos humanos	46	1,2
Agrícola	2,249	57,4
Pecuario	1,030	26,3
Vegetación natural	572	14,6
Total	3,921	100

La distribución de estos usos de suelo es mostrada en el Mapa 15. En general, el uso de suelo agrícola está localizado en la parte inferior de la cuenca alta, en la totalidad de la parte media e intercalado en la cuenca baja. El uso de suelo pecuario se concentra en la cuenca baja y en la última parte de la cuenca media. Para la definición de actividades de intervención en el territorio, en el marco del manejo integrado de cuencas, resulta importante consultar el uso de suelo (Mapa 15), contrastarlo con los suelos (Mapa 11) y con la superficie ejidal (Mapa 19).



Mapa 15. Uso simplificado del suelo en la cuenca del río Jamapa.



CAMBIO DE USO DE SUELO Y COBERTURA DE SUELO

Este apartado integra las superficies de vegetación natural (Sección 2.3.5) con las categorías de uso de suelo (Sección 2.3.6), el propósito es conocer su dinámica espacio-temporal para el periodo 2002-2011. Aunque son pocos años analizados, este ejercicio permite identificar la ubicación de áreas más dinámicas, tendencias, patrones y tasas de cambio.

El uso de suelo más dinámico fue la cobertura de vegetación natural que incrementó un 0.7%, seguido del uso agro-pecuario y urbano que aumentaron en 8 km², un 0.02% del total del territorio de la cuenca (Tabla 14).

Tabla 14. Cambio de uso de suelo 2002 – 2011 *

Clase / Tipo de uso o cobertura del suelo	Superficie				Cambio	
	km ²		%		km ²	%
	S III (2002)	S V (2011)	S III (2002)	S V (2011)		
Cuerpo de Agua	22	23	0,56	0,6	0.56	0.01
Urbano	38	46	1	1,2	8	0.2
Agrícola	3,271*	2,249	83%	57,4	8	0.2
Pecuario		1,030		26,3		
Vegetación natural	543	572	13.8	14,6	29	0.7

*En la serie 3 no se desagregó el uso agrícola y pecuario habiendo el uso de suelo IAPF

CARACTERIZACIÓN POBLACIONAL DE LA CUENCA

CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN

La cuenca del río Jamapa tiene al menos 521,661 habitantes según el último Censo de Población y Vivienda disponible de INEGI (2010). Esta población total se obtuvo de sumar todas las localidades urbanas y rurales en la cuenca, sin embargo hay algunas localidades que quedan parcialmente incluidas en la cuenca y no se asignaron a la misma. Su inclusión poblacional ameritaría un trabajo a nivel de colonia (sobre todo el caso de Córdoba pero también de parte de Veracruz y Boca del Río).

Las principales localidades urbanas de la cuenca son Huatusco (con unos 31 mil habitantes), Coscomatepec y Potrero Nuevo (estas dos con unos 15 mil habitantes cada una). En total la cuenca cuenta con 29 localidades urbanas y más de mil seiscientas localidades rurales.

Para caracterizar a la población fueron seleccionados nueve indicadores con valor absoluto, extraídos del Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI, los cuales son reportados para toda la cuenca y para las diez subcuencas más pobladas (Tabla 15). A partir de estos indicadores censales, fueron derivados siete indicadores en porcentaje, así como el índice socio-económico de la población (ISEP), el cual integra la información provista por los primeros (Tabla 16).

En total la cuenca cuenta con 29 localidades urbanas y 521 mil personas en 29 localidades urbanas.

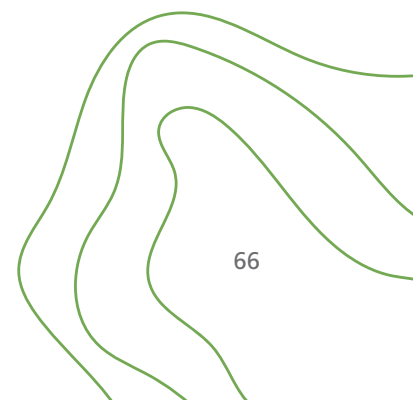


Tabla 15. Indicadores censales de población con valores absolutos (2010) en la cuenca y principales subcuencas

Nombre	Pob.*	% Pob cuenca	M*	F*	Infantil (<15)*	Mayor (>60)*	Ind >3*	PEA*	PCSS*	ΣGPE*
Jam38	45.700	8,8	21.887	23.703	12.934	2.864	1	20.344	30.472	7,5
Jam13	39.907	7,6	18.973	20.930	11.436	3.543	3	15.864	23.726	7,7
Jam33	37.471	7,2	18.397	19.024	10.145	4.199	0	14.742	21.396	5,6
Jam30	35.836	6,9	17.320	18.479	11.922	3.318	2	13.263	11.541	4,4
Jam36	35.760	6,9	16.858	18.856	10.796	3.079	0	14.974	18.000	5,4
Jam1	34.562	6,6	16.451	17.985	9.974	3.468	0	12.546	20.703	5,1
Jam35	33.995	6,5	16.783	17.171	12.637	2.901	0	10.788	11.534	4,4
Jam24	32.531	6,2	15.821	16.537	9.424	3.341	0	12.067	21.316	5,1
Jam18	28.588	5,5	13.761	14.781	8.237	2.923	1	11.141	13.145	6,3
Jam29	25.235	4,8	12.301	12.674	7.181	2.484	0	9.855	14.695	7,8
Total	521.661	100	253.027	267.086	159,348	49,487	13	195.943	275.747	5,52

*Notas: Nombre = subcuenca o cuenca completa, Pob: Población, %Pob = porcentaje de población total, M = población masculina, F = población femenina, Ind >3 = población mayor a 3 años que habla lengua indígena, Infantil <15 = población infantil menor a 15 años de edad, Mayor >60 = población de 60 años de edad y más, PEA = población económicamente activa, PCSS = población derechohabiente a seguridad social, ΣGPE = suma del grado promedio de estudios, representa la suma del promedio de grados escolares aprobados por las personas de 15 años y más.

Tabla 16. Indicadores relativos para caracterizar la población en la cuenca y principales subcuencas

Nombre	%DEdad*	% Ind >3*	%DEco*	%NDSS*	%IGPE*	DPEs*	ISEP*
Jam38	35	0,002	55	33	25	45	32,2
Jam13	38	0,008	60	41	23	100	43,5
Jam33	38	0	61	43	44	14	33,3
Jam30	43	0,006	63	68	56	44	45,4
Jam36	39	0	58	50	46	77	45,1
Jam1	39	0	64	40	49	20	35,2
Jam35	46	0	68	66	56	12	41,3
Jam24	39	0	63	34	49	6	32,0
Jam18	39	0,003	61	54	37	45	39,4
Jam29	38	0	61	42	22	10	28,9
Total cuenca	40	0,002	62	47	45	45	40

%Ind >3 = porcentaje estandarizado de población mayor a 3 años que habla lengua indígena y no habla español en relación al mismo grupo de población.

%DEco = porcentaje de población con dependencia económica $((\text{Pob-PEA}) \times 100) / \text{Pob}$.

%DEdad = porcentaje de población dependiente por edad comprende niños menores de 15 años y adultos de tercera edad, de 60 y más años, ambos grupos resultan también más sensibles a las enfermedades.

%NDSS = porcentaje de población no derechohabiente a seguridad social $((\text{Pob-PCSS}) \times 100) / \text{Pob}$.

%IGPE = inverso del grado promedio de estudios aprobados por las personas de 15 años y más.

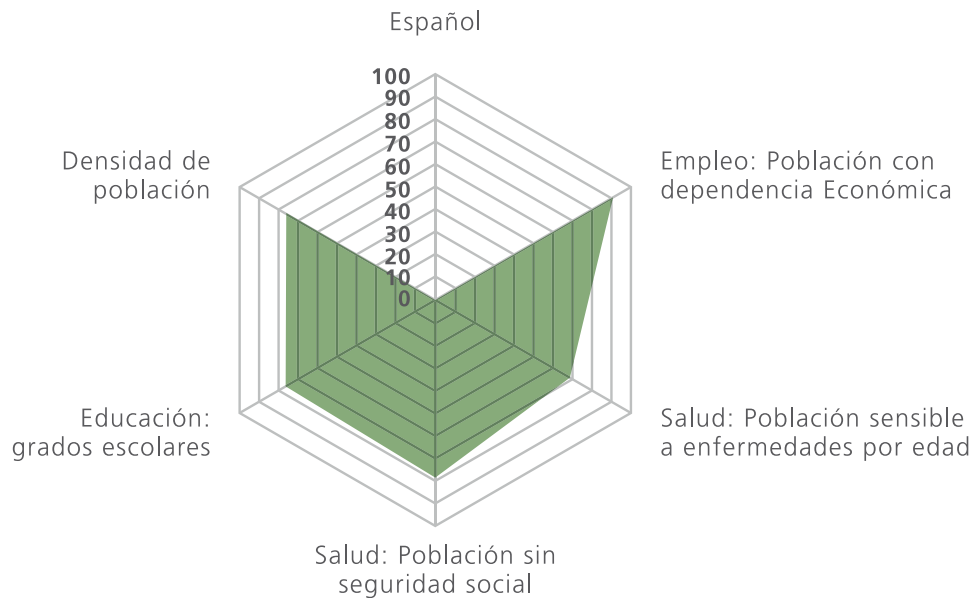
%DPEs = densidad de población estandarizada con respecto al valor máximo de cada cuenca.

ISEP = índice socioeconómico de la población $((\% \text{Ind} > 2 + \% \text{DEco} + \% \text{DEdad} + \% \text{NDSS} + \% \text{IGPE} + \text{DPEs}) / 6)$. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI.

El ISEP puede tener valores de 0 a 100. Entre más alto sea el valor para el ISEP, mayor dependencia socioeconómica tendrá su población. El resultado del ISEP para toda la cuenca fue de 40 y corresponde a un valor medio. El indicador de población indígena que no habla español resultó ser el más bajo, y por otra parte, densidad de población así como población con dependencia económica fueron los más altos (Figura 3).

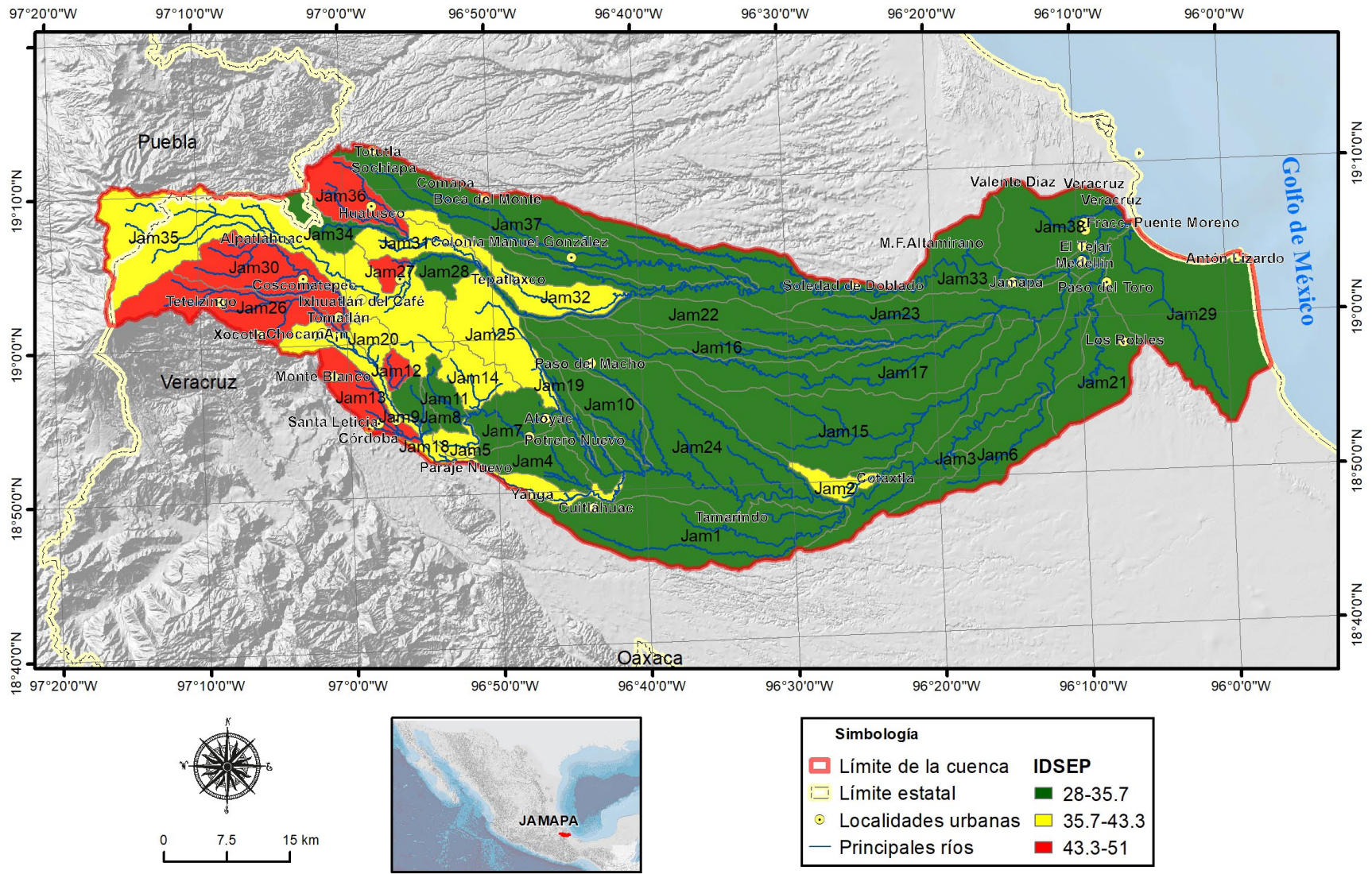


Figura 3. Variables consideradas en el Índice Socio-Económico de la Población de la cuenca del río Jamapa.



Con respecto a las subcuencas, en la parte central de la cuenca alta, la subcuenca Jam11 registró el menor valor del índice socio-económico (28). Las subcuencas con valores de este índice mayores a la media de la cuenca, es decir mayores a 40, las encontramos cerca de las 3 principales zonas urbanas de la cuenca alta (Huatusco, Coscomatepec y Córdoba). Las subcuencas de la parte media y baja de la cuenca presentan valores bajos para este índice (Mapa 16).

Mapa 16. Caracterización de la población de la cuenca del río Jamapa a partir del Índice Socio-Económico de su Población.



LOCALIDADES URBANAS Y RURALES

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, las localidades que conformaban la cuenca eran 1,692, de las cuales 29 eran urbanas (con más de 2,500 habitantes) y 1,663 rurales. La población total de la cuenca era de 521,661 habitantes, de los cuales 234,260 (44.9%) vivían en localidades urbanas y 287,401 (55.1%) vivían en localidades rurales. Como se mencionaba anteriormente, la población que habita en la cuenca es en realidad mayor, pues en este cálculo no se incluyeron las colonias de las ciudades de Córdoba, y unas pocas de Boca del Río y parte de Veracruz que forman parte del territorio de la cuenca.



Tabla 17. Localidades y dispersión rural en la cuenca

	Ambiente*				Total 2010			
	Rural 2010		Urbano 2010					
		V.A.	V.R.%	V.A.	V.R.%	V.A.	V.R.%	
Localidades	Lr	1,663	98.25	29	1.75	Tl	1,692	100
Población	Pr	287,401	55.1	234,260	44.9	Pt	521,661	100

*De acuerdo con el INEGI una localidad es urbana si tiene más de 2,500 habitantes, o si es cabecera municipal aun con menos habitantes. V.A. = valor absoluto. V.R. = valor relativo. Lr = localidad rural, Pr = población rural, Pu = población urbana, Pt = población total, Tl = Total de localidades. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.



María de los Ángeles León Chávez

Mapa 17. Localidades rurales y urbanas en la cuenca del río Jamapa.

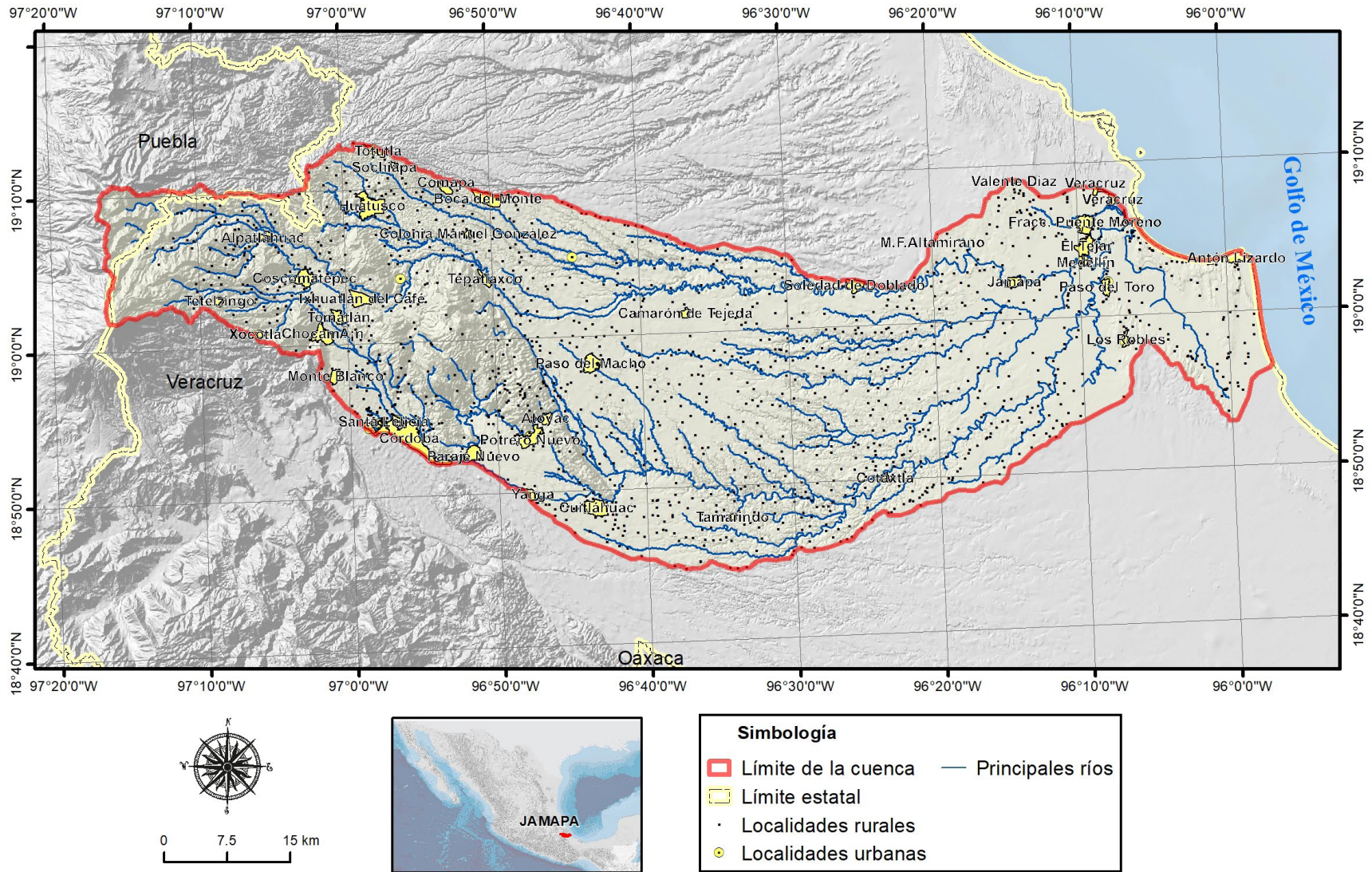


Tabla 18. Población rural y urbana por subcuenca 2010

Clave subcuenca	Población rural (Pr)		Población urbana (Pu)		Población total (Pt)	Localidades rurales (Lr)
	V.A.	V.R.%	V.A.	V.R.%		
Jam1	20.923	61	13.651	39	34.562	119
Jam2	934	100	0	0	934	9
Jam3	191	100	0	0	191	3
Jam4	5.079	100	0	0	5.077	15
Jam5	2.467	36	4.465	64	6.931	5
Jam6	2.816	100	0	0	2.814	34
Jam7	4.589	21	17.042	79	21.625	55
Jam8	974	101	0	0	969	12
Jam9	5.460	100	0	0	5.460	9
Jam10	2.396	100	0	0	2.391	17
Jam11	1.001	100	0	0	1.001	3
Jam12	1.491	100	0	0	1.490	8
Jam13	14.865	37	25.044	63	39.907	48
Jam14	2.680	100	0	0	2.680	21
Jam15	7.466	100	0	0	7.459	94
Jam16	1.280	100	0	0	1.277	20
Jam17	5.165	100	0	0	5.156	78
Jam18	12.272	43	16.325	57	28.588	47
Jam19	2.582	100	0	0	2.580	20
Jam20	2.887	100	0	0	2.887	9
Jam21	1.891	38	3.119	62	5.004	33
Jam22	5.240	100	0	0	5.235	38
Jam23	6.354	100	0	0	6.343	61
Jam24	19.136	59	13.413	41	32.531	182
Jam25	11.747	100	0	0	11.741	40
Jam26	11.876	50	11.773	50	23.648	24

Clave subcuenca	Población rural (Pr)		Población urbana (Pu)		Población total (Pt)	Localidades rurales (Lr)
	V.A.	V.R.%	V.A.	V.R.%		
Jam27	715	21	2.734	79	3.449	2
Jam28	2.984	100	0	0	2.984	8
Jam29	14.078	56	11.200	44	25.235	156
Jam30	16.238	45	19.600	55	35.836	60
Jam31	6.784	100	0	0	6.784	11
Jam32	7.579	100	0	0	7.579	19
Jam33	18.434	49	16.326	44	37.471	121
Jam34	4.442	100	0	0	4.440	10
Jam35	27.351	80	6.649	20	33.995	75
Jam36	4.459	12	31.305	88	35.760	25
Jam37	15.313	64	8.634	36	23.947	63
Jam38	15.463	34	30.255	66	45.700	90
Toda la Cuenca	287.401	55	234.260	45	521.661	1.663

*De acuerdo con el INEGI una localidad es urbana si tiene más de 2500 habitantes, o si es cabecera municipal aun con menos habitantes. V.A. = valor absoluto. V.R. = valor relativo. Lr = localidad rural, Pr = población rural, Pu = población urbana, Pt = población total, TI = Total de localidades.

