

# Cuencas y áreas naturales protegidas: el manejo integrado de los recursos naturales en el Pico de Tancítaro, Michoacán

JOSÉ DE JESÚS ALFONSO FUENTES JUNCO



## INTRODUCCIÓN

El manejo de los recursos naturales es un problema complejo. El caso del agua en un área natural protegida plantea un dilema difícil dadas las características sociales y ambientales que deben considerarse durante el proceso de planeación ambiental: tenencia de la tierra compleja, grupos sociales con diferentes grados de organización, procesos intensos de cambio de uso del suelo, deterioro ambiental; todo ello junto con una biodiversidad alta y endemismos presentes

en los ecosistemas. La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SEMARNAT) ha formulado y puesto en marcha planes de manejo en áreas naturales protegidas, (<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/consulta>). Este trabajo propone un acercamiento a tal problemática para el caso del parque nacional Pico de Tancítaro, en el estado de Michoacán. Esta investigación enfatiza el recurso hídrico como eje rector del futuro plan de manejo, a través del cual deben



desarrollarse estrategias para los demás recursos naturales del parque nacional (Fuentes 2000 y 2002, Garibay y Bocco 1999, Bocco 2002).

La hipótesis de trabajo sugiere que Tancítaro posee una mayor importancia ambiental como fuente de agua, al ser este recurso el factor que integra a la región, que como sitio de importancia biológica.

El objetivo es ofrecer las bases necesarias para un plan de manejo sólido que deberá ser diseñado en conjunto con las comunidades que habitan la región.

### EL ENTORNO SOCIAL

El Parque Nacional Pico de Tancítaro se ubica en la confluencia de los municipios de Tancítaro, Nuevo San Juan Parangaricutiro, Peribán de Ramos, Los Reyes y Uruapan en el estado de Michoacán (figura 1). La población directamente afectada por las condicio-

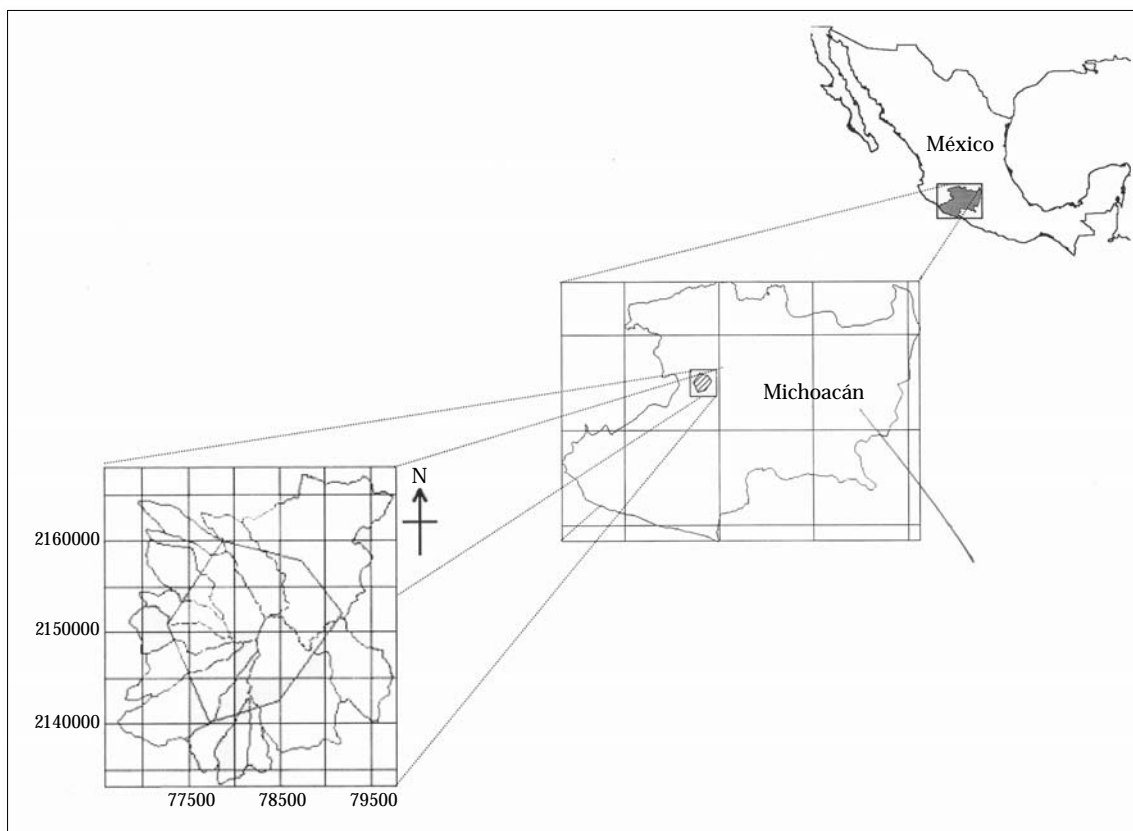
nes ambientales del parque nacional es de 40,700 habitantes. De estos, un total de 6,502 habitantes, es decir el 16%, se localiza dentro del parque nacional —incluyendo a la población de Tancítaro—.

