

M.I. Miguel Ángel Méndez Alvarado¹, M.C. Joanna Acosta Velázquez²
y el Ing. José Cortés Becerra³

1) Universidad Autónoma de Chihuahua / Facultad de Ingeniería, 2) Fondo Noroeste (FONNOR, A.C), 3) Innovación para la Conservación del Medio Ambiente A. C. FINGUACH Año 6, Núm. 21, septiembre - noviembre del 2019

Conservación y restauración de la cuenca del río Presidio; delimitación de áreas prioritarias

El agua disponible para los habitantes de una región se produce en las cuencas hidrológicas. Una cuenca hidrológica conforma la unidad territorial básica para la planeación del uso y manejo de los recursos naturales, su análisis demanda valorar las relaciones entre el medio biofísico, los modos de apropiación del territorio y las instituciones existentes como los usuarios, beneficiarios y las actividades productivas.

El manejo y aprovechamiento de los recursos naturales presentes en la cuenca, impacta de manera directa los servicios ambientales hidrológicos (SAH) que en ella se producen. Tomar acciones dentro de la cuenca garantiza el balance entre escurrimientos y la infiltración de agua al subsuelo a escalas locales y regionales, así como la reducción en la pérdida de suelo por erosión hídrica. Implementar acciones estratégicas planificadas a partir de la priorización de los SAH asegura la provisión de agua en el mediano y largo plazo. Un manejo adecuado de la cuenca aumenta la recarga de acuíferos lo cual es una medida eficiente de hacer frente a los efectos del cambio climático como las sequías prolongadas.

A pesar de que existen programas gubernamentales para mejorar la provisión de los SAH de las cuencas (CONAFOR, 2018) es necesario identificar y dirigir las acciones en sitios que requieran mayor atención. El presente estudio se desarrolló para la subcuenca del río Presidio, afluente de la cuenca que lleva el mismo nombre y que se localiza al sur del estado de Sinaloa (Figura 1). El agua que se produce en esta cuenca y que se almacena en la presa Picachos es la fuente de abastecimiento principal para los habitantes de la ciudad de Mazatlán, Sinaloa (Guido *et al.*, 2016).



Figura 1. Localización de la subcuenca del río Presidio. Fuente: elaboración propia.

Dentro de una cuenca existen áreas que debido a su interacción con diferentes actores pueden presentar mayor o menor grado de afectación. En el presente trabajo se usó una metodología para delimitar áreas prioritarias de atención y se evaluó la respuesta hidrológica ante dos escenarios: el de condiciones actuales y bajo una estrategia de conservación y restauración. La priorización parte de la integración de aspectos biofísicos tales como pendiente del terreno, uso de suelo y vegetación y la delimitación de microcuencas a partir

del modelo SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*). El principal resultado es un mapa con tres niveles de prioridad de atención distribuidos a lo largo de la subcuenca del río Presidio. La importancia de este tipo de trabajos reside en el potencial de planificar la implementación de acciones estratégicas a partir de la priorización de servicios ambientales hidrológicos (SAH) como el escurrimiento de agua superficial, la pérdida potencial del suelo y la infiltración de agua en esta subcuenca.

Desarrollo

La subcuenca del río Presidio se localiza entre las coordenadas geográficas 106° a 106° 20' O y 23° 5' a 23° 45' N. Destacan las localidades de Concordia, Villa Unión y la ciudad de Mazatlán en las cercanías de la cuenca. Entre los afluentes más importantes del río principal se observan los arroyos: El Verde, Jacobo y Los Horcones.

El punto de partida fue la recopilación de datos hidrometeorológicos (Livneh, 2015) uso de suelo y vegetación (USV) y topografía del terreno (INEGI, 2014). Con estos datos se integró, calibró y validó un modelo para evaluar el comportamiento hidrológico de la cuenca. Se utilizó el modelo SWAT ya que permite conjugar parámetros para formar unidades de respuesta hidrológica (URH) de condiciones similares a nivel de cuenca, subcuenca y microcuenca (Neitsch *et al.* 2009).

Paralelo a la generación del modelo se definieron áreas de acuerdo al grado de conservación de la cobertura vegetal a partir de imágenes LANDSAT 8 y zonas que presentaban afectaciones a partir de estudios relativos a degradación de suelos causada por el hombre (SEMARNAT, 2012). Posteriormente esta información se integró en un sistema de información geográfica (ArcGIS 10.3) para obtener unidades de condiciones similares en cuanto a cobertura vegetal y degradación de suelos. Una vez definida esta capa se generó una matriz para la asignación de actividades de conservación y restauración en laderas y cauces con base en una guía de mejores prácticas de manejo (CONAFOR, 2015).

La priorización de las microcuencas se realizó mediante el esquema del Proceso Analítico Jerárquico (PAJ), el cual es un método de toma de decisiones desarrollado por Thomas L. Saaty (1980). El método se basa en estimar magnitudes relativas a través de comparaciones entre pares de opciones. Una vez priorizadas las microcuencas se modeló en SWAT el escenario de restauración y conservación con acciones estratégicas propuestas para laderas y cauces.