DENSIDAD DE POBLACIÓN

La distribución de la densidad de la población en la cuenca está polarizada en dirección este-oeste. Las altas densidades están concentradas en la mitad sur-oeste, y en una cuenca de la parte baja (con parte de las cabeceras de Veracruz y Boca del río) (Mapa 18). Las altas densidades del noroeste comprenden cuatro subcuencas: Jam13-Córdoba (764 hab/km²), Jam36-Huatusco (595 hab/km²) y Jam5-Paraje Nuevo (452 hab/km²).

Las altas densidades están concentradas en la mitad sur-oeste.

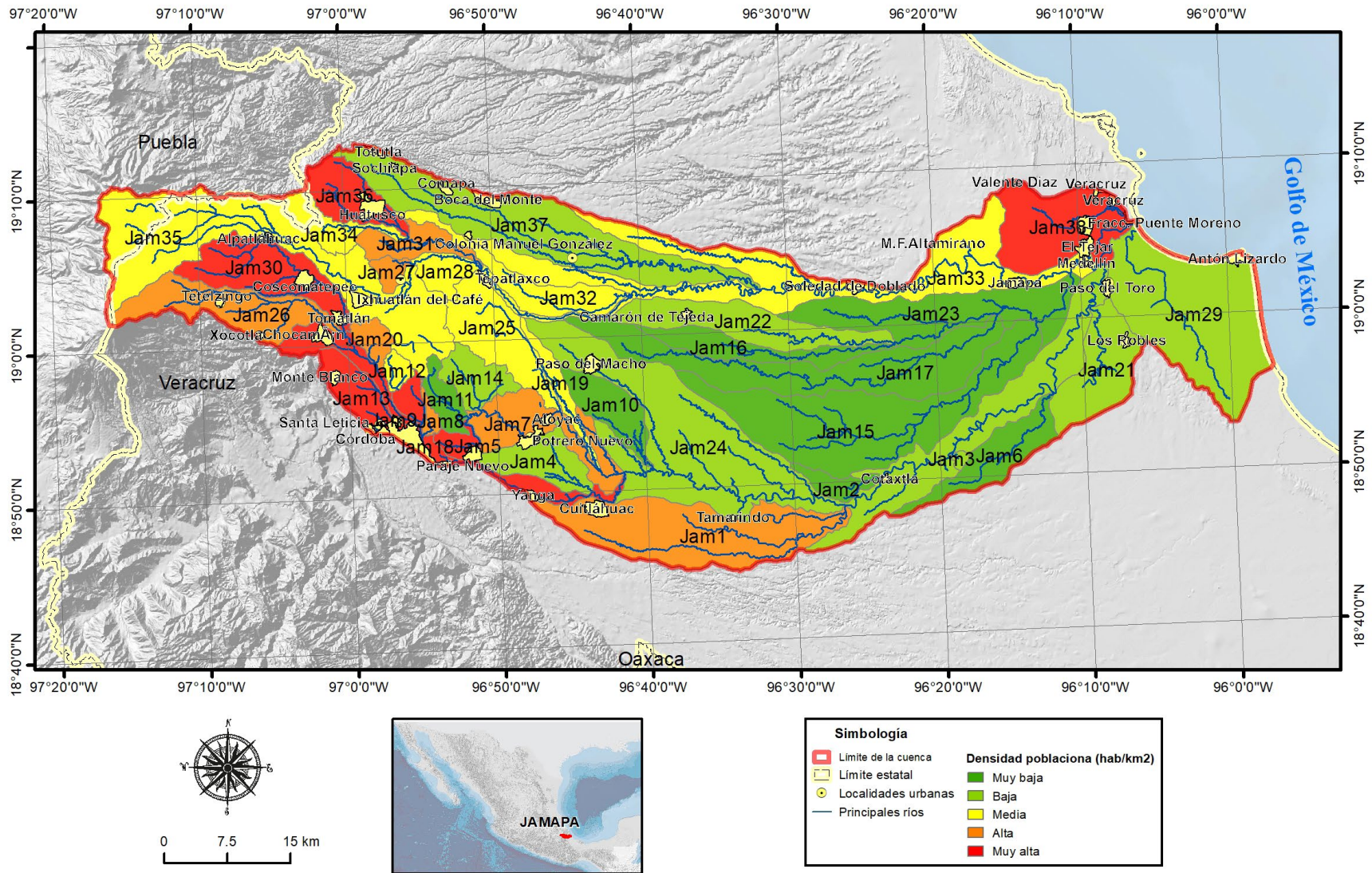
En contraste, la parte que corresponde a mitad este de la cuenca, presenta las densidades de población con valores menores a 100 hab/km². En total 15 subcuencas presentan estas bajas densidades.

Tabla 19. Densidad de población

Clave de subcuena	Población		Área Km ²	Densidad de población (habitantes/km ²)
	Absoluta (habitantes)	Relativa respecto al total de la cuena (%)		
Jam1	34.562	6,6	207	167
Jam2	934	0,2	21	44
Jam3	191	0,0	3	56
Jam4	5.077	1,0	57	90
Jam5	6.931	1,3	15	452
Jam6	2.814	0,5	72	39
Jam7	21.625	4,1	84	256
Jam8	969	0,2	7	136
Jam9	5.460	1,0	16	350
Jam10	2.391	0,5	53	45
Jam11	1.001	0,2	26	38
Jam12	1.490	0,3	12	124
Jam13	39.907	7,6	52	764
Jam14	2.680	0,5	42	63
Jam15	7.459	1,4	271	27
Jam16	1.277	0,2	60	21
Jam17	5.156	1,0	206	25
Jam18	28.588	5,5	80	357
Jam19	2.580	0,5	24	107
Jam20	2.887	0,6	19	154
Jam21	5.004	1,0	92	54
Jam22	5.235	1,0	103	51
Jam23	6.343	1,2	148	43
Jam24	32.531	6,2	483	67

Clave de subcuenca	Población		Área Km ²	Densidad de población (habitantes/km ²)
	Absoluta (habitantes)	Relativa respecto al total de la cuenca (%)		
Jam25	11.741	2,3	91	129
Jam26	23.648	4,5	104	228
Jam27	3.449	0,7	13	263
Jam28	2.984	0,6	28	108
Jam29	25.235	4,8	260	97
Jam30	35.836	6,9	104	344
Jam31	6.784	1,3	39	174
Jam32	7.579	1,5	67	114
Jam33	37.471	7,2	297	126
Jam34	4.440	0,9	38	117
Jam35	33.995	6,5	304	112
Jam36	35.760	6,9	60	595
Jam37	23.947	4,6	235	102
Jam38	45.700	8,8	128	357

Mapa 18. Densidad de población en la cuenca del río Jamapa.



CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA

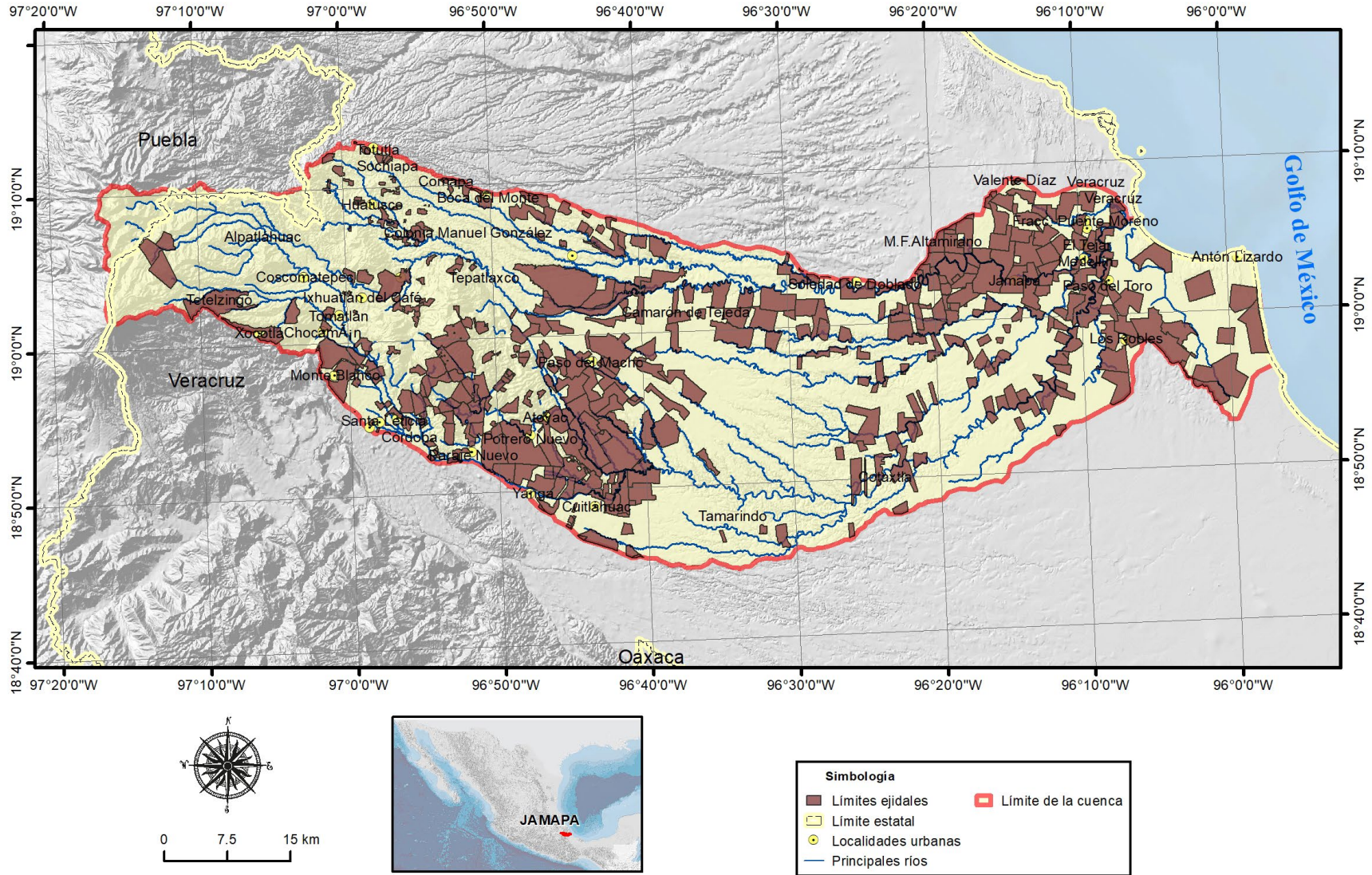
SUPERFICIE EJIDAL

La superficie de la cuenca tiene 1,179 km² que corresponden a ejidos, esto representa el 30% del territorio de la cuenca (Mapa 19). En la cuenca existen 420 ejidos, de los cuales 100 cuentan con más de 400 ha. La mayor parte se encuentran localizados en la zona media-alta de la cuenca y en la cuenca baja de la misma. Los ejidos con una mayor superficie dentro de la cuenca son Matlaluca (mpio. de Zentla) con casi 3,000 ha., Paso Mulato (municipio de Paso del Macho) con caso 2,000 ha., la Laguna y Monte de Castillo (mpio. de Medellín) y La Piedad (mpio. de Alvarado) con unas 1,800 hectáreas cada una.

Tabla 20. Superficie ejidal

Tenencia de la tierra	Superficie	
	km ²	%
Ejidos	117,907	30.1

Mapa 19. Superficie ejidal en la cuenca del río Jamapa.



UNIDADES ECONÓMICAS

De acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (INEGI, 2015), los establecimientos existentes en la cuenca son: 66 para el sector primario, de los cuales la mayoría son de pesca (49) y unas cuatro de piscicultura. Con respecto a su emplazamiento cercano a los ríos hay 34 unidades a menos de 100 metros de algún cauce. De estas unidades económicas, 32 son de pesca. Con el propósito de reducir todo tipo de impactos, es recomendable identificar las unidades emplazadas muy cerca de tales cauces e implementar medidas para un manejo adecuado de residuos. En la Tabla 21 se observa el desglose de unidades por actividad para el sector primario, así como el nombre de algunos de los establecimientos con mayor número de personas empleadas.



En el mismo orden de ideas, con respecto a las actividades del sector secundario, las unidades económicas existentes en el DENUE son 2,077, de las cuales la mayoría (368) son del giro elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal, seguidas por la panificación tradicional (362) y fabricación de productos de herrería (298). Por su emplazamiento cercano a los ríos existen 241 establecimientos, entre los giros más números están alimentos (79), herrería (36) y fabricación de muebles (17). Resulta importante convocar a los establecimientos más cercanos a los ríos para su incorporación al PAMIC. En la Tabla 22 se observa el desglose de unidades por actividad para el sector secundario, así como el nombre de algunos de los establecimientos con mayor número de empleados.

Tabla 21. Unidades económicas del sector primario

Actividad	Unidades económicas (UE)	UE a 100 metros de ríos
Beneficios de productos agrícolas y otros	5	1
Minería (de arenas, piedra caliza o mármol)	8	1
Piscicultura	4	-
Pesca	49	32
Subtotal	66	34

Establecimientos económicos del sector primario con mayor cantidad de personas ocupadas		
Localidad	Nombre del establecimiento	Empleados
Mandinga, Alvarado	Sociedad Cooperativa Pescadores de Mandinga y Matoza, S.C.L.	31-50
La Laguna y Monte del Castillo, Medellín	Sociedad Cooperativa La Fortunata, S.C.L.	31-50
Antón Lizardo, Alvarado	SCPP Isla De Medina	31-50

Tabla 22. Unidades económicas del sector secundario

Actividad	Unidades económicas (UE)	UE a 100 metros de ríos
Captación tratamiento y suministro de agua	30	2
Confección de prendas de vestir sobre medida	27	3
Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	368	42
Fabricación de muebles, excepto cocinas integrales, muebles modulares de baño y muebles de oficina y estantería	142	17
Fabricación de otros productos de cuero, piel y materiales sucedáneos	68	13
Fabricación de productos de herrería	298	36
Fabricación de productos de madera para la construcción	80	7
Impresión de formas continuas y otros impresos	92	5
Panificación tradicional	362	33
Purificación y embotellado de agua	55	4
Otras unidades económicas	555	79
Subtotal	2,077	241

Establecimientos económicos del sector secundario con mayor cantidad de empleados			
Localidad	Nombre del establecimiento		Empleados
Córdoba	Distribuidora de Granos Arcos, S.A. de C.V.	Beneficio del arroz	>251
Potrero Nuevo, Atoyac	Fideicomiso Ingenio El Potrero 80329	Elaboración de azúcar de caña	>251
Mata del Gallo, Paso del Macho	Central Progreso, S.A. de C.V.	Elaboración de azúcar de caña	>251
Playas del Conchal, Alvarado	Trinity Industries De México	Fabricación de tanques metálicos de calibre grueso	>251
Paraje Nuevo, Amatlán de los Reyes	Syn-tex México	Preparación e hilado de fibras duras naturales	>251
Barranca Honda, Fortín	Agua Bamba	Purificación y embotellado de agua	>251

Finalmente, con respecto a las actividades del sector terciario, las unidades económicas existentes en el DENUE son 21,460 y por su emplazamiento cercano a los ríos existen 1,662 establecimientos. En la Tabla 23 se observa el nombre de algunos de los establecimientos del sector terciario con mayor número de empleados.

Tabla 23. Unidades económicas del sector terciario

Actividad	Unidades económicas (UE)	UE a 100 metros de ríos
Comercio y servicios	21,460	1,662

Establecimientos económicos del sector terciario con mayor cantidad de personas ocupadas			
Localidad	Nombre del establecimiento		Empleados
Córdoba	H. Ayuntamiento Municipio de Córdoba	Administración pública en general	>251
Córdoba	Argo Almacenadora SA de CV	Almacenes generales de depósito	>251
Córdoba	Unidad Médico Familiar N° 61	Clínicas de consultorios médicos del sector público	>251
Boca del Río	Liverpool Veracruz El Dorado	Comercio al por menor en tiendas departamentales	>251
Antón Lizardo, Alvarado	Heroica Escuela Naval Militar	Escuelas de educación superior del sector público	>251
Córdoba	Hospital Covadonga	Hospitales generales del sector privado	>251
Córdoba	IMSS	Hospitales generales del sector público	>251
Córdoba	Hospital General de Córdoba Yanga	Hospitales generales del sector público	
Córdoba	TV Cable de Oriente, S.A. de C.V.	Operadores de servicios de telecomunicaciones alámbricas	
Paraje Nuevo, Amatlán de los Reyes	Servicios de Integración para Productos Básicos	Otros servicios profesionales, científicos y técnicos	

INVERSIONES Y SUBSIDIOS

La Tabla 24 muestra algunas de las principales inversiones y subsidios federales realizados en materia ambiental y agropecuaria en el 2015. Esta información no debe tomarse en términos absolutos, ya que se obtuvo de un taller realizado en el marco del proyecto C6 en Junio de 2015 con actores de gobierno federal y estatal y la precisión que cada actor pudo aportar fue muy variable. Sin embargo la información sirve para ubicar el tipo de acciones que se están promoviendo, las zonas donde se concentran y en algunos casos también la dimensión de la inversión.

Se destacó que la mayor inversión fue la de CONAGUA, con \$144,500,000.00 en dos programas (Rehabilitación de una Unidad de Riego y el Fondo para Desastres Naturales, este último enfocado al pago de estudios para obras de protección). El resto de las instituciones ejerció montos menores, sin embargo, las inversiones de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) están muy subestimadas pero aún tomando en cuenta la falta de información no se consideró que estos montos pudieran acercarse al gasto ejercido por la CONAGUA en el territorio de la cuenca del río Jamapa. En años anteriores (2013 y 2012) un programa relevante en la cuenca era el de cuencas prioritarias de CONAFOR pues llegó a ejercer casi 77 millones de pesos. Sin embargo en años recientes este programa ha visto reducido su presupuesto de forma sustancial.

Tabla 24. Inversiones y subsidios

Institución	Programa	Ubicación	Monto	Descripción y Observaciones
SAGARPA	PROGAN	Mpio. Jamapa	\$1,049,340	Impulsar la producción. Apoyo por vientre \$350 ganado bovino. 240 solicitudes este periodo. Hasta 3,000 vientres. Ganado cárnico. Compromiso de protección y cercado del predio, compromiso de sanidad de los animales, de la leche. Coeficientes de agostadero de acuerdo al municipio
	PROCAFÉ			Impulso producción al café \$1300/productor (asesoría, insumos, plantas)
	Impulso producción a caña			\$1.500 por ha. Empezó en 2014 (por ejemplo en el distrito 6 de Antigua son 3600 productores)
CONANP	PROCOCES	PNPO	\$521,250	Monitoreo (lince), Proyectos alternativos energéticos (ollas), infraestructura para vigilancia, reforestación, construcción de estufas, brechas, estudios para el conocimiento del parque.
	PROVICOM		\$360,000	Vigilancia. Tala ilegal. En términos de contención las acciones han detenido la tendencia del problema.
	PROCOCES CONTINGENCIA		\$200,000	Prevención de incendios
	PROCER		\$350,000	Vigilancia
	PET	SAV	\$32,500	Protección y limpieza de playas
	PROCER		\$600,000	Monitoreo de tortugas marinas
	PROCER		\$500,000	Monitoreo de arrecifes y especies de peces. Atención, captura y promoción de consumo del pez león (invasora).
	PROVICOM		\$270,000	Vigilancia
CONAFOR	Programa de Cuencas Prioritarias	PNPO	\$1,500,000	Empezó en 2012. Restauración de suelos, brechas, reforestación, vigilancia, sanidad, mantenimiento y cercado para servicios hidrológicos. Durante 5 años, 500 ha. a la fecha. En el 2014 el monto fue de 6 millones y en el 2013 de 56 millones.
	Pet y PSA	Calchualco		Señalización, mantenimiento de camino, conservación de cobertura
	PSA Café		\$470,000	\$280 por ha. 100 proyectos solicitados y aprueban 30 aprox. Es el tercer año: 200 ha.
SEMARNAT	PET		\$13,000,000	3 cuencas del estado, 40 millones en emergencias (2013- 2015). 15 millones en proyectos productivos (2014). Apoyo de 9 millones en reforestación con sp. maderables, cercos vivos, limpieza de caminos y brecha. Programas de acopio de residuos (llantas, pilas) y disposición adecuada de envases agroquímicos. (2015)
SEMARNAT	Otros programas y actividades		< 500 mil	UMAS extensivas de cedro ; apoyo a grupos de mujeres pueblos indígenas, educación ambiental; Aprovechamientos (en mpio. Calchualco), plantaciones comerciales en Coscomatepec o aprovechamientos de macular en la zona media para taninos.