Las actividades económicas que se realizan dentro del parque son de carácter primario: básicamente forestales maderables y no maderables, cultivo de frutas (principalmente aguacate y durazno), ganadería extensiva y agricultura de temporal, especialmente maíz. Fuera del parque las actividades predominantes son el cultivo de aguacate, la ganadería y la agricultura de temporal.

Garibay y Bocco (2000) analizaron la problemática de las áreas naturales protegidas en relación con la legislación ambiental y el acceso a los recursos, definiendo sitios sociales para cada municipio, comunidad o grupo de propietarios que hacen uso de los recursos del Tancítaro. Los autores encontraron que dicho parque se encuentra sometido a fuertes presiones por el uso de los recursos que hacen los diferentes actores sociales que allí interactúan. De ellos, hay tres que son comunidades indígenas: Santa Ana Zirosto, San Juan Nuevo Parangaricutiro y Caltzontzin. Los demás sitios están constituidos por pequeños propietarios y ejidatarios. Según dichos especialistas, «el entramado de intereses y relaciones sociales en el área del Parque Nacional Pico de Tancítaro es complejo; en ella están presentes tres comunidades de matriz indígena, tres ejidos y aproximadamente 170 propietarios privados. Todos ellos tienen control directo de una porción mayor o menor del territorio y siguen lógicas económicas y prácticas culturales distintas.»

De esta forma, el manejo actual del parque se caracteriza por el uso fragmentado del recurso y está sujeto a criterios y normas diferentes lo que vuelve difícil su conservación y protección. El resultado es que cada sitio social posee un nivel de acceso, uso y disfrute de sus recursos diferente que puede ser evaluado (cuadro 1).

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DEL PICO DE TANCÍTARO Y SUS CUENCAS EN EL ESTADO DE MICHOACÁN



CUADRO 1. RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DE LOS SITIOS SEGÚN CRITERIOS DE FORTALEZA INSTITUCIONAL

SITIO SOCIAL	EVALUACIÓN
Sitio 1 San Juan	Fuerte a muy fuerte
Sitio 2 Caltzontzin	Débil
Sitio 3 Zirosto	Regular
Sitio 4 Paso la Nieve	Muy débil a débil
Sitio 5 La Majada	Débil a regular
Sitio 6 Parástaco	Muy débil
Sitio 7 Apo	Regular
Sitio 8 El Jazmín	Muy débil a débil
Sitio 9 Zirimóndiro	Débil
Sitio 10 La Peña	Muy débil a débil
Sitio 11 La Soledad	Muy débil a débil

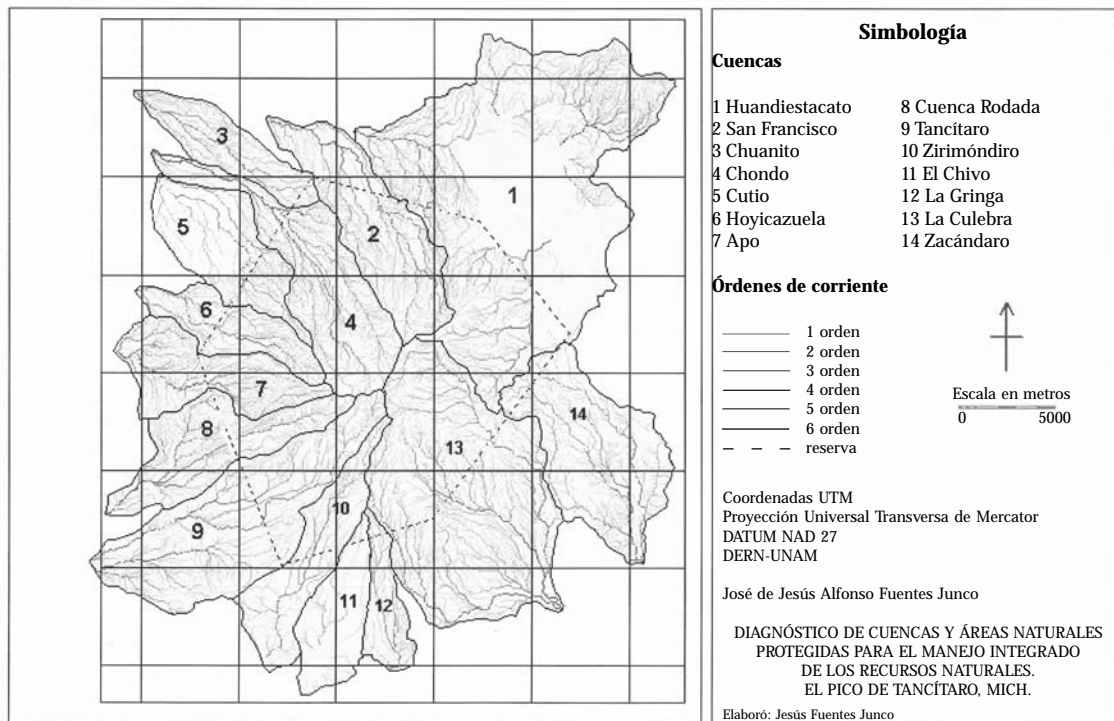
La hidrometría de cuencas permite conocer las características físicas, volumétricas y geométricas que definen a una cuenca desde el punto de vista hidrológico. Dichas características se pueden correlacionar con aspectos tales como la disponibilidad de agua, los riesgos naturales y el manejo de cuencas (Verstappen 1983).

Uno de los parámetros hidrométricos más usados desde el punto de vista geomorfológico, geológico y de la disponibilidad de agua en función de la capacidad volumétrica de la cuenca es la red hidrográfica y el orden de corriente<sup>1</sup> de la cuenca. En el Tancítaro la red es característica de zonas volcánicas, presentando arreglos radiales, de tipo dendrítico, subdendrítico o subparalelo como en el caso de conos volcánicos o redes no estructuradas producidas por lavas recientes (figura 2).

La densidad de drenaje constituye otro parámetro que permite correlacionar la capacidad volumétrica de la cuenca con el volumen de almacenamiento de agua, cuando las condiciones climáticas y geológicas son homogéneas entre las demás cuencas. En este sentido, teóricamente, las que cuentan con mayor densidad de drenaje poseen una mayor capacidad para colectar el agua de lluvia y viceversa. En el Pico de Tancítaro, las cuencas de mayor densidad son: Apo, Barranca Rodada y Chondo con densidades de drenaje por encima de los cinco km/km<sup>2</sup>, mientras que las de menor densidad son El Chivo y la unidad hidrográfica denominada Lavas del Paricutín con menos de dos km/km<sup>2</sup> (cuadro 2).

La forma de una cuenca es otro parámetro hidrométrico que nos permite saber que tan rápido el agua es conducida desde la cabecera hasta la salida de la cuenca; a este parámetro se le conoce como índice de compacidad. Teóricamente, una cuenca que se acerca a

FIGURA 2. RED DE DRENAJE DEL TANCÍTARO



una forma circular tendrá una respuesta más rápida de sus aguas que una que sea más bien alargada (Saxton y Shiau 1990: 77-78, Verstappen 1983: 68). Las cuencas

con descargas máximas instantáneas son las localizadas en la porción sur-oriental del Tancítaro: La Culebra, Zacándaro y Huandiestacato (cuadro 2).