Institución	Programa	Ubicación	Monto	Descripción y Observaciones
	Programa de rehabilitación de unidades de riego		\$27 millones	Uso eficiente del agua, ahorro de energía y tecnificación
	Fonden desastres naturales	Medellín	\$117,5 mill.	Estudios para obras de protección frente a inundaciones
FAV de gobierno del estado de Veracruz	Conservación de Biodiv. en Cafetales		\$450,000	
	De la Montaña al mar		\$480,000	13 municipios. Ayuda a fortalecer capacidades en toma de decisiones para el manejo integrado desde un diagnóstico participativo
SEDEMA	Protección de incendios y manejo del fuego		\$21,740	Monto por sitio (4) brigadas
Proyecto C6	C6 PNPO	PNPO	\$430,000	Brigadistas y operación
	C6 CEDRO S.C.	CALCAHUALCO	\$650,000	Articulación social enfoque de cuenca
	Conecta tierra A.C.	18 comunidad	Unos 800 mil	Enriquecimiento de cafetales
	C6 PRONATURA	Huatusco	\$799,500	Conservación aumento de biodiversidad
	C6 Gruta	Huatusco	\$600,000	Módulos agroecológicos en cafetales
	C6 Sierra madre	Ixhuatlán	\$700,000	Manejo sustentable con especies nativas de café

Cabe mencionar que a nivel municipal el organismo operador de los municipios de Veracruz-Boca del Río-Medellín, el SAS, realizó inversiones de alrededor de los 4 millones durante el año 2013.

Además de los actores de gobierno hay muchos actores de la sociedad civil que han participado en la implementación de proyectos en la cuenca. Algunos que se lograron identificar y cuyas inversiones no superan el millón y medio de pesos fueron: Beta-biodiversidad, Pronatura Veracruz (proyecto Coca-cola) y Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A.C. (proyecto PEMEX) en la zona del Pico de Orizaba; Vida A.C., Conecta Tierra A.C., Cooperativa Gruta del río Japapa, CEDRO S.C. y Productores de las zonas rurales de México, estos últimos como parte del proyecto de C6 y además con recursos propios.

El reto sería que tales inversiones sean incorporadas al PAMIC, para determinar su pertinencia, continuarlas e impulsar las que sean acordes a las propuestas de acción del PAMIC, en particular las que mayor impacten positivamente en el mantenimiento de los SAH.

VINCULACIÓN CON INSTRUMENTOS DE GESTIÓN

La Tabla 25 muestra los principales instrumentos de gestión existentes que cubren parte de la cuenca o que impactan en ella por su cercanía y beneficios ambientales. Incluye instrumentos federales, estatales y otros.

Aparte de las dos áreas naturales protegidas de ámbito federal; los Parques Naturales de Pico de Orizaba y el Sistema Arrecifal Veracruzano en la cuenca del río Jamapa, encontramos varias áreas certificadas de ámbito federal (concentradas en la reserva ecológica natural cuenca alta del río Atoyac que comprende 446 ha.), 3 áreas naturales protegidas de ámbito estatal y 176 áreas privadas de conservación (APC) de ámbito estatal. Las áreas estatales protegidas son: una pequeña fracción del municipio de Chocamán dentro del AEP Metlac-Río Blanco (que comprende un total de 31,790 ha.), la de Tembladeras-Laguna Olmeca (con un total de 346 ha.) y la de Arroyo Moreno (con un total de 249 ha.). Estas dos últimas se encuentran ubicadas en el municipio de Veracruz. Las 176 APC representan 930 ha. y entre estas destacan las de Barranca el Castillo (98 ha.) y Paso Iguana (90 ha.) en el municipio de Zentla y las de Palo Gacho (65 ha.) y el Boquerón (43 ha.) en el municipio de Tepatlaxco. En la cuenca del río Jamapa el único sitio RAMSAR que encontramos es igualmente el Sistema Arrecifal Veracruzano. Asimismo encontramos un territorio de la cuenca con sitios prioritarios de diferente nivel de importancia (media, alta o extrema) ya sean sitios prioritarios Epi-Continetales (SPECs) o terrestres (SPT). El Mapa 20 muestra la localización de áreas que cuentan con dichos instrumentos de gestión.

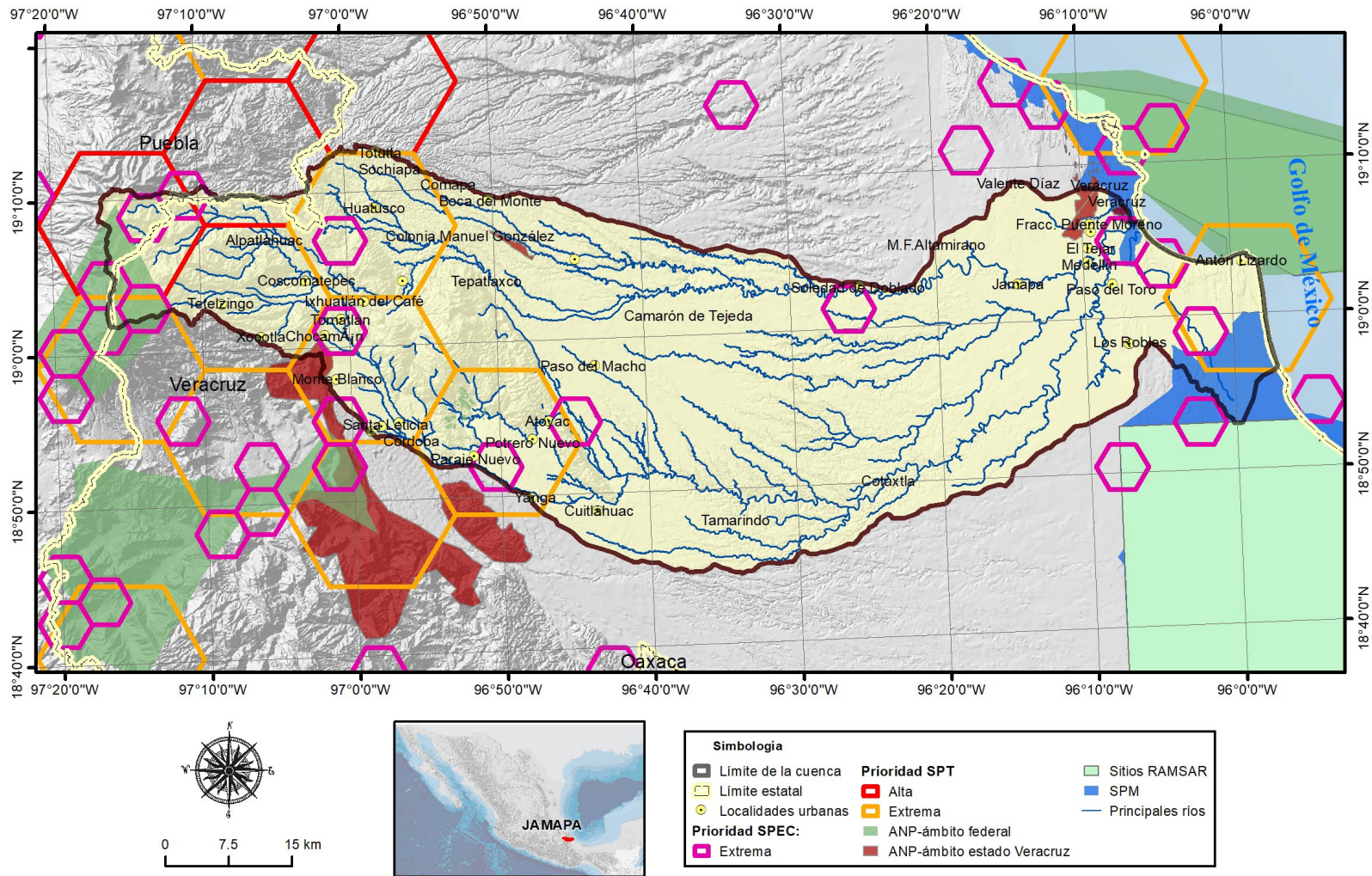
Tabla 25. Vinculación con instrumentos de gestión

Instrumentos federales en Áreas Naturales Protegidas (ANP)				
Nombre	Fecha	Superficie en la cuenca		
		Ha	%	% de cuenca
PN Pico de Orizaba	4 Enero de 1937	5,790 (de 19,750)	29,3	1,5
PN Sistema Arrecifal Veracruzano	Decreto del 24 Agosto 1992 Modificación: 29 de Noviembre de 2012	0 (de 65,516)		
Áreas certificadas de ámbito federal: Reserva Ecológica cuenca alta del Río Atoyac		446	100	

Instrumentos estatales en Áreas Naturales Protegidas (ANP)				
Nombre	Fecha	Vinculación principal		
		Superficie en la cuenca		
		Ha	%	% de cuenca
Metlac-Río Blanco	18 Junio 2013	631 (de 31,790)	2.0	0.2
Tembladeras-Laguna Olmeca	3 Octubre 2011 y modificación 10 Julio 2014	1,166 (de 1,375)	84.8	0.3
Arroyo Moreno	25 Noviembre 1999	240 (de 249)	96.4	0.1

Otros instrumentos				
Nombre	Vinculación principal			
	Superficie en la cuenca			
	Ha	%	% de cuenca	
176 Áreas Privadas de Conservación	930	100	0.2	
Sitios Prioritarios Terrestres	119,303	N.A.	30.4	
Sitios Prioritarios Epicontinentales	183,585 (de los cuales 26,593 ha. prioridad extrema)	N.A.	46.9	
Sitios Prioritarios Marinos: * Humedales Costeros del centro de Veracruz * Sistema Laguna Alvarado	1604 (de 21,827) 8000 (de 335,481)	7.3 2.4	0.4 2	

Mapa 20. Áreas con instrumentos de gestión disponibles en la cuenca del río Jamapa.



ANP = Área Natural Protegida
 SPEC = Sitios Prioritarios Epi-Continetales
 SPT= Sitios Prioritarios Terrestres.



Santiago Gibert

3

RELACIÓN OFERTA-DEMANDA DE SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS (SAH)

En este capítulo se identifican y describen las relaciones de oferta y demanda de SAH, particularmente provisión de agua superficial en la cuenca del río Jampa. Estas relaciones se establecen con base en el suministro de agua superficial tanto en cantidad como calidad y en la conectividad hídrica del territorio, permitiendo priorizar el territorio con la finalidad de focalizar la implementación de acciones.

Este capítulo se desarrolla en las siguientes fases:

- Demanda de agua superficial por subcuenca
- Zonificación de la provisión de SAH
- Delimitación de las zonas de provisión de SAH
- Priorización territorial para la implementación de acciones

Este capítulo tiene como objetivo identificar y resaltar las relaciones que existen entre las subcuencas con mayor demanda de agua superficial y las zonas que proveen este servicio ambiental, para esto se evaluó a cada subcuenca con respecto a los usos y volúmenes de agua, población y actividades productivas, asignando una calificación o categoría a cada unidad hidrográfica. Posteriormente, con base en la conectividad hidrográfica de las subcuencas se identificaron y agruparon las subcuencas que tienen alguna relación hídrica de manera natural o artificial (trasvases) con la cuenca de mayor demanda.

El uso agrícola es el de mayor volumen de demanda en la cuenca con más de 211 millones de m³/año concesionados.

ZONIFICACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA SUPERFICIAL EN LA CUENCA

De acuerdo al Registro Público de Derechos del Agua (REPDA, 2014), en la cuenca se tienen identificados ocho diferentes usos con título de concesión para el aprovechamiento de agua superficial: acuícola, agrícola, industrial, pecuario, público-urbano, servicios, doméstico y diferentes usos. El uso agrícola es el de mayor volumen de demanda en la cuenca con más de 211 millones de m³/año concesionados, seguido del uso industrial con más de 14 millones de m³/año y en tercer lugar el uso público-urbano con más de 12 millones de m³/año. Los otros cinco usos representan en conjunto menos del 1% del volumen total concesionado en la cuenca. En la Figura 4 se muestran, por usos de agua superficial concensionada en la cuenca, los volúmenes y el porcentaje que representa cada uno.

Figura 4. Volúmenes concesionados por uso en la cuenca del río Jamapa.

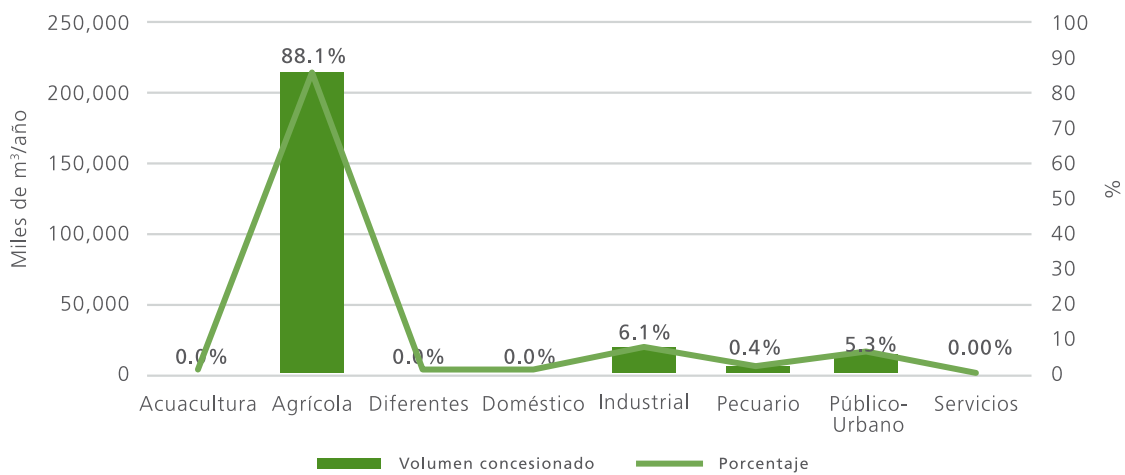


Tabla 26. Volumen por uso de agua superficial concesionado en la cuenca.

Usos							
Acuicultura	Agrícola	Diferentes	Doméstico	Industrial	Pecuario	Público-urbano	Servicios
0	211,005,717	24,178	9,042	14,714,459	957,366	12,738,577	9,422
0	88.1	0.0	0.0	6.1	0.4	5.3	0

A cada subcuenca se le asignó una categoría con respecto a la demanda “global” de agua superficial. Para determinar esto se evaluaron las siguientes características de cada subcuenca:

- Usos y volumen de agua concesionado
- Población
- Superficie con uso agropecuario
- Producción de energía hidroeléctrica (Uso no consuntivo)

Para facilitar el manejo, interpretación y presentación de los resultados y datos utilizados en la metodología propuesta, los volúmenes y

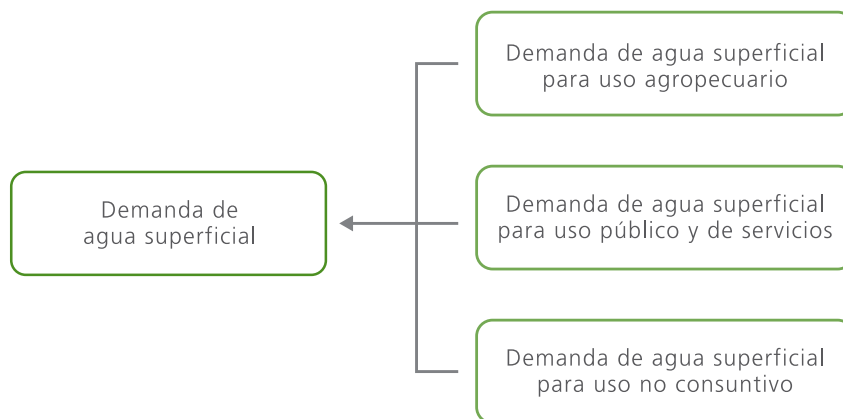
usos del agua concesionados en el REPDA se agruparon tal y como se muestra en la siguiente Tabla 27.

Tabla 27. Agrupación de los volúmenes y usos del REPDA para los fines metodológicos del PAMIC.

Demanda para:	Usos de acuerdo al REPDA
Uso agropecuario	Volumen para uso acuícola + volumen para uso agrícola + volumen para uso pecuario
Uso público y de servicios	Volumen para uso doméstico + volumen para uso público-urbano + volumen para uso industrial + volumen para uso de servicios
Uso no consuntivo	Volumen concesionado para la generación de energía hidroeléctrica

Con la finalidad de asignar algún grado de demanda, considerando la heterogeneidad de las subcuencas con respecto al uso y volumen de agua, población y actividades productivas, se estimó la demanda para los tres usos mencionados en la tabla anterior, para posteriormente estimar una demanda “global”, que corresponde a la integración de la demanda para estos tres usos.

Figura 5. Diagrama conceptual para la estimación de la demanda global de agua superficial.



Para la estimación de la demanda “global” para cada subcuenca se realizó una integración de los tres usos mencionados, mediante una suma lineal de los valores estandarizados de la demanda para cada uso. Como resultado de esta integración, sólo la subcuenca con identificador Jam38 entró en la categoría de muy alta demanda, mientras que en la categoría de alta demanda se asignó a dos subcuencas (Jam24 y Jam33).



Mapa 21. Demanda global de agua superficial en las subcuencas del río Jamapa.

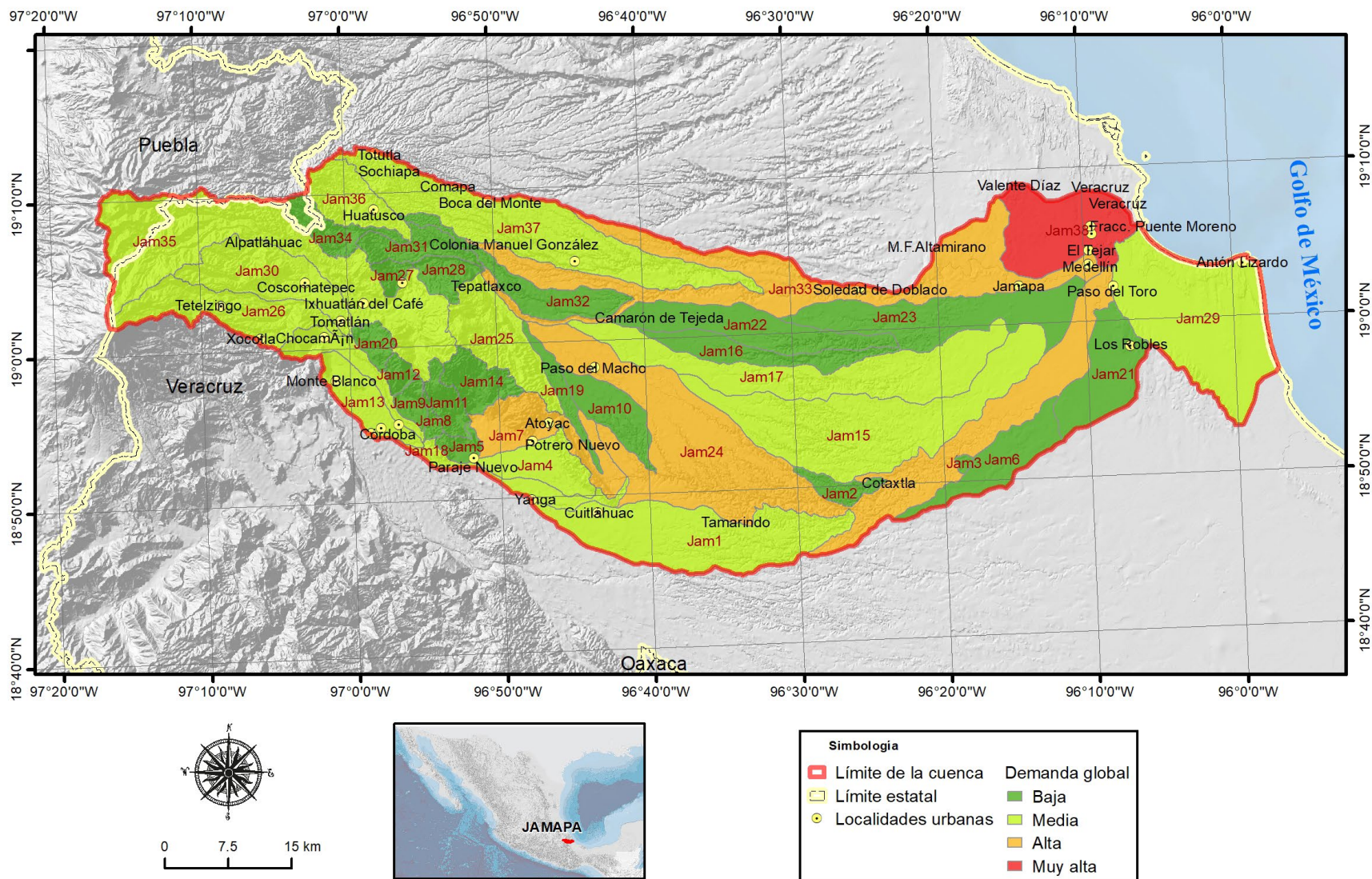
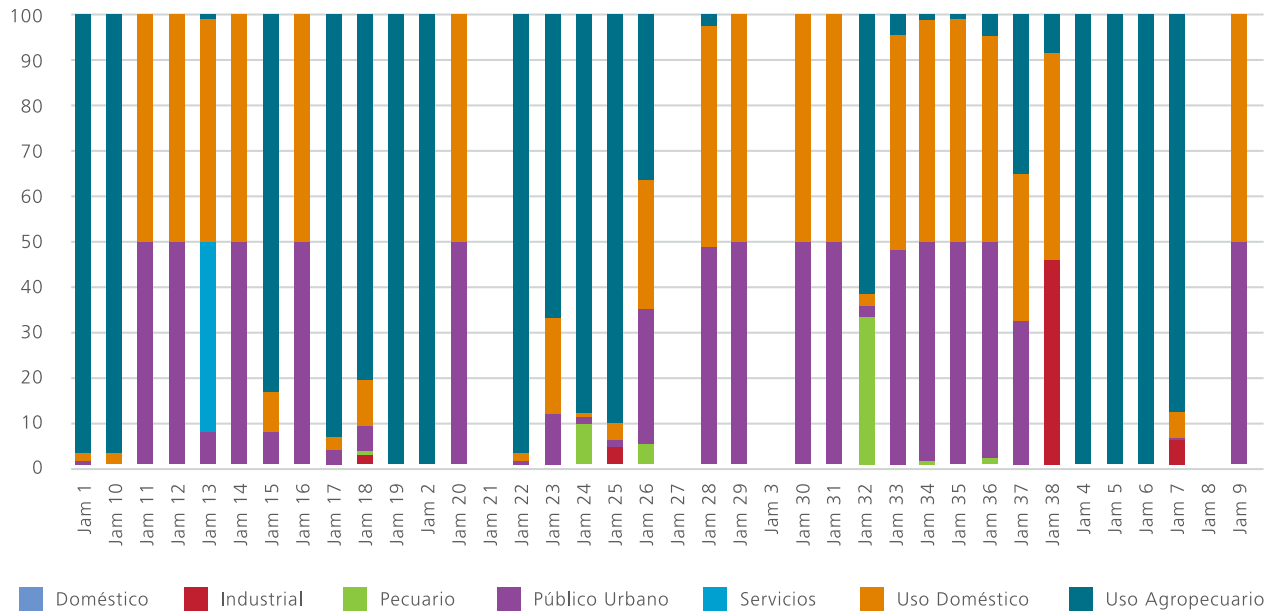