CUADRO 2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS CUENCAS DEL PARQUE NACIONAL PICO DE TANCÍTARO

CUENCA	ÁREA (KM <sup>2</sup> )	ALTURA MEDIA (M)	ORDEN DE CORRIENTE	DENSIDAD DE DRENAJE (KM/KM <sup>2</sup> )	ANCHO (KM)	LONGITUD DE CAUCE PRINCIPAL (KM)	TIPO DE COMPACIDAD	DISPONIBILIDAD DE AGUA
Apo	29.7	2318.8	5	5.6	5.4	11.4	Oval oblonga a rectangular oblonga	Moderada
Barranca Rodada	33.8	2277.9	5	5.4	4.6	14.2	Oval oblonga a rectangular oblonga	Baja
Cutio	31.7	1892.1	4	4.8	5	11.8	Oval redonda a oval oblonga	Moderada
Chondo	45.6	2609.8	5	5.0	4.4	13.2	Oval oblonga a rectangular oblonga	Moderada
Chuanito	20.7	1782.3	4	4.2	2.9	11	Oval redonda a oval oblonga	Alta
El Chivo	21.2	2005.1	3	1.8	3.8	9.9	Oval redonda a oval oblonga	Baja
Hoyicazuela	20.3	2421.3	4	4.9	2.9	10.7	Oval oblonga a rectangular oblonga	Moderada
Huandiestacato	51.8	2339.5	5	4.1	5.5	12.1	Oval oblonga a rectangular oblonga	Alta
La Culebra	102.7	2453.6	6	4.4	9.8	15.9	Redonda a oval redonda	Alta
La Gringa	12.5	2084.4	4	3.7	2.8	8.5	Oval oblonga a rectangular oblonga	Baja
Lavas del Paricutín	25.5	2410.6	1	0.6	5.4	6.9	Oval oblonga a rectangular oblonga	Baja
Nureto	84.8	2652.2	6	3.7	7.3	18.9	Oval oblonga a rectangular oblonga	Baja
San Francisco	41.7	2473.5	5	4.7	4.5	14.1	Oval oblonga a rectangular oblonga	Moderada
Tancítaro	66.1	2189.5	6	4.2	5.9	17.4	Oval redonda a oval oblonga	Moderada
Zacándaro	51.2	2224.0	5	3.9	6.5	12	Oval redonda a oval oblonga	Alta
Zirimóndiro	28.8	2266.8	4	3.4	3.5	14.3	Oval oblonga a rectangular oblonga	Moderada

En cuanto a la superficie se distinguen claramente dos tipos (cuadro 2). Al primero pertenecen la mayoría de las cuencas cuya superficie no sobrepasa los 70 km<sup>2</sup>. De este grupo, diez no están por encima de 50 km<sup>2</sup>. Al segundo tipo pertenecen dos cuencas: La Culebra y Nureto. De éstas, la primera es la más grande con más de 100 km<sup>2</sup>.

También existen zonas distinguibles desde el punto de vista hidrológico. La primera corresponde a la unidad hidrológica de las lavas del Parícutín que drena los escurrimientos del volcán del mismo nombre. Una unidad semejante la forman parte de las cuencas de Zirimóndiro y El Chivo en la porción suroeste del Tancítaro. Aunque estas cuencas no tienen escurrimientos permanentes debido a que se localizan sobre lavas recientes, poseen gran valor ambiental ya que captan agua hacia el subsuelo.

Otra zona de importancia hídrica corresponde a escurrimientos que drenan hacia la porción occidental del parque. Esta área involucra a las cuencas de Chuanito, Chondo, Cutio, Hoyicazuela, Apo, Rodada y Tancítaro. Inicialmente, todas estas cuencas presentaban escurrimientos permanentes. Hoy en día, y según sus pobladores a partir de la década de los 90, los escurrimientos cesan durante la época de estiaje.

Las observaciones indican que las huertas de frutales en la región hacen un uso intensivo del agua para riego recogiendo este líquido desde los manantiales mismos y ocupando de esta forma agua de la mejor calidad para el riego y con ello agotan los escurrimientos superficiales cercanos al Pico de Tancítaro.

Finalmente, las cuencas de La Culebra y Zacándaro constituyen otro grupo pues son cuencas hidrográficas con mayor producción hídrica superficial. Y si bien los escurrimientos son permanentes es preocupante que estos se sequen en diferentes tramos de su recorrido debido a que se toma agua de ellos principalmente para el riego.

Con el desarrollo de la investigación se nos presentaron una serie de interrogantes que obligaron a replantear el esquema de manejo del Tancítaro. De acuerdo con la percepción de los pobladores y usuarios del Parque Nacional Pico de Tancítaro es un paisaje que deba ser protegido en función de su riqueza biológica o de su riqueza hídrica? De acuerdo con talleres celebrados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales con los usuarios y pobladores, pareciera que la mayoría está de acuerdo en que el agua es más importante. En este sentido, si la región de Tancítaro cobra importancia por su recurso hídrico, ¿cuál es su capacidad para abastecer a dicha región? Por otro lado, ¿es posible establecer el manejo del agua como elemento rector de un plan de manejo que involucre a los demás recursos naturales?