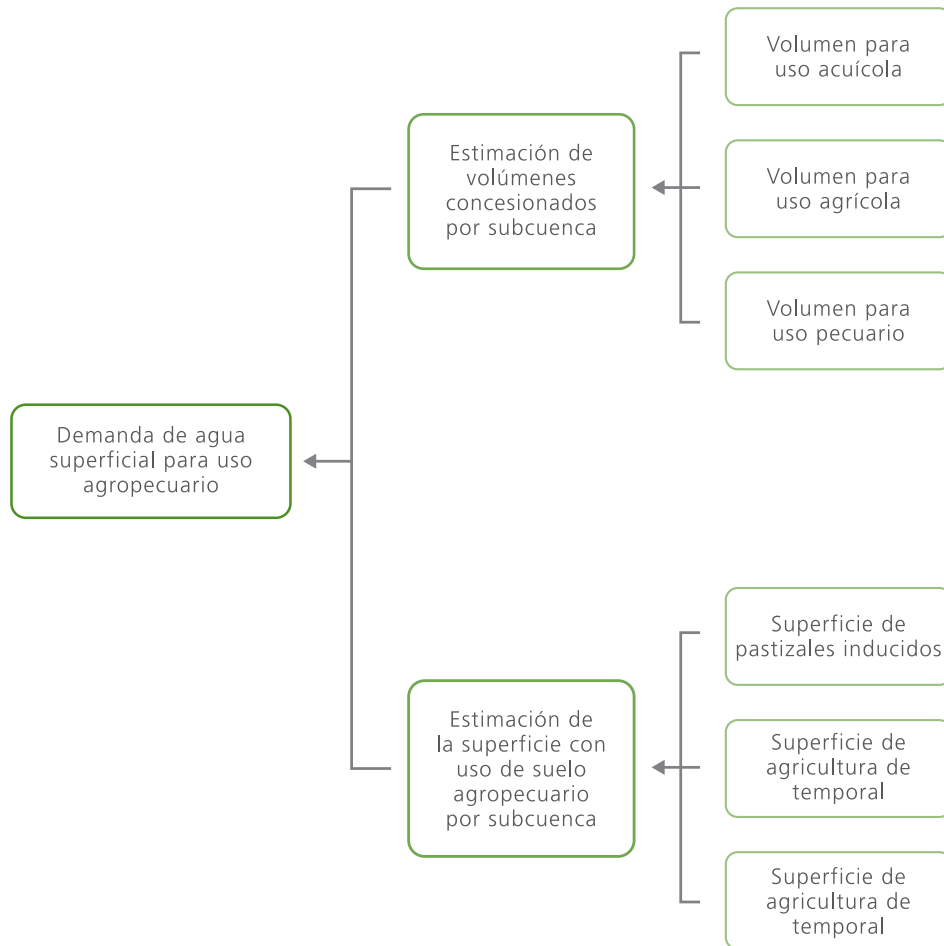
Figura 6. Proporción de volúmenes concesionados en cada subcuenca por tipo de uso de acuerdo al REPDA



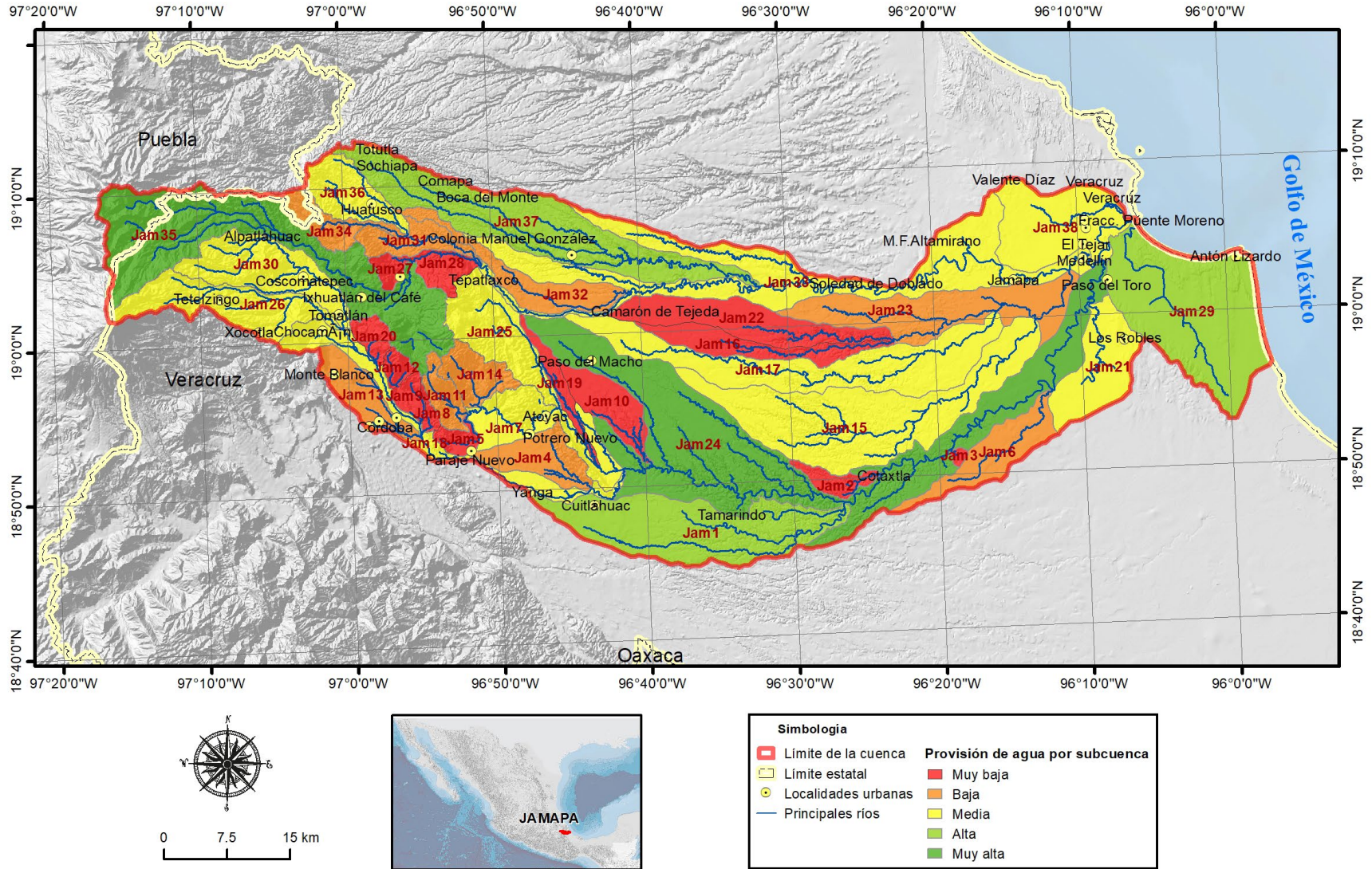
DEMANDA PARA USO AGROPECUARIO

La demanda para uso agropecuario considera los volúmenes concesionados para uso acuícola, agrícola, forestal y pecuario, registrados en el REPDA. Para la estimación de la demanda se consideraron dos criterios: los volúmenes totales concesionados en cada subcuenca y la superficie total con uso de suelo agropecuario (Figura 7).

Figura 7. Diagrama conceptual para la estimación de la demanda de agua superficial por uso agropecuario.



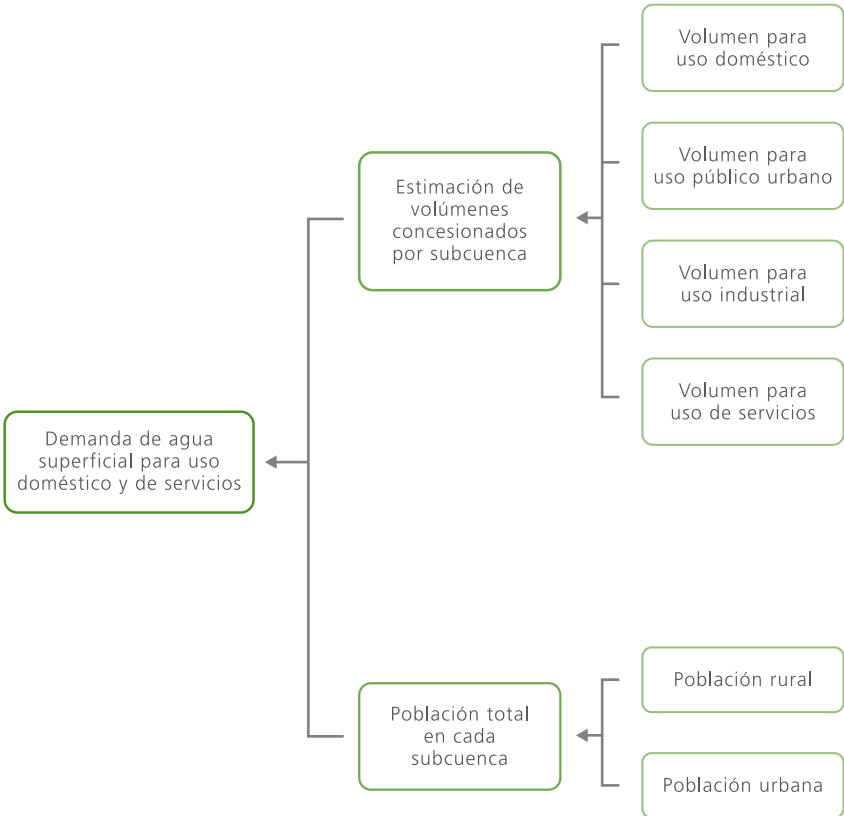
Mapa 22. Demanda de agua superficial para uso agropecuario.



DEMANDA PARA USO PÚBLICO Y DE SERVICIOS

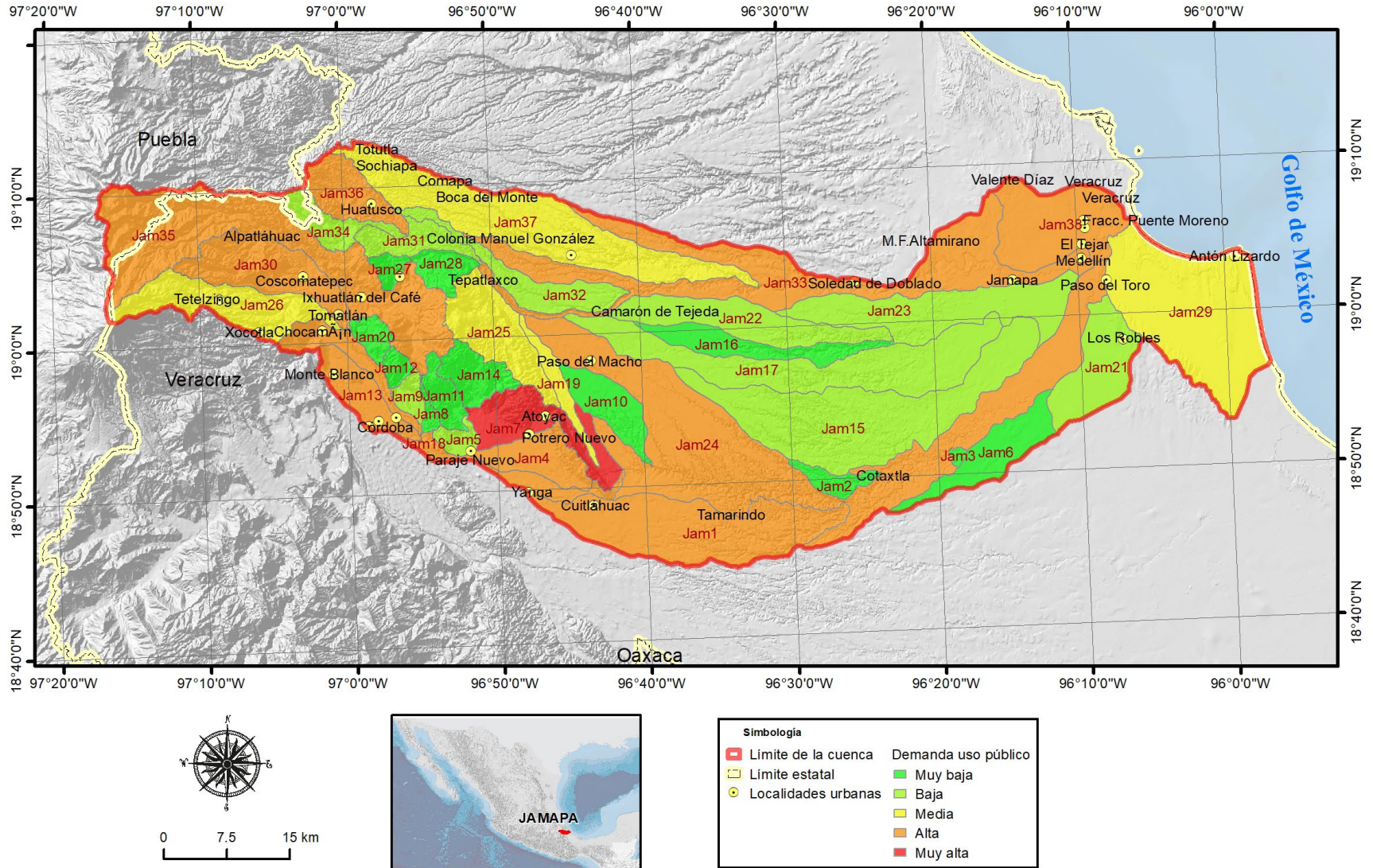
En el marco de los PAMIC la demanda para uso doméstico y de servicios considera los volúmenes concesionados para los usos; doméstico, público-urbano, servicios e industrial (excepto producción de energía hidroeléctrica), según el REPDA, para cada subcuenca. Como segundo criterio se consideró la población total tanto rural como urbana en cada subcuenca.

Figura 8. Diagrama conceptual para la estimación de la demanda de agua superficial para uso público y de servicios.



Como resultados del análisis de la demanda para uso público-urbano, solo una cuenca (Jam7) resultó en la categoría de muy alta prioridad.

Mapa 23. Demanda de agua superficial para uso público y de servicios.

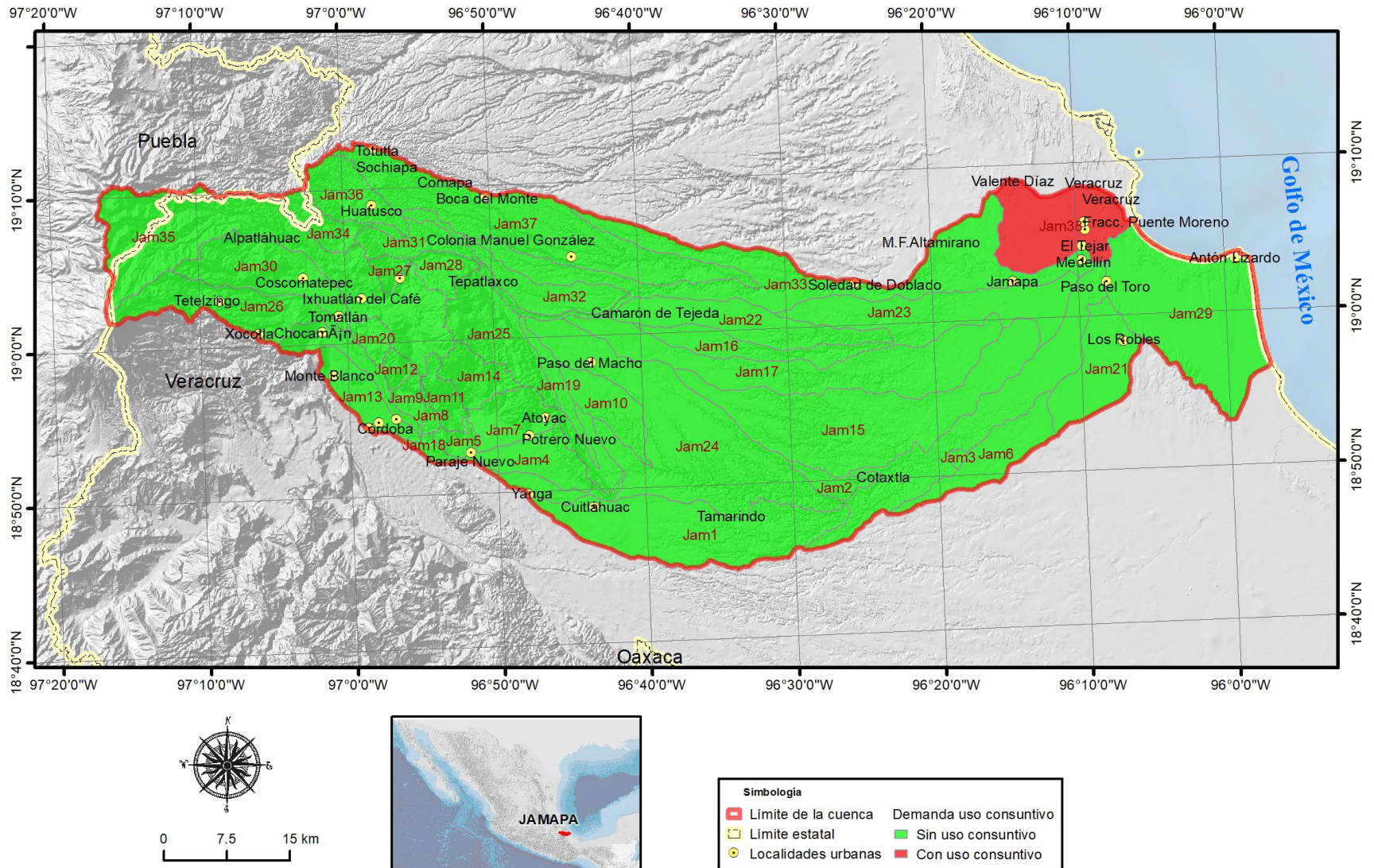


DEMANDA DE AGUA SUPERFICIAL PARA USO NO CONSUNTIVO

Esta demanda corresponde al volumen total concesionado para la generación de energía. En la cuenca del río Jamapa sólo se identificó una subcuenca (Jam38) con concesión de más de 366 millones de m³/año de agua superficial destinados a la generación de energía eléctrica, dicho aprovechamiento corresponde a la termoeléctrica “Dos Bocas” ubicado en municipio de Medellín.



Mapa 24. Demanda de agua superficial para uso no consuntivo.



ZONIFICACIÓN DE LA OFERTA O PROVISIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS

Con el propósito de evaluar en la cuenca la provisión de agua superficial y la pérdida del potencial del suelo, fue utilizado el programa INVEST (*Integrated valuation of ecosystem services and tradeoffs*), el cual es un sistema computacional modular, gratuito y de código abierto disponible en www.naturalcapitalproject.org. Este sistema está compuesto por 18 herramientas desarrolladas para modelar servicios ambientales, tanto en paisajes terrestres como marinos (Sharp, R., et al., 2016). Los modelos implementados en INVEST son espacialmente explícitos, esto implica que utilizan mapas como fuentes de información y también producen mapas como resultado.