Respecto a la primera pregunta es necesario analizar lo siguiente. El Pico de Tancítaro es una de las 151 áreas prioritarias para la conservación según la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y la Comisión para la Cooperación Ambiental para América del Norte; también lo es desde el punto de vista de su riqueza de aves ya que constituye una de las áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA) de acuerdo con la propia CONABIO. Asimismo, se ha reportado la presencia de plantas endémicas y nuevas (García *et al.* 1998: 18-19) y tanto Velázquez (comunicación personal) como la Conabio mencionan la presencia de una especie endémica de tuza. Así, la importancia biológica del Tancítaro aparentemente debiera ser el eje de la política ambiental en esa región.

Sin embargo, se debe tomar en cuenta que esta región alberga por lo menos a 40 mil habitantes distribuidos alrededor del Pico, los cuales dependen en gran parte de los cultivos de aguacate, mismos que tienen gran importancia estatal y nacional. Dichos cultivos son regados con aguas provenientes del Pico

de Tancítaro ya sea mediante mangueras desde los manantiales o bien a través de la recolección del agua desde los escurrimientos superficiales permanentes. Por otra parte, la presión antrópica sobre los paisajes del Tancítaro es tal que hoy en día es imposible encontrar un lugar inaccesible o que no tenga influencia de las actividades humanas. En otras palabras, toda la superficie del parque está bajo algún tipo de utilización, que va desde la caza hasta formas modernas de manejo forestal; y tanto las actividades como con sus habitantes tienen al agua como un recurso en común que puede llevar a los diversos acto-

res (usuarios, autoridades y científicos) a acordar formas de conservación y manejo más eficientes.

#### LA OFERTA DE AGUA

Aunque aún son preliminares los datos estimados del volumen de agua superficial permanente que produce el Pico de Tancítaro indican que la cantidad anual de agua superficial está por encima de los 27 millones de metros cúbicos. Los datos de 32 fuentes de agua se pueden observar en el cuadro siguiente.

CUADRO 3. GASTOS DE AGUA PARA MANANTIALES Y RÍOS DEL TANCÍTARO

SITIO	ALTITUD	GASTO (L/s)	SITIO	ALTITUD	GASTO (L/s)
MANANTIALES			MANANTIALES		
Canoa Alta	2,240	5.3	La Higuera 2 (Afloramiento rocoso)	1,640	0.5
Condémbaro	1,500	2.5	La Higuera, San Francisco Periban	1,620	0.7
La Higuera 3	1,640	0.1	Los Pastores (El Zaus)	1,640	5.1
Los Chorros		2.0	Los Tepetates (Los Pastores)	1,642	0.3
Ahuanzan	2,310	0.7	Rumbo a Magallones	1,480	2.4
Cutio	1,800	1.8	El Nopal	2,230	8.2
El Fresnito	1,440	1.0	Quérida		2.0
El Jaguey	2,400	23.6			
El Granado	2,000	7.7	ARROYOS PERMANENTES Y SEMI-PERMANENTES		
La Alberca	2,470	0.2			
Pantzingo	2,400	0.3	Salida cuenca río Cutio	1,840	2.3
Zirahaspan	2,420	0.1	Salida cuenca La Culebra	1,420	367.8
La Hortencia	2,480	22.1	Salida cuenca Zacándaro	1,400	232.4
Curato	1,400	0.1	Salida cuenca San Francisco	1,740	15.4
Chorros de Chuanito	1,922	16.7	Salida cuenca Hoyicazuela	1,820	109
Nuevo Zirosto	1,940	14.4	Salida cuenca Apo	1,800	153
El Chorro	1,642	2.7	Tancítaro, Arroyo Chondo	1,580	4.8
Páreo, Ojo de Agua	1,350	2.0			
<i>Total de gasto diario (m³/s)</i>		<i>86,963.35</i>			
<i>Total de gasto anual (m³/año)</i>		<i>27,553,815.1</i>			

Aunque los datos no son definitivos (faltan algunos manantiales por aforar) podemos considerar la cifra de 27.5 millones de m<sup>3</sup>/año como volumen mínimo pues se han registrado entre el 80% y 90% de las fuentes de agua permanentes del Tancitaro. A esto hay que agregarle un 10% que se supone de pérdida de agua que se escapa al momento de hacer la medición. Una estimación moderada del volumen máximo debe entonces rondar los 30 millones de m<sup>3</sup>/año de agua superficial.

#### LA DEMANDA DE AGUA

En el caso de la agricultura, en el Tancitaro prácticamente sólo existen el cultivo de maíz y el de aguacate de riego, siendo este último el predominante. Esta actividad consume una gran cantidad de agua que proviene en su totalidad del Pico de Tancitaro. Este cultivo es uno de los más demandantes de agua y con una gran importancia económica regional, estatal y nacional.