ZONAS POTENCIALES PROVEEDORAS DE AGUA SUPERFICIAL

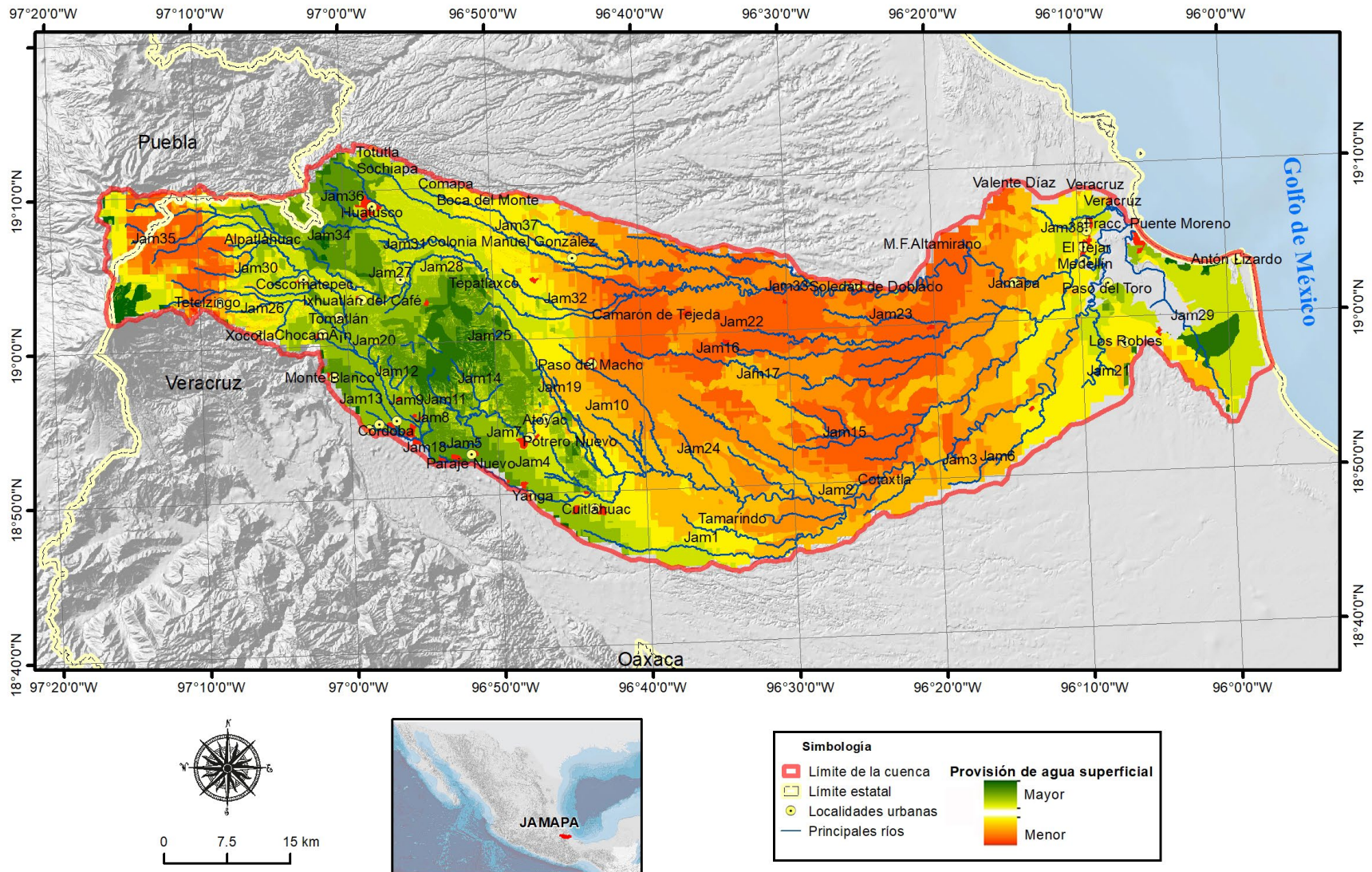
En particular, para determinar la provisión de agua superficial fue aplicado uno de sus módulos, inicialmente desarrollado para estimar la producción de energía hidroeléctrica a partir de embalses, el cual se denomina "Provisión de agua" (*Water Yield, WY*). Entre las funciones de este módulo se encuentra la de estimar la cantidad promedio anual de agua que es producida por la cuenca, para esto se realiza el cálculo de la relación precipitación-escurrimiento de acuerdo a la curva de Budyko (Fu, 1981; Zhang et al. 2004) y se modela la contribución potencial de agua desde cada zona del paisaje. Las variables requeridas por este modelo son: profundidad de restricción para el crecimiento de raíces, precipitación media anual,

fracción de agua contenida en el suelo disponible para las plantas, promedio anual de evapotranspiración de referencia y coeficientes asociados a la vegetación. Los resultados espacialmente explícitos sobre la producción relativa de agua sirven para identificar áreas con diferentes intensidades en la cantidad promedio anual de agua producida en la cuenca y también permiten identificar cómo los cambios en el paisaje afectan o alteran tal contribución. Las unidades en que se reportan los mapas resultantes son mm por pixel por año, así como mm por cuenca por año. Para mayor información sobre las aplicaciones de este módulo, el lector puede consultar a Terrado y colaboradores (2014), así como a Hamel y Guswa (2015a).



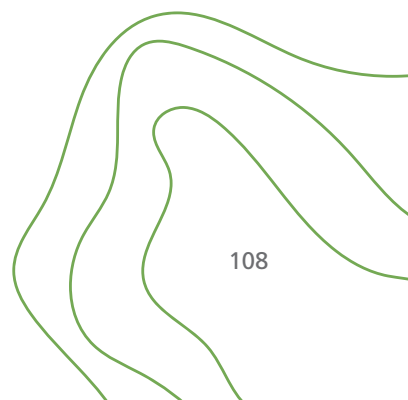
Eduardo Corona

Mapa 25. Zonas potenciales proveedoras de agua superficial a partir del modelo *Water Yield* de InVEST en la cuenca del río Jamapa.

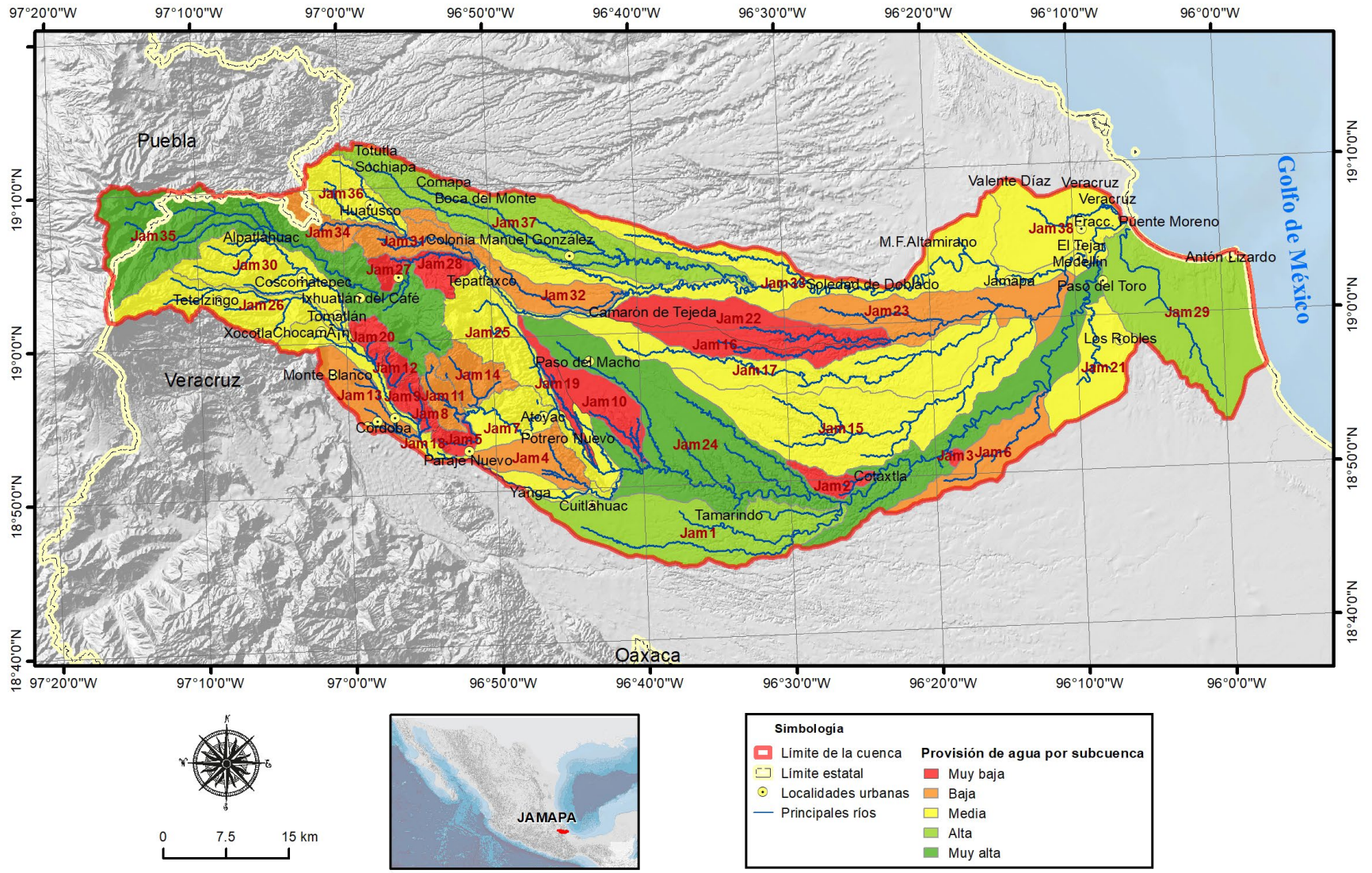


Los resultados del modelo de “Provisión de agua” indican la provisión de agua superficial y permiten hacer comparaciones sobre la distribución del agua en el paisaje. Los valores de mayor provisión de agua superficial están localizados en la parte inferior de la cuenca alta (Mapa 25), esta zona corresponde a la transición del clima templado húmedo al semicalido húmedo; está cubierta por bosque mesófilo de montaña, vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña y vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña. El uso de suelo principal es pastizal cultivado y pastizal inducido.

Al cuantificar la provisión de agua superficial acotada al límite de cada subcuenca, resultan dentro de la clase de mayor provisión de este servicio ambiental las subcuencas: Jam3 y Jam34, ubicadas a lo largo de las cuencas media y baja y en la cuenca alta, respectivamente (Mapa 26). En contraste, sobre todo en las cuenca media se ubican subcuencas como Jam6, Jam9, Jam12, Jam16 o Jam20, entre otras, pertenecientes a la categoría de menor provisión de agua superficial. En general, el Mapa 26 proporciona una evaluación de la importancia de las subcuencas en la provisión anual de agua, pero no toma en cuenta la demanda o la cantidad requerida por los usuarios cuenca abajo.



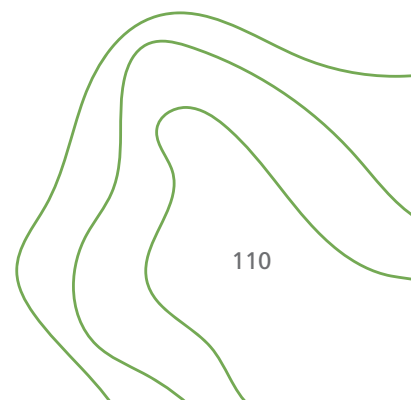
Mapa 26. Provisión de agua por subcuenca a partir del modelo *Water Yield* de InVEST.



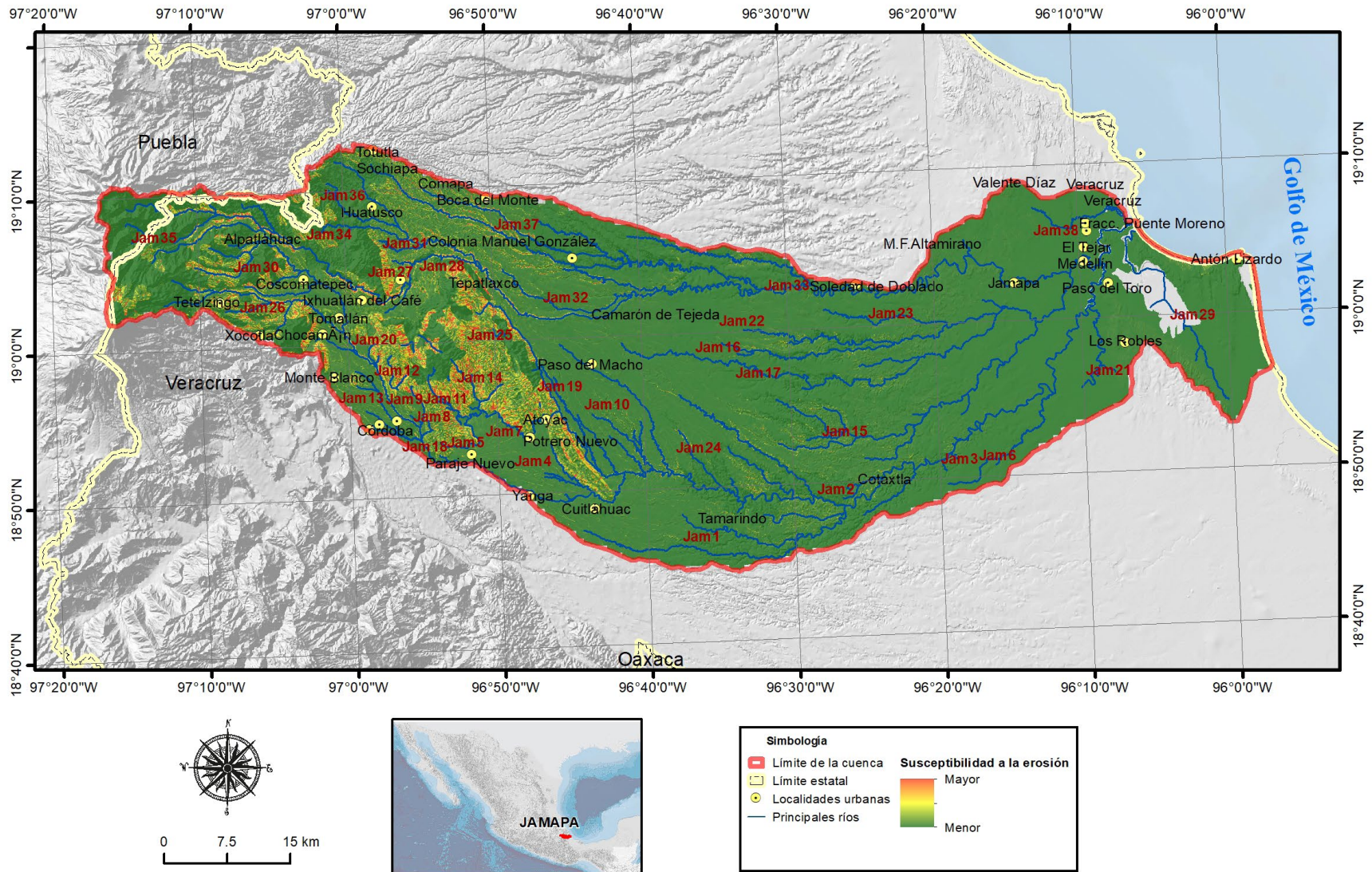
ZONAS POTENCIALES DE SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN DEL SUELO

Para determinar la pérdida potencial del suelo fue usado el módulo de INVEST denominado "Liberación de Sedimentos" (*Sediment Delivery Ratio Model, SDR*), el cual 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 alta pérdida del suelo, también son potencialmente exportadoras de sedimentos. En particular fue usada la Revisión de la Ecuación Universal sobre Pérdida de Suelos (RUSLE, Renard, *et al.*, 1997), la cual utiliza los siguientes insumos para su cálculo: erosividad de la lluvia (factor R de RUSLE), erodabilidad del suelo (factor K de RUSLE), Modelo Digital de Elevaciones (DEM), así como características de la vegetación y el uso del suelo. Las unidades en que se reportan los mapas resultantes son toneladas por pixel por año, así como toneladas por cuenca por año. Para mayor información sobre las aplicaciones de este módulo, el lector puede consultar a Torrado y colaboradores (2014), así como a Hamel *et al.* (2015b).

Las áreas con mayor susceptibilidad a la erosión se concentran al sur de la cuenca alta, en la parte superior de la cuenca media, en la zona de la conocida como "Sierra del Gallego", al norte de la ciudad de Córdoba (Mapa 27).



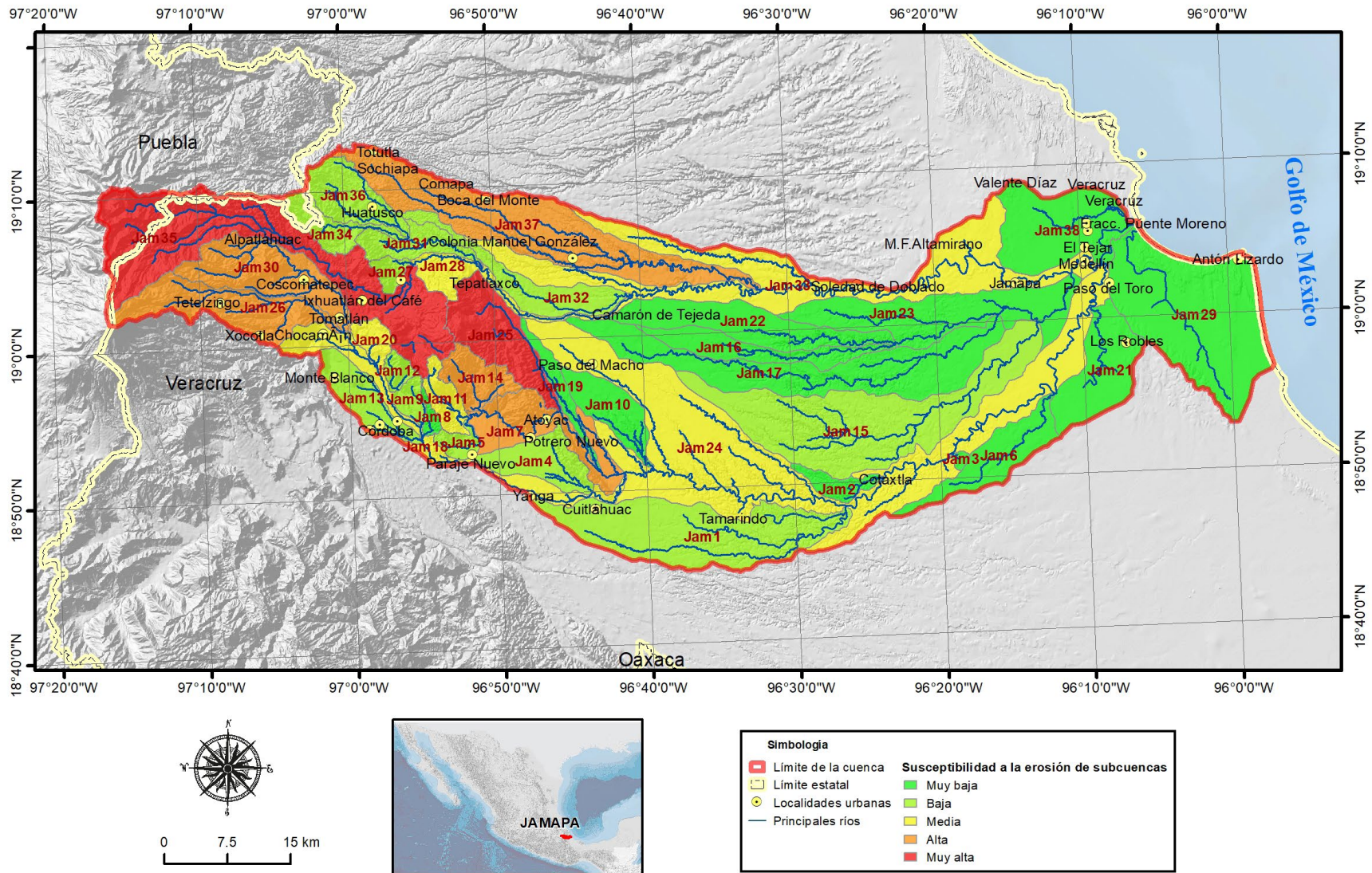
Mapa 27. Zonas potenciales de susceptibilidad a la erosión a partir del modelo SDR de InVEST



Al delimitar por subcuenca los valores de susceptibilidad a la erosión del suelo resalta con la categoría de muy baja pérdida potencial del suelo varias subcuencas de la cuenca media y baja, concretamente las subcuencas Jam6, Jam16, Jam17, Jam21, Jam22, Jam23, Jam29 y Jam38. Se infiere entonces que esta región presenta la mayor retención de suelos (Mapa 28). Por otra parte, la categoría de muy alta pérdida potencial del suelo está integrada por las subcuencas Jam34 y Jam25, ubicadas en la parte cuenca alta. Estas subcuencas presentan muy baja eficiencia en la retención de suelos (Mapa 28).