La demanda de agua del cultivo del aguacate, según datos promedio calculados con base en los proporcionados por la Asociación Agrícola Local de Productores de Aguacate de Uruapan (AALPAU), ([www.aproam.com/culti9.htm#3](http://www.aproam.com/culti9.htm#3)), es de 536,570.67 litros por hectárea al año, que, multiplicados por la superficie de las cuencas que nacen en el Tancitaro da un total de 13, 453,419.61 m<sup>3</sup> anuales (cuadro 4).

En cuanto a los usuarios de agua doméstica, según datos proporcionados por CNA (2000), el promedio de consumo de agua per cápita al año es de 176.6 m<sup>3</sup>, por lo que el consumo total de agua para las poblaciones dependientes del Pico de Tancitaro resulta de 7,025,148 m<sup>3</sup>/año, que sumados a los 13,453,419.61m<sup>3</sup> dedicados al cultivo del aguacate según la AALPAU-hacen un total de 20,478,567.61 m<sup>3</sup>/año. Es decir, casi el total de agua superficial registrada.

Esto significa que el consumo se encuentra en el límite de disponibilidad de agua para la región. Ahora bien, ¿cuánta es el agua disponible por cuenca? Para responder a esta pregunta se comparó el agua producida por manantiales y escurrimientos con los requerimientos de agua por cuenca, obteniendo así el estimado de disponibilidad de agua por cuenca (cuadro 5).

Las cuencas con mayor disponibilidad de agua superficial son, en orden de importancia, La Culebra y Zacándaro; mientras que las que cuentan con una moderada disponibilidad son Apo, Hoyicazuela, Chuanito y Nureto, quedando las restantes como de muy baja disponibilidad de este recurso, a excepción de cuencas como La Gringa y la unidad hidrográfica Lavas del Paricutín que no tienen disponibilidad de agua para riego, lo que indica que cuentan con mayor disponibilidad las están subsidiando.

CUADRO 4. DEMANDA MEDIA ANUAL DE AGUA POR ÁRBOL DE AGUACATE

DEMANDA MEDIA CALCULADA SEGÚN SUPERFICIE DE AGUACATE ACTUAL		
POR HECTÁREA (L/HA/AÑO)	SUPERFICIE *CPT (HA)	DEMANDA *CPT (M <sup>3</sup> /AÑO)
536,570.67	25,073	13,453,419.61

\* CPT= Cuencas del Pico de Tancitaro.

FUENTE: AALPAU 2000.



CUADRO 5. DISPONIBILIDAD DE AGUA POR CUENCA EN EL TANCÍTARO

CUENCA	DISPONIBILIDAD DE AGUA	CUENCA	DISPONIBILIDAD DE AGUA
Apo	Alta	La Culebra	Muy alta
Chondo	Muy baja	La Gringa	Sin disponibilidad
Chuanito	Baja	Lavas del Paricutín	Sin disponibilidad
Cuenca Rodada	Muy baja	Nureto	Alta
Cutio	Muy baja	San Francisco	Muy baja
El Chivo	Muy baja	Tancítaro	Muy baja
Hoyicazuela	Alta	Zacandaro	Muy alta
Huandiestacato	Muy baja	Zirimóndiro	Muy Baja

#### DEGRADACIÓN DE CUENCAS

Un elemento importante para el manejo de cuencas es analizar sus condiciones de degradación. Se deben entonces considerar las relaciones entre la pendiente, la cobertura y el suelo para obtener un indicador de la pérdida potencial de suelo. Además, conviene cuantificar el cambio de coberturas a favor de actividades agrícolas, ganaderas y urbanas.

El cuadro 6 muestra los resultados de analizar los aspectos antes mencionados, en donde se observa la correspondencia entre valores de degradación y la pérdida de cobertura natural. El método para calcular la degradación se describe en Fuentes (2000).

#### MANEJO DEL AGUA EN EL PARQUE NACIONAL

De acuerdo con el diagnóstico presentado, el problema del agua en el Tancítaro es todavía una cuestión más de administración del recurso que de escasez.