Mapa 28. Susceptibilidad potencial a la erosión de las subcuencas del río Jamapa a partir del modelo SDR de InVEST.

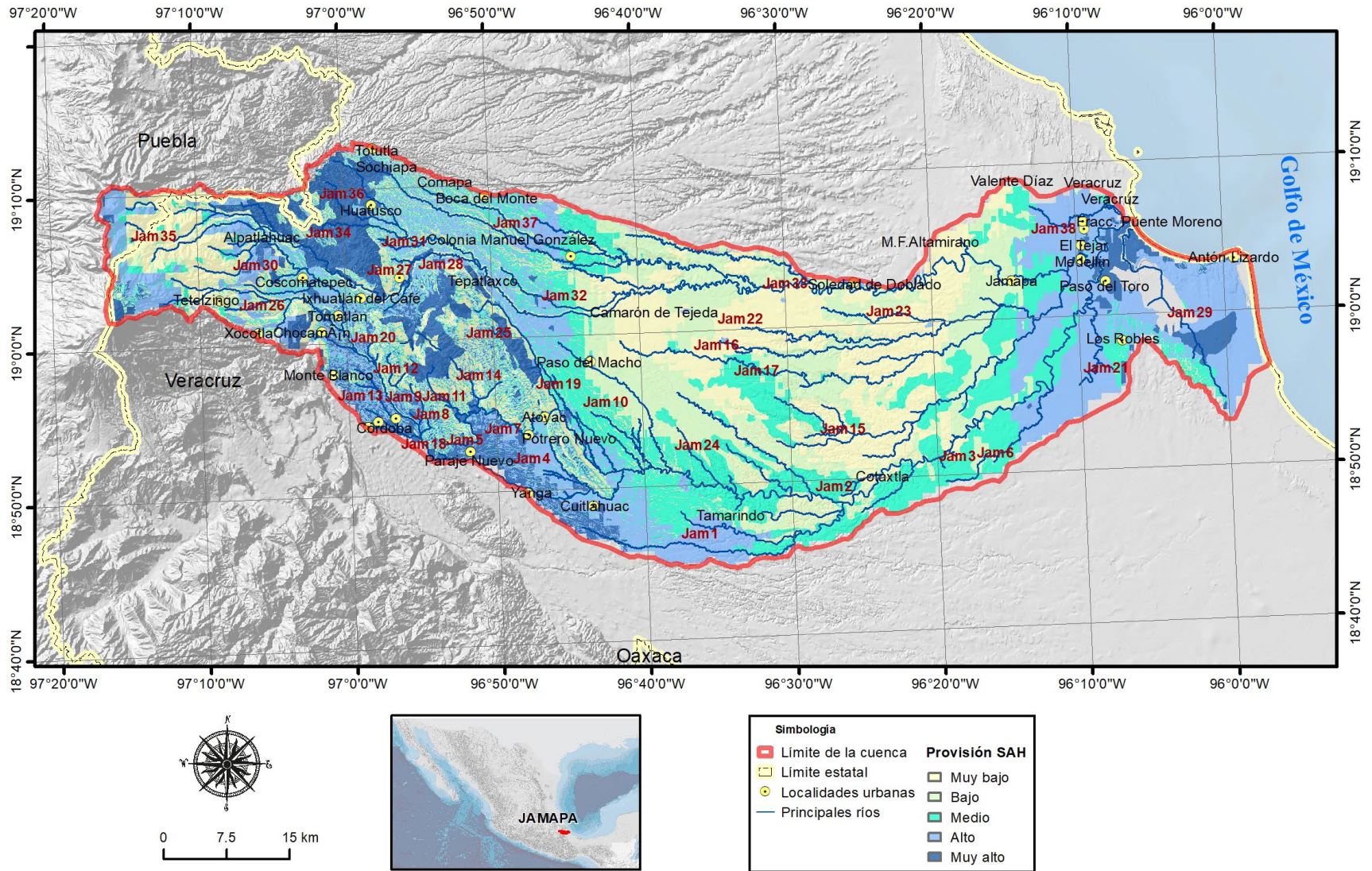


ZONAS POTENCIALES DE PROVISIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES HIDROLÓGICOS (SAH)

Habiendo generado los mapas de escurrimiento superficial (*Water Yield*) y de susceptibilidad a la erosión (USLE; Mapa 27) se generó un mapa que llamamos de provisión de servicio ambiental hidrológico que integra a ambas con el fin de identificar esas zonas de mayor escurrimiento pero al mismo tiempo también con baja susceptibilidad a la erosión, es decir aquellas que proveen agua en cantidad y calidad. En el Mapa 29. las zonas azul oscuro son aquellas de muy alta provisión de SAH, es decir con una alta provisión de agua superficial y una baja susceptibilidad a la erosión. Por el contrario las zonas verde claro son aquellas más susceptibles a la erosión y con menores valores de provisión de agua superficial.



Mapa 29. Provisión de Servicios Ambientales Hidrológicos en la cuenca del río Jamapa.



PRIORIZACIÓN TERRITORIAL PARA LA FOCALIZACIÓN DE INTERVENCIÓN EN LA CUENCA

Uno de los objetivos centrales de los Planes de Acción para el Manejo Integral de Cuencas Hídricas (PAMIC) es contar con una herramienta que permita tener criterios para la toma de decisiones en la implementación de acciones en la cuenca, esto permite focalizar los esfuerzos y recursos proporcionando un mejor costo-efectividad de las actividades desarrolladas en la cuenca. En este sentido, la parte novedosa en materia territorial de la metodología de los PAMIC, es el desarrollo de criterios espacialmente explícitos con sustento técnico y científico robusto, que permitan priorizar el territorio con base en sus características, climáticas, biofísicas y sociales, para la implementación de acciones con enfoques diferentes; conservación restauración (y/o rehabilitación) y adecuación de prácticas productivas.

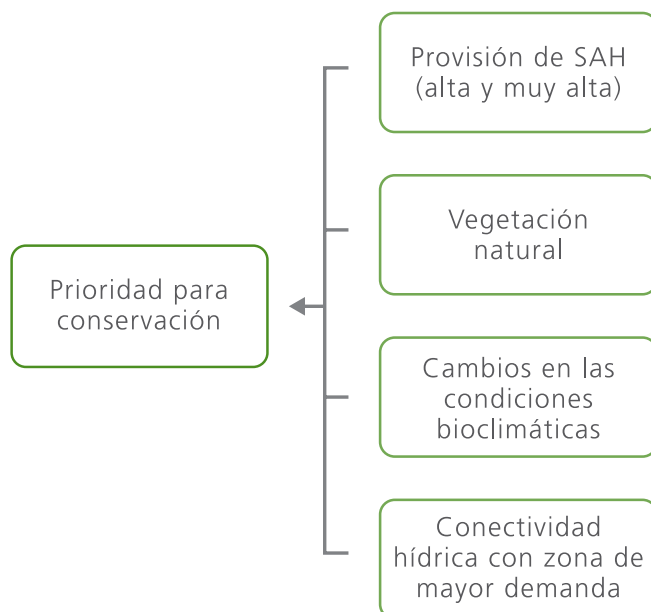
Esta priorización se realizó considerando cuatro criterios generales:

- Grado de provisión de servicios ambiental hidrológico (Mapa 29)
- Vegetación y uso de suelo.
- Cambio en las condiciones bioclimáticas bajo escenarios de cambio climático
- Relación hídrica (zona de provisión) con la subcuenca de mayor demanda

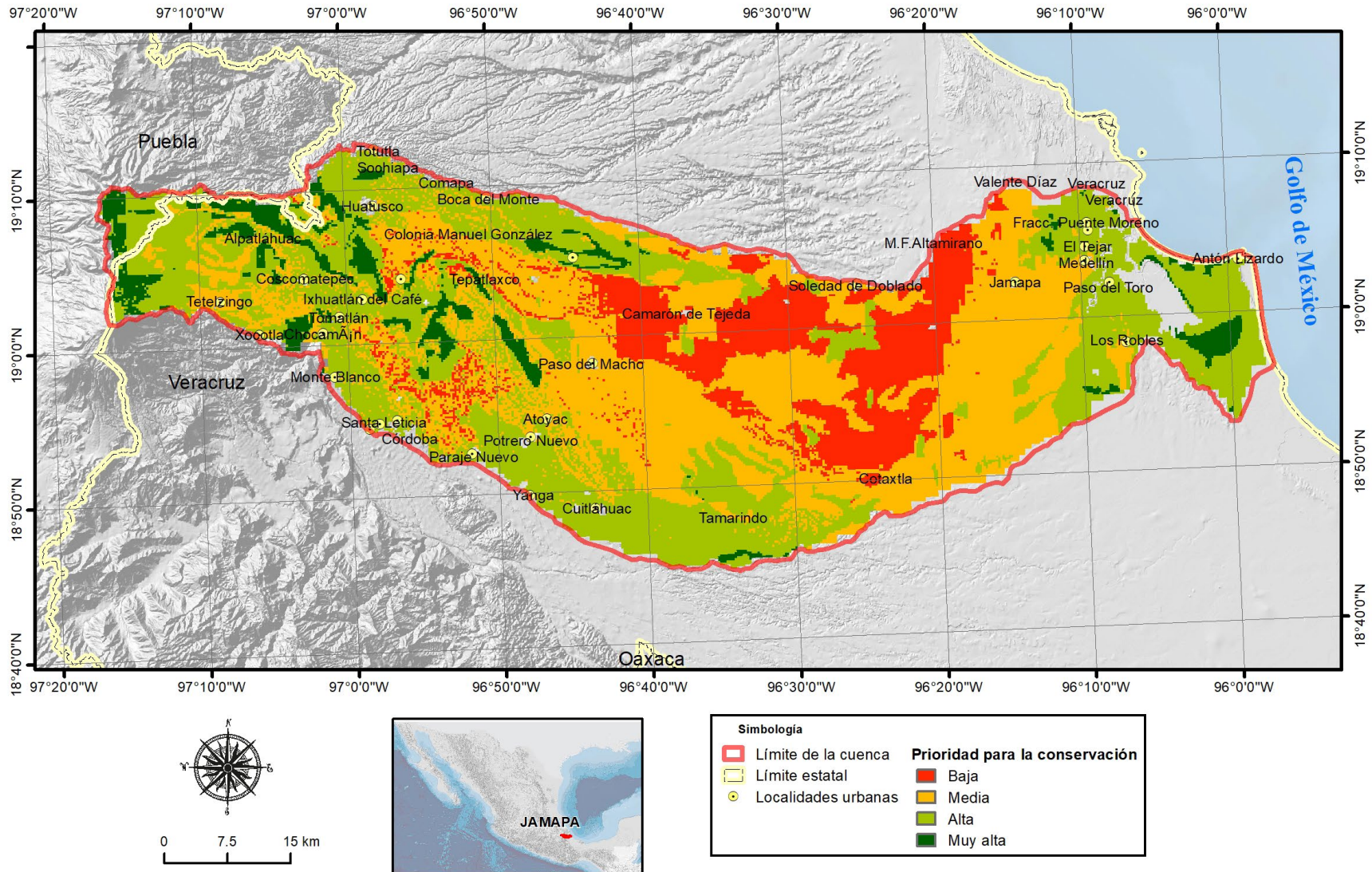
PRIORIZACIÓN TERRITORIAL PARA ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN

En esta etapa se identifican aquellos sitios cuyas características los hacen idóneos para la implementación de acciones enfocadas a la conservación de la funcionalidad del territorio y los elementos que en esta intervienen. Se calificaron con muy alta prioridad aquellos sitios que cumplen con los siguientes criterios: sitios con muy alta provisión de SAH (esto es muy alta provisión agua superficial y baja susceptibilidad a la erosión), con vegetación natural, dónde las proyecciones de tres MCG indican cambios en las condiciones bioclimáticas y que tengan una relación hídrica con la subcuenca de mayor demanda. Como veíamos en este caso la subcuenca de mayor demanda es Jam38.

Figura 9. Diagrama conceptual para la identificación de sitios prioritarios para la implementación de acciones enfocadas a la conservación.



Mapa 30. Sitios prioritarios para la implementación de acciones de conservación en la cuenca del río Jamapa.



Los sitios coloreados en verde claro y oscuro representan lugares donde existen las condiciones para un buen suministro de servicios ambientales hidrológicos, se proyectan cambios en las condiciones bioclimáticas por efecto del cambio climático y tienen alguna relación hídrica con las zonas baja, la de mayor demanda. En estos sitios se recomienda implementar acciones como:

- Apoyo a la conservación y mejoramiento del cafetal de sombra con enfoque agroecológico
- Conservación de bosques en ANP y APC
- Conservación humedales
- Agroturismo

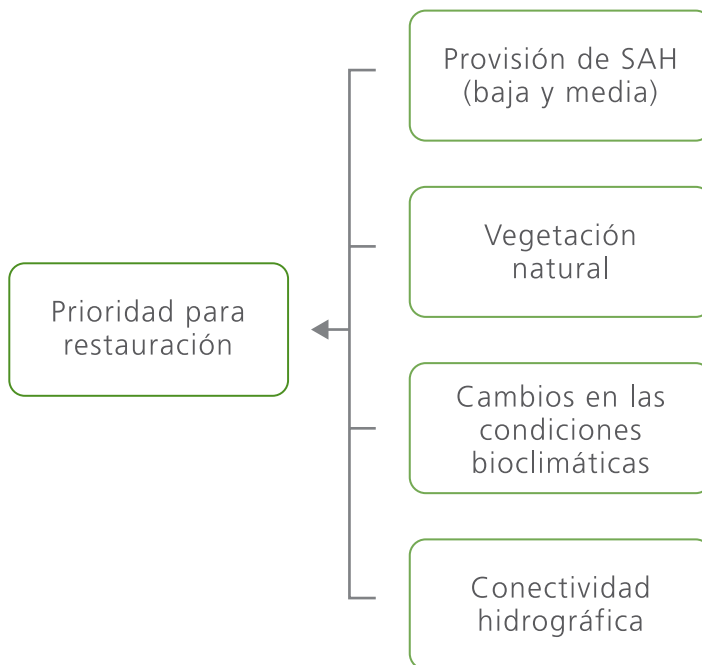


Jordi Vera

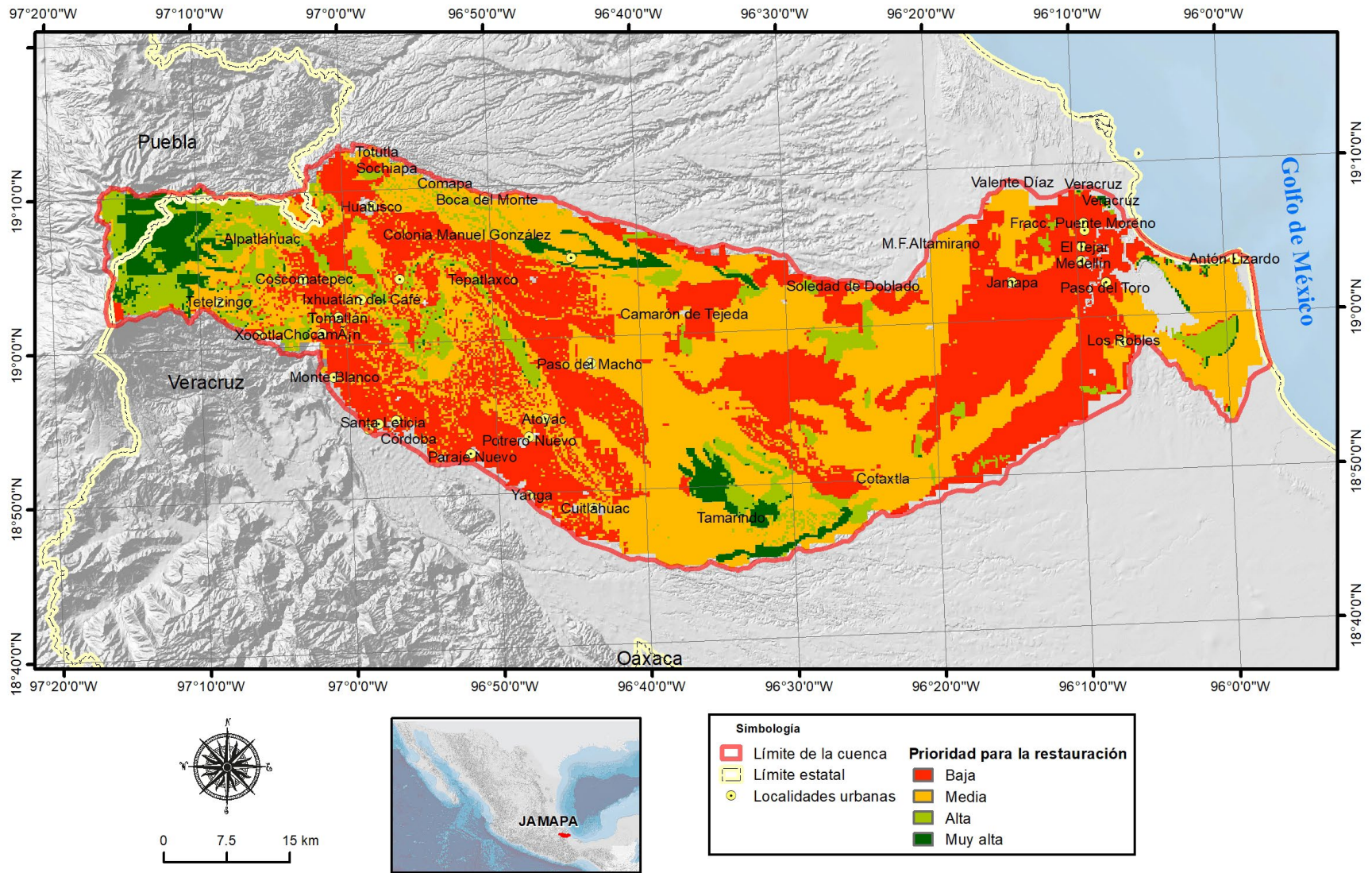
PRIORIZACIÓN TERRITORIAL PARA ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN

En esta etapa se identifican aquellos sitios cuyas características los hacen idóneos para la implementación de acciones enfocadas a la restauración y rehabilitación de la funcionalidad del territorio con vegetación natural. Se calificaron con muy alta prioridad aquellos sitios que cumplen con los siguientes criterios: sitios con media y baja provisión de servicios ambientales, con vegetación natural, dónde las proyecciones de tres MCG indican cambios en las condiciones bioclimáticas y que tengan una relación hídrica con la subcuenca de mayor demanda.

Figura 10. Diagrama conceptual para la identificación de sitios prioritarios para la implementación de acciones enfocadas a la restauración.



Mapa 31. Sitios prioritarios para la implementación de acciones de restauración y rehabilitación en la cuenca del río Jamapa.