Diferentes autores han escrito sobre la complejidad del manejo del agua (Bernhardi *et al.* 2000, Nayak y Panda 2001), la cual se debe especialmente a sus diferentes vertientes que inician con su tratamien-

to. En nuestro caso, un modelo de manejo del agua puede basarse en un enfoque en cascada, partiendo del análisis de la vulnerabilidad de este recurso para llegar a su manejo utilizando indicadores sociales y ambientales con respecto al uso de este líquido en la región (figura 3)

Los aspectos que contempla nuestro modelo son:

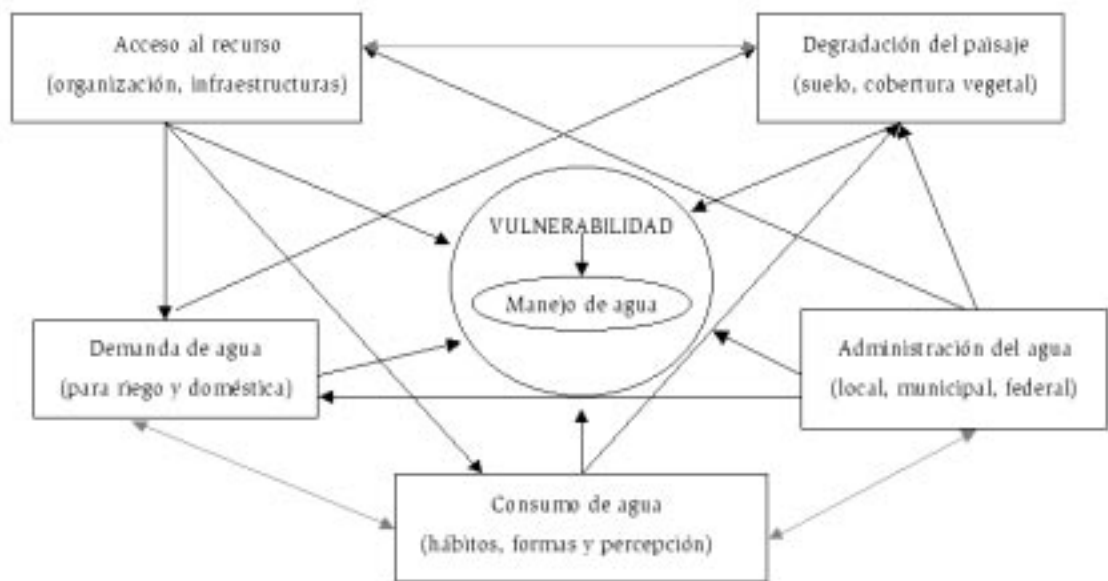
- a. Demanda de agua (para riego y uso doméstico).
- b. Administración del agua (sistemas institucionales comunal, municipal y federal).
- c. Degradación del paisaje (cobertura, degradación potencial del suelo, cambio de uso).
- d. Acceso al recurso (organización, infraestructura).
- e. Oferta de agua (cantidad anual por cuenca).

El enfoque considera que las relaciones entre dichos indicadores no son totalmente recíprocas. Por ejemplo, tanto la demanda como el consumo de agua tienen un peso específico en su manejo y en la degradación del paisaje mientras que la degradación está sujeta a los cambios dinámicos de la mayoría de los indicadores. Estas consideraciones de las relaciones socio-ambientales deben reflejarse en la evaluación por cuencas.

CUADRO 6. DEGRADACIÓN POTENCIAL DEL SUELO Y PORCENTAJE DE COBERTURA NATURAL POR CUENCA

CUENCA	DEGRADACIÓN POTENCIAL DEL SUELO DOMINANTE	COBERTURA NATURAL (%)
Apo	Incipiente	34.2
Barranca Rodada	Incipiente a moderada	30.1
Cutio	Incipiente	26.9
Chondo	Sin degradación evidente	62.2
Chuanito	Incipiente a moderada	9.9
El Chivo	Incipiente	11.1
Hoyicazuela	Sin degradación evidente a incipiente	61.3
Huandiestacato	Incipiente a moderada	55.9
La Culebra	Sin degradación evidente a incipiente	57.6
La Gringa	Incipiente	10.1
Lavas del Paricutín	Sin degradación evidente	97.2
Nureto	Sin degradación evidente a incipiente	82.4
San Francisco	Sin degradación evidente a incipiente	66.6
Tancitaro	Incipiente a moderada	47.5
Zacándaro	Sin degradación evidente a incipiente	62.1
Zirimóndiro	Incipiente	50.3

FIGURA 3. VULNERABILIDAD Y MANEJO DEL AGUA



Así, podemos llevar a cabo un análisis integrado del agua que nos lleve a considerar en forma de cascada la estabilidad del sistema natural del agua y su relación con el hombre para posteriormente desarrollar un plan de manejo del agua como eje rector del manejo de los recursos naturales en el Pico de Tancítaro.