Los sitios señalados en color verde claro y verde oscuro corresponden a aquellos que tienen necesidades de restauración para incrementar la provisión de servicios ambientales, tanto en cantidad como en calidad. En estos sitios se recomienda implementar acciones como:

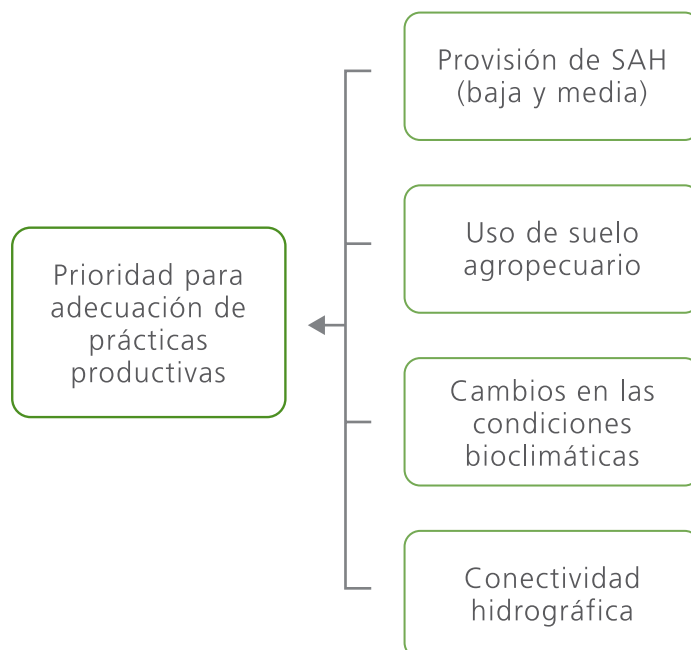
- Creación o fortalecimiento de viveros con especies nativas forestales y con frutales para la reforestación
- Rehabilitación y conservación de espacios riparios
- Reforestación con especies nativas
- Reforestación de dunas costeras
- Agroturismo
- Obras de conservación de suelos y abono: terrazas, zanjas de infiltración, cultivos de cobertera, jagüeyes, tinas, barreras vivas y muertas
- Mantenimiento de la reforestación para lograr alta supervivencia (chapear, fertilizar y podar)
- Mejoramiento de actividades cafetaleras



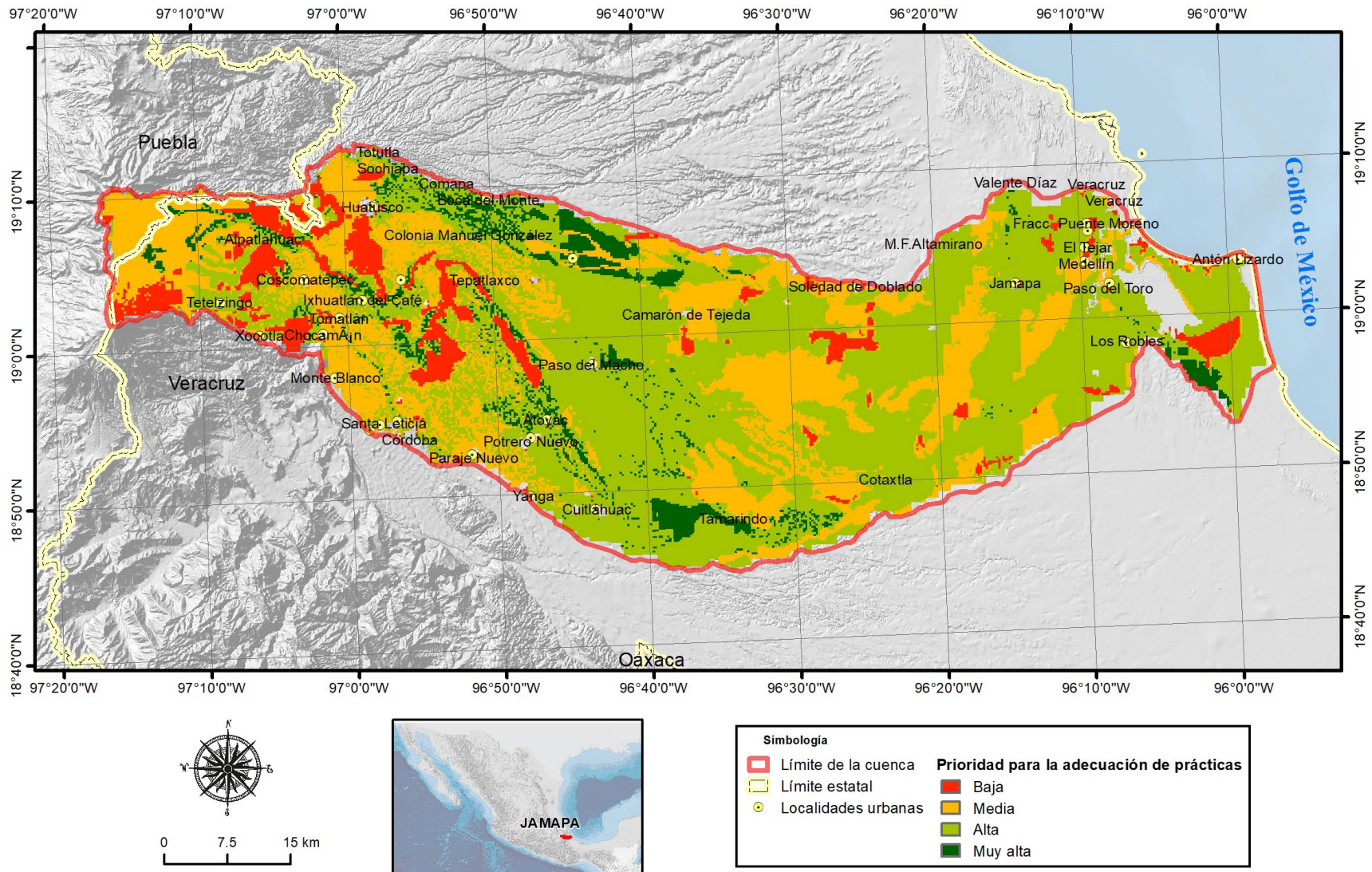
PRIORIZACIÓN TERRITORIAL PARA LA ADECUACIÓN DE PRÁCTICAS PRODUCTIVAS

En esta etapa se identifican aquellos sitios dónde se llevan a cabo actividades productivas actualmente y que tienen un impacto (tanto positivo como negativo) en la provisión del servicio ambiental evaluado. Se calificaron con muy alta prioridad aquellos sitios que cumplen con los siguientes criterios: sitios con media y baja provisión de servicios ambientales, con uso de suelo agropecuario, dónde las proyecciones de tres MCG indican cambios en las condiciones.

Figura 11. Diagrama conceptual para la identificación de sitios prioritarios para la implementación de acciones enfocadas a la adecuación de prácticas productivas.



Mapa 32. Sitios prioritarios para la adecuación de prácticas productivas en la cuenca del río Jamapa.



Los sitios señalados en color verde claro y verde oscuro corresponden a aquellos que tienen necesidades de adecuación de prácticas productivas para incrementar la provisión de servicios ambientales, tanto en cantidad como en calidad. En estos sitios se recomienda implementar acciones como:

- Prácticas agropecuarias adecuadas: agroforestales, siembra a curvas de nivel, intensificación ganadera, permacultura y parcelas forrajeras (ensilado)
- Difusión de prácticas agrosilvopastoriles (dar a conocer experiencias ya en marcha)





Karla Pérez

4

ACCIONES PARA LA CONSERVACIÓN DE SAH

Este capítulo está vinculado con el tercer objetivo particular de los PAMIC: Proponer y focalizar las acciones de intervención que promuevan la conservación, la restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos en las subcuencas de oferta de SAH. Al respecto, los PAMIC fueron conceptualizados con un enfoque dinámico y participativo en la planificación de las acciones en la cuenca, combinando datos científicos básicos y una fuerte participación de los actores principales. Aunque en el proceso de formulación y socialización de los PAMIC se realizan diversos talleres con actores clave, es en el desarrollo de este capítulo donde se aborda, con cierto detalle, dicha participación de actores, así como también, el impacto positivo de sus aportaciones.

Contando con los mapas de provisión de agua y susceptibilidad a la erosión, presentados en el capítulo anterior, los días 13 y 15 de julio del 2016, en las ciudades de Boca del río y Huatusco, respectivamente, se realizaron los talleres de identificación y caracterización de las actividades que conservan y detonan los servicios ambientales de la cuenca. Se realizaron dos talleres con el fin de favorecer la participación ampliada de los actores que inciden tanto en la dinámica de la parte media-baja de la cuenca como de la media-alta.

Los talleres permitieron identificar, ubicar espacialmente y caracterizar las actividades, tanto las que ya se llevan a cabo, como las que serían deseables, para lograr su implementación y priorización estratégica en el marco del PAMIC de la cuenca.

En el primer taller participaron 25 personas de la zona media-baja, entre otros:

A.

Representantes del sector productivo, en especial de la actividad pesquera;

B.

Instituciones públicas como la Comisión Federal de Electricidad (CFE), CONAGUA y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), así como los organismos operadores del agua (tanto el sistema metropolitano SAS como el de Boca del Río) y la Dirección de Ecología del Municipio de Boca del Río;

C.

Académicos y académicas del Colegio de Posgraduados (COLPOS) campus Córdoba, del Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías Región Veracruz de la Universidad Veracruzana (U.V.) y del Instituto Nacional de Ecología (INECOL);

D.

Organizaciones de la sociedad civil (OSC) como Amigos del Volcán al Mar, la Alianza de Educadores Ambientales, Costas Veracruzanas sustentables A.C. y el Consejo de Cuenca de los Ríos Tuxpan al Jamapa A.C.

En el segundo taller reunión a unas 45 personas de la zona media-alta, entre otros:

A.

Representantes del sector productivo, sobre todo de la actividad cafetalera que contó con una muy nutrida participación, así como la actividad ganaderas y forestal de pequeña escala (Cooperativa las Cañadas) y las actividades ecoturísticas (Cooperativa gruta del río Jamapa A.C.);

B.

Instituciones públicas como la CONAGUA y la CONANP a través del Parque Nacional Pico de Orizaba, así como representantes del organismo operador de la ciudad de Córdoba (Hidrosistema);

C.

Académicos y académicas de la Universidad Autónoma de Chapingo, del Sistema Enseñanza Abierta (SEA)-Sociología de la U.V. y del Instituto Tecnológico de Huatusco;

D.

OSCs como Productores de Alimentos para las Zonas Rurales de México A.C., Senderos y Encuentros para un Desarrollo Autónomo Sustentable (SENDAS) A.C., el Consejo de Cuenca de los Ríos Tuxpan al Jamapa A.C., la Unidad de Manejo Ambiental (U.M.A.) “*Mountain Forest*”, la Red de Agricultores Urbanos, la Coordinadora de Pueblos en Defensa del Río Atoyac, la Fundación Kolping A.C., Vinculación y Desarrollo Agroecológico en Café (VIDA) A.C., la Coordinadora de Organizaciones Cafetaleras de Huatusco A.C. y la Consultora Para El Desarrollo Rural y Ordenamiento Ambiental (CEDRO S.A. de C.V.).

Ambos talleres utilizaron la misma metodología. Desde la convocatoria e invitación de las personas se buscó la participación de la diversidad de intereses, actores, instituciones y niveles que convergen en el territorio de la cuenca. Se utilizaron estrategias para favorecer la participación como la utilización de mesas de trabajo (diez personas por mesa) para fomentar la intervención de todas y todos alrededor de los mapas de debate. Después de la identificación de actividades sobre los mapas, los actores caracterizaron las actividades, analizando por ejemplo, dónde es viable promoverlas, quién(es) pueden apoyar en su implementación, qué factores favorecen o impiden su desarrollo o cuál es su costo. Ya con dichas actividades identificadas y caracterizadas, se realizó una dinámica de priorización de dichas actividades en dos escenarios de inversión: presupuesto “holgado” y presupuesto “recortado”. En el primer ejercicio de priorización se le dotó a cada participante un presupuesto “holgado” y se pidió que de forma individual asignara un monto a cada una de las actividades previamente identificadas y caracterizadas. Los actores asignaron dichos montos en función de la importancia relativa que cada actividad tuviera para mejorar la salud de la cuenca. Después de haber puesto en común en la mesa de trabajo dichas asignaciones se le planteó a la mesa que había una

reducción al 20% del presupuesto original y que entonces decidieran, de manera colectiva, a qué se debería destinar el presupuesto. Las memorias de los talleres pueden consultarse en los siguientes enlaces:

Boca del Río:

<http://www.c6.org.mx/wp-content/uploads/2017/04/MEMORIA-TALLER-JAMAPA-BOCA-DEL-RÍO.pdf>

Huatusco:

<http://www.c6.org.mx/wp-content/uploads/2017/04/MEMORIA-TALLER-JAMAPA-HUATUSCO.pdf>



PROPUESTAS PRIORITARIAS DE PROVISIÓN DE SAH

Uno de los principales resultados de los talleres fue la lista priorizada con las actividades por realizar para conservar y detonar los dos servicios ambientales hidrológicos que la cuenca del río Jamapa provee. A continuación encontrará las actividades priorizadas en las diferentes zonas de la cuenca:

PARTE MEDIA-ALTA DE LA CUENCA

En la Tabla 28 se enlistan las cinco actividades principales que las dos mesas de trabajo en Boca del Río identificaron como prioritarias a la hora de enfrentar un escenario de presupuesto “recortado”. Se incluye igualmente la importancia relativa (en porcentaje respecto del presupuesto total) de cada actividad para cada una de las mesas.



María de los Ángeles León Chavez

Tabla 28. Principales actividades identificadas con un presupuesto reducido en la parte media-baja de la cuenca del río Jamapa.

Mesa 1		Mesa 2	
Sistemas de tratamiento de aguas residuales	25	Desarrollo de capacidades de la sociedad en torno a la visión de cuenca	25
Educación ambiental	25	Reforestación (arborización) de zonas riparias	20
Reforestación con especies nativas	20	Fiscalización de descargas (identificación descargas, seguimiento y sanciones)	15
Reforestación de dunas costeras	17,5	Tecnología bajo costo y alto impacto para uso óptimo de recursos forestales (estufas ahorradoras leña, viveros comunitarios)	15
Conservación de humedales	12,5	Agroturismo	12,5
		Obras captación e infiltración	12,5

PARTE MEDIA-BAJA DE LA CUENCA

En la Tabla 29 se enlistan las cinco actividades principales que cada una de las tres mesas de trabajo de Huatusco identificaron como prioritarias a la hora de enfrentar un escenario de presupuesto “re-cortado”. Se incluye igualmente la importancia relativa (en porcentaje respecto del presupuesto total) de cada actividad para cada una de las mesas.

Tabla 29. Principales actividades identificadas con un presupuesto reducido en las 3 mesas de la parte media-alta de la cuenca del río Jamapa con su importancia relativa.

Mesa 3		Mesa 4		Mesa 5	
Actividad	%	Actividad	%	Actividad	%
Reforestación con especies apropiadas de bosque de niebla (colectivas en espacios públicos)	12.5	Apoyo a la conservación del cafetal de sombra con enfoque agroecológico	30	Educación ambiental y promoción de ecotécnicas	27
Mantenimiento de la reforestación para lograr alta supervivencia (chapear, fertilizar, podar)	12.5	Tratamiento de aguas residuales (urbanas y agroindustriales)	25	Mejoramiento de actividades cafetaleras: café orgánico de sombra, secadores solares comunitarios, beneficios ecológicos, intercalar árboles de sombra que aporten nutrientes	20
Concientización: educación ambiental con enfoque de cuenca y educación ciudadana	10	Difusión de prácticas agrosilvopastoriles (dar a conocer experiencias ya en marcha)	20	Creación de viveros con especies nativas forestales y con frutales para la reforestación	19
Promover ecotécnicas que disminuyan presión sobre el bosque: Centros de capacitación para la sustentabilidad	7.5	Conservación de bosques en ANPs y APCs.	15	Obras de conservación de suelos y abono: terrazas, zanjas de infiltración, cultivos de cobertera, jagüeyes, tinas, barreras vivas y muertas	19
11 actividades con el 5% del presupuesto		Rehabilitación y conservación de espacios riparios	10	Prácticas agropecuarias adecuadas: agroforestales, siembra a curvas de nivel, intensificación ganadera, permacultura, parcelas forrajeras (ensilado)	15

En el conjunto de las tres mesas las actividades que identificaron como prioritarias fueron:

- Educación ambiental y promoción de ecotécnicas
- Apoyo a la conservación del cafetal de sombra con enfoque agroecológico
- Reforestación con especies apropiadas de bosque de niebla (privilegiar reforestaciones colectivas en espacios públicos) y el mantenimiento de las mismas para lograr una alta supervivencia.

Los participantes en este taller fueron en su mayoría habitantes de la zona cafetalera de Huatusco-Córdoba o colaboradores o integrantes de instituciones de la zona (CRUO, las Cañadas, organizaciones cafetaleras, etc.). Adicionalmente, de la zona de montaña alta en torno al Pico de Orizaba asistieron representantes de la CONANP. En conjunto las preocupaciones y propuestas expresan una visión focalizada en la zona alta y media de la cuenca, siendo notoria la ausencia de actividades identificadas para la zona baja de la cuenca.

Las actividades que fueron más altamente priorizadas fueron las relacionadas con la conservación y restauración de suelos, más que las orientadas hacia la promoción del cafetal de sombra, cuyas actividades asociadas quedaron hasta el octavo lugar de prioridad. Este hecho ilustra que los participantes – cafetaleros en gran parte- enfocaron sus propuestas pensando en los servicios ambientales de la cuenca y no desde su problemática productiva, siendo este un buen inicio para la construcción de consensos hacia un Plan de Acción de Manejo Integral de Cuenca Hídrica.

FOCALIZANDO LAS ACCIONES PRINCIPALES

Con base en los ejercicios de priorización y junto con la información obtenida en los talleres, se identificaron los sitios donde la implementación de acciones tendrá una mejor retribución ambiental, en términos de Servicios Ambientales Hidrológicos (SAH).



Mapa 33. Focalización de actividades de conservación, restauración y adecuación de prácticas en la cuenca del río Jamapa.

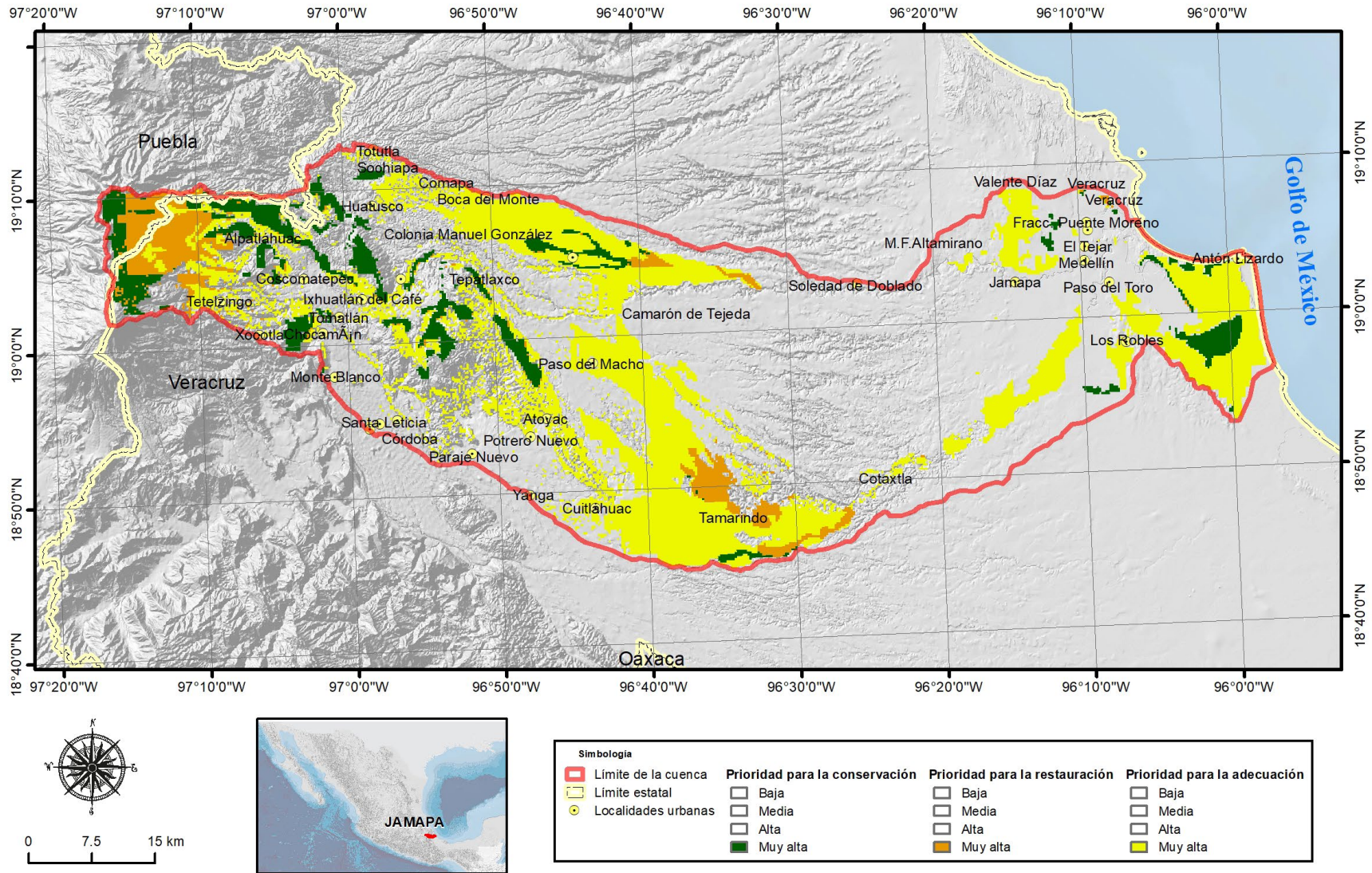


Tabla 30. Las diez actividades a promover en la cuenca y su priorización territorial

Actividad	Priorización territorial
Concientización: educación ambiental con enfoque de cuenca y educación ciudadana	Toda la cuenca
Sistemas de tratamiento de aguas residuales (urbanas y agroindustriales)	Toda la cuenca, sobre todo zonas urbanas
Apoyo para el mejoramiento de actividades cafetaleras	Conservación/Restauración
Conservación de bosques en ANP y APC	Conservación
Obras de conservación de suelos y abono: terrazas, zanjas de infiltración, cultivos de cobertera, jagüeyes, tinas, barreras vivas y muertas	Restauración/Adecuación
Difusión de prácticas agrosilvopastoriles (dar a conocer experiencias ya en marcha)	Adecuación
Creación de viveros con especies nativas forestales y con frutales para la reforestación	Restauración
Reforestación de dunas costeras	Restauración
Reforestación (arborización) de zonas riparias	Restauración
Reforestación con especies nativas	Restauración

CARACTERIZACIÓN DE PRINCIPALES ACCIONES

En esta sección se presenta la caracterización de cuatro de las principales actividades identificadas durante ambos talleres. Se hizo este ejercicio para todas las actividades en los 2 talleres. Si se desea conocer alguna otra actividad en detalle favor consultar las memorias de los talleres de Jamapa en www.c6.org.mx.

Educación Ambiental

1

¿Qué?

Actividad identificada en ambas mesas del taller de Boca del Río así como en dos de las tres mesas de la parte media-alta. En algunas mesas se identificó que temáticamente debería centrarse en “el ciclo del agua”, en otras la perspectiva de cuenca y otras en fortalecer las capacidades de colaboración en red para la incidencia en políticas públicas y orientar financiamientos para el manejo de cuenca.

En el taller de Huatusco se incluyó además la promoción de ecotécnicas en este proceso de capacitación.

¿Dónde?

Los actores plantean realizar esta actividad en alianza con el sector educativo, en especial en comunidades rurales (escuelas de nivel básico). En la cuenca existe el antecedente del proyecto “Del volcán al mar” que trabajó en 28 municipios a lo largo de la cuenca. Actores de los municipios de la parte alta coinciden en la necesidad de incluir a Fortín, Huatusco y Córdoba en estos procesos de fortalecimiento de capacidades.



¿Cuánto y con quiénes?

Basado en esta última experiencia se planteó que el costo aproximado de esta acción podría acercarse a los dos millones y medio para esos 28 municipios. Otras mesas coincidieron bastante con este presupuesto, pues planteaban un costo anual de unos 150 mil pesos por año por municipio. Adicionalmente si se retoma la propuesta de incluir ecotécnicas como parte de este proceso de capacitación, los costos asociados serían aproximadamente de \$900 MXN por un filtro de aguas grises y entre \$1,500 y 2,220 MXN por una estufa ahorradora. Como posibles fuente de financiamiento se identificó a:

- Dependencias federales, estatales y municipales en especial SEP-SEV y CECADESU
- Empresarios / industria
- Banamex
- Otras: SAS, FAV, CONAGUA, CONAFOR, API
- Fundación Azteca
- Fundación Gonzalo Río Arronte
- Fundación Slim
- CONANP, promotores para educación ambiental
- Alianza de Educadores Ambientales para el Golfo de México y Caribe, A.C.
- Consorcio de Instituciones de Investigación Marina del Gran Ecosistema Marino del Golfo de México (CIIMarGOM)

Retos

Uno de los principales factores que pueden favorecer la implementación de esta actividad es la existencia de una creciente valorización de los problemas ocasionados por el cambio climático y ello es una atribución de los organismos reguladores de la gestión del agua. Igualmente existe un plan de educación ambiental implementado en el sector educativo

Los principales factores que impiden la implementación tienen que ver con que muchas veces privan intereses políticos partidistas y personales, los tiempos electorales, a la hora de asignar recursos. En general se identifica una falta de voluntad política. Asimismo se identificó como débil la visión de cuenca tanto del gobierno como de la sociedad así como una falta de recursos económicos y humanos.

Con el fin de superar esos factores que impiden la implementación se identificaron algunos elementos que contribuirían a superar estos obstáculos:

- Presentación de programas para desarrollar propuestas
- Convenios
- Aprovechar la creciente preocupación sobre los desastres naturales ligados al mal manejo de las cuencas
- Informar y concientizar a la ciudadanía
- Empoderar a la ciudadanía para vigilar, e incidir en política públicas que incorporen visión de cuenca
- Alianzas con grupos interesados en promover el cuidado del medio ambiente

Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales

2

¿Qué y dónde?

Promover sistemas de tratamientos de aguas residuales para aguas residuales de origen urbano y/o de origen agroindustrial, especialmente en centros de población como Córdoba y Huatusco en la parte media-alta de la cuenca. Esta actividad fue identificada en al menos una mesa en cada taller.

¿Cuánto y quiénes?

Las plantas de tratamiento de gran tamaño, para ciudades como Córdoba pueden costar entre \$150 a \$300 millones de pesos. La construcción de una planta de tratamiento de mediano tamaño (capacidad para tratar 5 litros por segundo), para zonas urbanas como Huatusco o Coscomatepec, cuestan unos \$ 9 millones. No hay que olvidar que a estos costos de construcción hay que incorporarle los costos de operación, que oscilan entre los 16 mil pesos por cada mil litros según las y los participantes. Como posibles fuentes de financiamiento se identificó a:

- PEF (CDD) Cámara de Diputados,
- SHCP
- Gobierno de estado
- Gobierno federal a través del municipio
- El sector empresarial

Asimismo se identificaron varios socios potenciales con quienes se puede contar para promover esta actividad; CONAGUA, los ayuntamientos, los organismos operadores o comités del agua, los comités de cuenca, ONGs, U.V., Universidad de Chapingo, Colegio de Posgraduados o INECOL.



Retos

Uno de los principales factores que pueden FAVORECER la implementación de esta actividad es la intervención de la sociedad civil y los cambios en la Ley de Coordinación Fiscal. Igualmente existe una opinión pública sobre el tema de la contaminación de ríos que presiona cada vez más. Igualmente existen datos de estudios de monitoreo del agua de la U.V. específicos para la zona de Córdoba que pueden servir de insumo. Cuando se platicó de sistemas de tratamiento se reconoció la existencia de plantas de tratamiento con tecnologías alternativas que ya se encuentran instaladas y han tenido excelentes resultados así como bajos costos de operación.

Los principales factores que impiden la implementación de esta actividad tienen que ver con la falta de voluntad política, el desconocimiento de muchos municipios acerca de cómo gestionar este tipo de recursos, los elevados costos de operación de una planta de tratamiento compleja y la falta de una cultura integral del agua, que visualice, por ejemplo la posibilidad de reutilizar de forma ampliada las aguas servidas, de disminuir los residuos en origen, etc.

Con el fin de superar estos factores se identificaron algunos elementos que contribuirían a superar estos obstáculos:

- Una alta participación social
- El cobro de un impuesto especial a contaminadores, con especial atención a los beneficios de café, los trapiches, los ingenios azucareros y los grandes centros de población / fraccionamientos
- Posibilidad de separar las aguas pluviales en origen
- Existencia de ejemplo regional y locales con tecnologías alternativas para el tratamiento de aguas residuales

Apoyo a la Conservación del Cafetal de Sombra

3

¿Qué y dónde?

Apoyo a la conservación del cafetal de sombra con enfoque agroecológico. Promover actividades para el mejoramiento del cafetal y su producción: café orgánico de sombra, secadores solares comunitarios, beneficios ecológicos, intercalar árboles de sombra que aporten nutrientes, entre otras.

Estas actividades se promoverían en la franja cafetalera de la cuenca, la cual coincide con la distribución del bosque mesófilo. Se buscaría acercamiento a productores y productoras con cafetales de sombra existentes, así como aquellas y aquellos interesados en aumentar la sombra.

¿Cuánto y quiénes?

El costo de promover la diversificación productiva del cafetal y asociarlo con macadamia, por ejemplo, tiene un costo de unos 20,000 pesos/ ha. Hay algunas ecotécnicas que pueden promoverse como el uso de secadores solares 6,000 pesos y los beneficios húmedos ecológicos 38,000 pesos.

Como posibles fuente de financiamiento se identificó a SAGARPA y CONAFOR.

Asimismo se identificaron varios socios potenciales con quienes se puede contar para promover esta actividad en el río Jamapa, por ejemplo la U.V., la Universidad de Chapingo (en especial el Centro Regional Universitario-CRUO de Huatusco), así como uniones de productores y empresas como Nestlé/AMSA.

Retos

Uno de los principales factores que pueden favorecer la implementación de esta actividad es la existencia de organizaciones cafetaleras (como la Coordinadora de Organizaciones Cafetaleras de Huatusco). Asimismo existen estudios y proyectos ya desarrollados y otros en proceso en los centros de investigación de la región como el INECOL y el CRUO.

Los principales factores que impiden la implementación de esta actividad tienen que ver con los bajos precios del café, la especulación existente en el mercado, las afectaciones de la roya y la consiguiente promoción de variedades de sol o la falta de un manejo realmente integral de la cafecultura. En el tema de mercado se identificó además que la cadena productiva se encuentra rota y hay una falta de vinculación entre los productores y el mercado.

Con el fin de superar estos factores se identificaron algunos elementos que contribuirían a superar estos obstáculos:

- Apoyarse en las redes nacionales e internacionales de comercio justo
- Aprender de las alternativas de diversificación de la producción y las que le dan un valor agregado al café

Hacia la Restauración de Varios Ecosistemas Clave

4

¿Qué y dónde?

Alrededor de las reforestaciones y su mantenimiento, todas las mesas de trabajo alrededor de uno u otro ecosistema, propusieron la importancia de llevarlas a cabo y darles seguimiento a través de cuatro grandes tipos de actividades:

A.

Reforestación con especies apropiadas de bosque de niebla en espacios colectivos / espacios públicos. Retomar la experiencia de la zona del Metlac (cuenca río Blanco) donde en zonas de bosque mesófilo u agricultura se han promovido reforestaciones colectivas con voluntarias y voluntarios.

B.

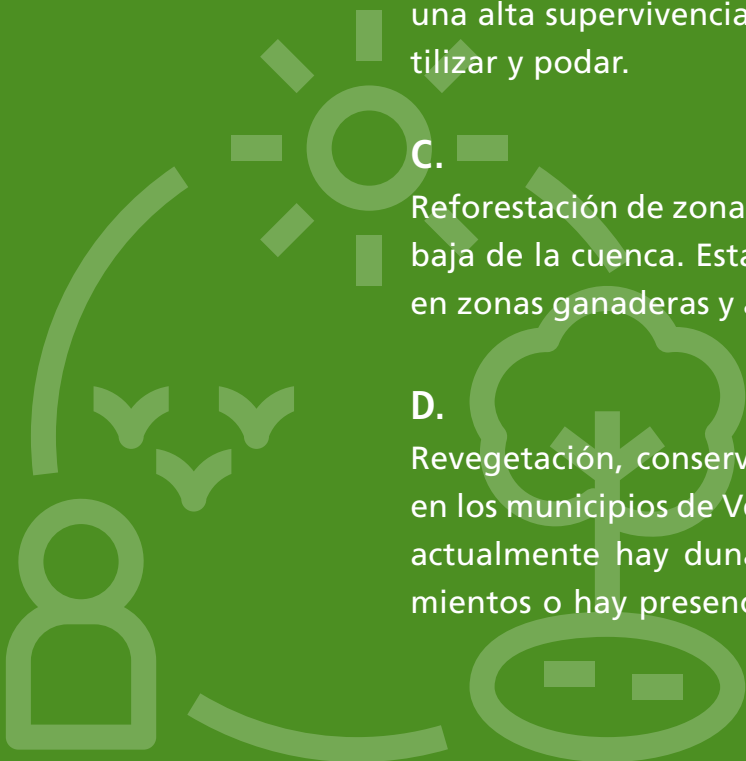
En zonas con cafetales de sombra (por ejemplo, alrededor del municipio de Comapa) se planteó el enriquecimiento de cafetales con mayor diversidad arbórea y arbustiva, así como dar mantenimiento a la reforestación ya existente para alcanzar una alta supervivencia. Estas actividad incluirían chapear, fertilizar y podar.

C.

Reforestación de zonas riparias ya sea en la zona alta, media o baja de la cuenca. Esta rehabilitación de cauces se priorizaría en zonas ganaderas y agrícolas rivereñas.

D.

Revegetación, conservación de dunas y protección de playas en los municipios de Veracruz, Boca del Río, o Alvarado donde actualmente hay dunas y playas, existen algunos fraccionamientos o hay presencia de vegetación halófila o pionera.



¿Cuánto y quiénes?

* Existen varias estrategias para realizar las actividades antes descritas. En el caso de reforestaciones en espacios públicos ha funcionado la donación de planta y la participación de voluntarias y voluntarios. En esos casos han participado financieramente la Cervecería Cuauhtémoc-Moctezuma o CONAFOR y han sido socios estratégicos Fundación ADO, Pronatura y la alianza con los transportistas de la región de Córdoba-Orizaba.

* Para el mantenimiento en zonas de cafetal se deben contemplar unos 10 jornales al año por hectárea para el chapeo. Si involucra cafetales una instancia financiadora puede ser SAGARPA. La asociación con Chapingo, el COLPOS o Pronatura ha funcionado en el río Jamapa para proveer abono. Resulta fundamental la coordinación con los cafetaleros de sombra.

* En el caso de ríparios el costo es de unos 20,000 pesos (caso de franjas de 100 m. lineales x 10 m. de ancho). Este costo incluye el cercado de exclusión, la planta y los jornales. Existen instancias como CONAGUA a través del programa FONDEN, SAGARPA con el PROGAN. o CONAFOR con los Fondos especiales para manejo con enfoque de cuenca que pudieran financiar estas actividades. Pudiera incluso buscarse el financiamiento de los organismos operadores de Veracruz-Boca del Río-Medellín (antes SAS) pues la alta carga de sedimentos en la planta potabilizadora supone un costo de remoción relativamente alto a lo largo del año. Para esta actividad los socios estratégicos identificados fueron las asociaciones civiles, actores académicos, municipios y las uniones ganaderas.

* El trabajo restauración en dunas tiene un costo de unos 410 pesos por m² de duna. Las posibles instituciones financiadoras serían hoteles, restaurantes, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), la Secretaría de Turismo (SECTUR) o el Programa Nacional de Infraestructura.

Retos

Muchos de los factores que pueden favorecer la implementación de las actividades de reforestación antes descritas son generales, como la necesidad de vincular estas actividades de reforestación con alguna actividad productiva (sea cafetalera, ganadera o turística). Igualmente la mayoría de estas acciones son medidas de adaptación al cambio climático por lo que ello pudiera favorecer la implementación a través de algún financiamiento al respecto. Otros factores particulares son; la existencia de organizaciones de voluntarios y la convocatoria utilizando medios de comunicación y redes sociales en el caso de eventos públicos de reforestación. Para la reforestación riparia un factor posibilitador es la atribución de CONAGUA sobre el área federal.

Los principales factores que impiden la implementación de estas actividades tienen que ver con el desconocimiento de la importancia de las mismas y con la poca planeación (desarrollo urbano / cafetalero / ganadero). En otros casos, tiene que ver la falta de asesoría técnica especializada que acompañe todo el proceso y determinar, por ejemplo qué especies son las más adecuadas (en los diferentes tipos de ecosistema), qué tareas de mantenimiento deben llevarse a cabo, cómo minimizar el uso de fertilizantes químicos, etc. Existió consenso acerca de que un factor que no contribuye es la falta de voluntad política y de una visión integral de la cuenca; se sigue trabajando de forma fragmentada. En el caso de la ganadería/agricultura no existen suficientes esquemas incentivadores que motiven la reforestación y conservación a largo plazo de las áreas riparias. Para el caso de las dunas costeras se debe concientizar a tod@s de la importancia de este ecosistema, (una playa es más que arena; son playas con dunas; un ecosistema trascendental para el Golfo de México.

Con el fin de superar estos factores se identificaron algunos elementos que contribuirían a superar estos obstáculos:

- Desarrollar programas integrales de manejo de áreas riparias, asignando recursos para la restauración y para el mantenimiento y conservación a largo plazo.
- Apoyarse en los programas de educación ambiental y en las organizaciones existentes en la región que trabajan al respecto.
- Existencia de programas de desarrollo municipal para las zonas metropolitanas de Córdoba y Veracruz sobre los que se puede uno apoyar e incidir.
- Se identificó que existe suficiente información técnica al respecto para lograr la restauración de estos ecosistemas. En muchas ocasiones el reto es su difusión.



Referencias

Cotler, H. (compiladora). (2007). «El manejo de cuencas en México; Estudios y perspectivas para orientar la política ambiental» México: SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología. 2a. Edición. México, D.F.

de Groot, R., Wilson, M.A., Boumans, R.M.J. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41 (3), p 393-408.

Fisher B, Turner KR, Morling P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics* 68 (3), 643–653.

Fu, B. P. 1981, On the calculation of the evaporation from land surface (en Chino), *Sci. Atmos. Sin.*, 5, 23– 31.

Gutiérrez, J. (1992). *La ciudad y la organización regional*. Editorial Cíncel. España.

Hamel, P. and Guswa, A. J. (2015a): Uncertainty analysis of a spatially explicit annual water-balance model: case study of the Cape Fear basin, North Carolina, *Hydrological Earth Systems Science.*, 19, 839-853, doi:10.5194/hess-19-839-2015.

Hamel, P., Chaplin-Kramer, R., Sim, S., Mueller, C. (2015b). A new approach to modeling the sediment retention service (InVEST 3.0): Case study of the Cape Fear catchment, North Carolina, USA. *Science of the Total Environment*. Vols 524–525, p 166–177.

Lugo Hubp, José. (2011). *Diccionario Geomorfológico*. México: UNAM, Instituto de Geografía.

Mateo J. 1984. *Apuntes de Geografía de los Paisajes*. Universidad de La Habana, Ministerio de Educación Superior. La Habana, 470 p.

Meffe GK, Carroll CR. (1994). *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Associates, Sunderland, MA.

Moreno, A.D. e I. Renner (eds.) (2007). «Gestión integral de cuencas, la experiencia del proyecto regional cuencas andinas». Centro Internacional de la papa (CIP), Lima, Perú. 256 pp.

Ortiz-Pérez, M.A. (2010). Clasificación ecogeográfica de cuencas hidrográficas: el caso de México. En: SEMARNAT-INE. *Las cuencas Hidrográficas de México: Diagnóstico y Priorización*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales - Instituto Nacional de Ecología / Fundación Gonzalo Río Arronte. ISBN 978-607-7655-07-7

Renard, K., Foster, G., Weesies, G., McCool, D., Yoder, D. (1997). *Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the revised soil loss equation*

Sánchez-Colón, S., Trejo-Vázquez, I., Vázquez, R. (2016). Actualización y análisis del impacto del cambio climático en zonas bioclimáticas de México con nuevos escenarios de cambio climático. Proyecto: 00086487 Plataforma de colaboración sobre Cambio Climático y Crecimiento Verde entre Canadá y México 2013-2016. Producto 3 Escenario base de zonas bioclimáticas en México y escenarios bioclimáticos futuros según escenarios de cambio climático. (Informe Inédito).

SEMARNAT-INE (2010). *Las cuencas Hidrográficas de México: Diagnóstico y Priorización*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales - Instituto Nacional de Ecología / Fundación Gonzalo Río Arronte. ISBN 978-607-7655-07-7

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., Verutes, G., Kim, C.K., Guannel, G., Papenfus, M., Toft, J., Marsik, M., Bernhardt, J., Griffin, R., Glowinski, K., Chaumont, N., Perelman, A., Lacayo, M. Mandle, L., Hamel, P., Vogl, A.L., Rogers, L., and Bierbower, W. (2016). *InVEST 3.X User's Guide*. The Natural Capital Project, Stanford University, University of Minnesota, The Nature Conservancy, and World Wildlife Fund.

Terrado, M., Acuña, V., Ennaanay, D., Tallis, H., Sabater, S. (2014). Impact of climate extremes on hydrological ecosystem services in heavily humanized Mediterranean basin. *Ecological Indicators*. Vol. 37. 199–209.

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 Resources Research*. Vol. 40 (2).

Glosario

• **Aprovechamiento sustentable.** La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por períodos de tiempo indefinidos (LGEEPA, última reforma publicada el 9 de enero de 2015, Art. 3, n. III).

• **Conservación (ex aequo) Protección.** El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro (LGEEPA, última reforma publicada el 9 de enero de 2015, Art. 3, n. XXVII).

• **Regionalización.** Proceso de “análisis científico mediante el cual se logra la caracterización, sistematización y clasificación taxonómica de las unidades regionales. Consiste en determinar el sistema de división territorial de individuos espaciales de cualquier tipo (administrativos, económicos, naturales, etc)” (Mateo, 1984). Delimitación geográfica que se realiza en consideración de elementos comunes, sean económicos, sociales, culturales, geográficos, administrativos y/o políticos. Representa un medio adecuado para la toma de decisiones que promuevan el desarrollo en el proceso de planeación. Implica la división de un territorio en áreas menores con características comunes y representa una herramienta metodológica básica en la planeación ambiental, pues permite el conocimiento de los recursos para su manejo adecuado. La importancia de regionalizaciones de tipo ambiental estriba en que se consideran análisis basados en ecosistemas, cuyo objetivo principal es incluir toda la heterogeneidad ecológica que prevalece dentro de un determinado espacio geográfico para, así, proteger hábitats y áreas con funciones ecológicas vitales para la biodiversidad, las cuales no hubiesen sido consideradas con otro tipo de análisis (CONABIO).

• **Rehabilitación.** “Se refiere a cualquier intento por recuperar elementos de estructura o función de un ecosistema sin necesariamente intentar completar una restauración ecológica a una condición específica previa” (Meffé y Carrol, 1994).

• **Restauración ecológica.** “Búsqueda de la recuperación integral de los ecosistemas degradados en términos de su estructura, composición de especies, funcionalidad y autosuficiencia, semejantes a las presentadas originalmente” (Meffé y Carrol, 1994).

• **Restauración.** Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y la continuidad de los procesos naturales (LGEEPA, última reforma publicada el 9 de enero de 2015, Art. 3, n. XXXIV).

• **Servicio ambiental.** Fenómeno estrictamente ecológico (estructura, proceso, función) cuyo uso se convierte en servicio si los humanos se benefician de ellos, sin beneficiarios no hay servicio (Fisher et al, 2009., de Groot, 2002). Beneficio ambiental tangible e intangible, generado por los ecosistemas, necesario para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y

para que proporcione beneficio al ser humano (LGEEPA, última reforma publicada el 9 de enero de 2015, Art. 3, n. XXXVI).

• **Usuarios de zonas de provisión.** Objeto en el territorio que se beneficia directamente de la zona de provisión de servicios ambientales.

• **Zonas de provisión de SAH.** Áreas donde la interacción espacial y temporal de atributos territoriales dan lugar a procesos de los cuales los humanos se benefician.