## CONCLUSIONES

El manejo del agua en el Tancítaro posee un carácter complejo que puede ser abordado mediante un esquema de análisis integrado, orientado a establecer la vulnerabilidad del agua.

El manejo del Pico de Tancítaro debería llevarse a cabo bajo dicho esquema puesto que la relevancia y prevalecencia de los problemas relacionados con el agua rigen las relaciones ambientales de la región. Un enfoque de este tipo puede favorecer más la protección de la biodiversidad que uno que parta de la importancia biológica del Tancítaro.

Las cuencas que enfrentan actualmente mayores problemas para el manejo del agua son las de Tancítaro, Chondo, Barranca Rodada, El Chivo y La Gringa. Éstas, a su vez, son subsidiadas, según sea el caso, por las cuencas de mayor disponibilidad de agua como La Culebra, Zacándaro, Nureto, Hoyicazuela y Apo.

Asimismo, las cuencas con mayores posibilidades de manejo adecuado son escasas, limitadas principalmente a las de Huandiestacato, Nureto y La Culebra. Las demás presentan poblaciones con graves problemas de organización para el manejo de los recursos.

## NOTAS

1 Los órdenes de corriente de acuerdo con Lugo (1989) se establecen de la siguiente manera: se asigna valor de primer orden a aquel escurrimiento que no posee afluentes. Cuando éste encuentra otro del mismo rango se



le asigna el rango siguiente o de segundo orden. El encuentro de dos corrientes de segundo orden da como resultado uno de tercero y así sucesivamente. El encuentro de una corriente de mayor orden con otra de menor orden establece la preponderancia del orden mayor.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bernhardi, L., G.E. Beroggi y M.Moens 2000. «Sustainable Water Management through Flexible Method Management». *Water Resources Management* 14: 473-495.
- Bocco V., G. 2002. *Geomorfología, paisaje y recursos naturales en el Parque Nacional Pico de Tancítaro*. 2º Informe Ejecutivo. Proyecto No. IN101900. PAPIIT-UNAM. 36 pp.
- CNA (Comisión Nacional del Agua) 2000. *Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento*. ([www.cna.gob.mx/portal/switch.asp?param=4017](http://www.cna.gob.mx/portal/switch.asp?param=4017)). Anexo 2.

- Fuentes, J.J. 2000. Evaluación del deterioro ambiental en áreas naturales protegidas. Un enfoque geomorfológico. El caso del Parque Nacional Pico de Tancitaro, Michoacán. Tesis de maestría. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. México.
- 2000a. Obtención de la oferta hídrica en sitios con carencia de datos meteorológicos. Aplicación en el caso del Pico de Tancitaro, Michoacán, México. Tesis de Maestría Profesional. CLAS. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba. 66 p.
- García, R.I., V. J. Nava, R. Flores, B. Cházaro, N. Machuca y N. del Río 1998. Flora del Parque Nacional Pico de Tancitaro, Michoacán. CIIDIR-IPN-CONABIO. Informe Técnico Final. 99 pp.
- Garibay O. C. y Bocco V. G., 1999. Legislación ambiental, áreas protegidas y manejo de recursos en zonas forestales indígenas. El caso de la microregión del Pico de Tancitaro, Michoacán. 2º. Informe Técnico para PROFEPA.
- 2000. Legislación ambiental, áreas protegidas y manejo de recursos en zonas forestales indígenas. El caso de la Microregión del Pico de Tancitaro, Michoacán. Informe Técnico Final. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. 2,000 pp.
- Nayak R.C. y R.K. Panda 2001. «Integrated Management of a Canal Command in a River Delta using Multi-objective Techniques». *Water Resources Management*. 15: 383-401.
- Sánchez Pérez J. 1990. «La producción de aguacate y su problemática en Michoacán». *FIRA, Boletín Informativo*. Div. de Div. y Publicaciones. No 220. Vol. XXII. 48 pp.
- Saxton K. E. y S.Y. Shiau 1990. «Surface Water of North America; Influence of land and vegetation on streamflow». En: Riggs, H.C. y M.G. Colman (eds.). *The Geology of North America*. Vol. 0-1. Surface Water Hydrology. The Geological Society of America.
- Verstappen, H. Th. 1983. *Aplied Geomorphology. Geomorphological Surveys for Environmental Development*. Elsevier Science Publishers. 437 pp.




---

JOSÉ DE JESÚS ALFONSO FUENTES JUNCO es investigador del Laboratorio de Geoecología, Departamento de Ecología de los Recursos Naturales, Universidad Autónoma de México-Campus Morelia, México.