Para la zona de laderas los objetivos evaluados fueron el incremento de infiltración con zanjas bordo y terrazas individuales, la regulación de escurrimientos con barreras de piedra acomodada y canales de difusión de agua, la recuperación vegetativa con sistemas agroforestales o silvopastoriles, el control de erosión por medio de terrazas de formación sucesiva; en cuestión de mejoramiento de calidad del sitio se propuso la reforestación con plantas nativas. En cuanto al nivel

de atención en cauces se evaluaron la regulación de flujo hídrico mediante presas de piedra acomodada, geocostales y gaviones, el almacenamiento de agua y retención de sedimentos con presas de mampostería, el mejoramiento de vegetación de galería con exclusión de ganado y el incremento de vegetación riparia.

Resultados

Balance hidrológico

Los resultados del modelo SWAT en el escenario de uso actual se muestran en la Figura 2A. La subcuenca del río Presidio registró 856.21 mm de precipitación media para el período de 1950 a 2013. La evapotranspiración media anual alcanzó los 451.11 mm (52.7 % de la precipitación). En cuestión de escurrimientos resalta que 130.14 mm (15 % de la precipitación) fluyen por los arroyos de la subcuenca. En materia de infiltración y recarga se registró el 14 % y 1 % respectivamente. Mientras que el 18 % se desplaza como flujo subsuperficial. La tasa erosión fue de 6.5 toneladas por hectárea anuales, de los cuales los meses de julio a octubre representan cerca del 87 % del aporte de sedimentos en la subcuenca, en estos meses se concentran el 82 % de la precipitación media anual.

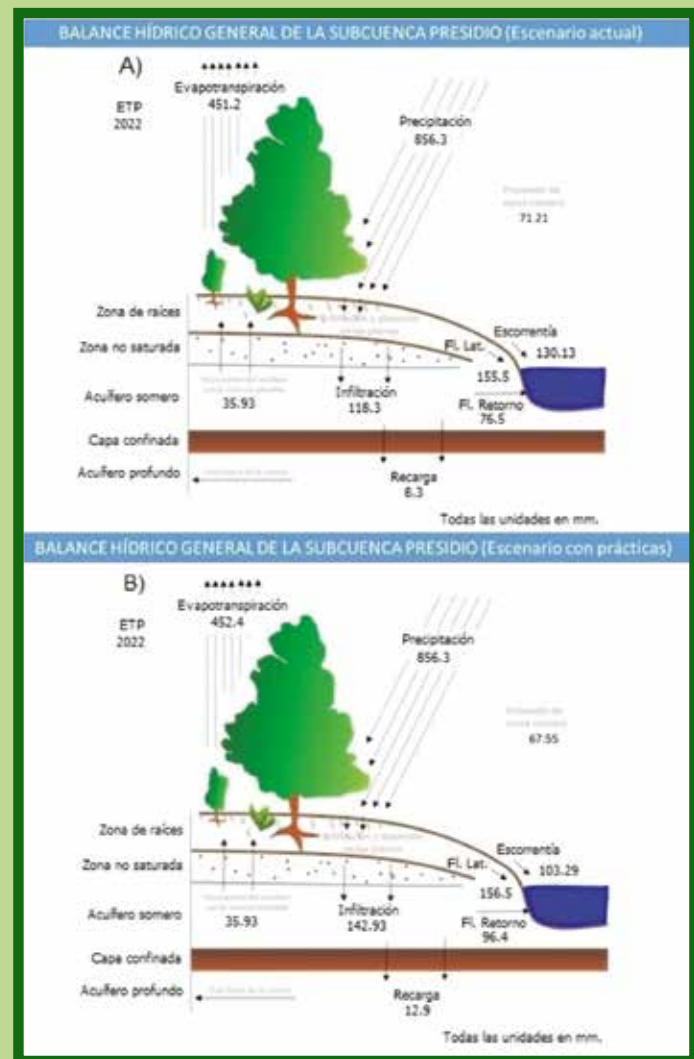


Figura 2. Comparativo de la respuesta hidrológica de la subcuenca: A) Condiciones actuales. B) Escenario con la estrategia de conservación y restauración. Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del modelo SWAT.

Priorización de microcuencas

La subcuenca del río Presidio registró un total de 118 microcuencas. Estas microcuencas se priorizaron en tres categorías con base en la integración de los parámetros individuales:

Prioridad de atención baja. Sitios que no requieren atención inmediata, presentan nula o baja degradación de suelos así como una cobertura vegetal en buen estado. En esta categoría resultaron 24 microcuencas.

Prioridad de atención media. Zonas que presentan algún tipo de degradación ya sea vegetal, de suelos o ambas. Se identificaron 69 microcuencas. Resalta que la mayoría de estas microcuencas presentan un uso de suelo principalmente de pastoreo. Para estas microcuencas es necesario tomar acciones a nivel de laderas principalmente.

Prioridad de atención alta. Sitios en los cuales es necesario tomar acciones de restauración ya que en conjunto la degradación forestal y de suelos es alta. Presenta problemas relacionados con el uso inadecuado del terreno, alta producción de escurrimientos y sedimentos. Se identificaron 25 microcuencas las cuales en su mayoría se localizan en la cercanía de la presa Picachos.

La distribución espacial de la priorización de las zonas de atención se presenta en la Figura 3.

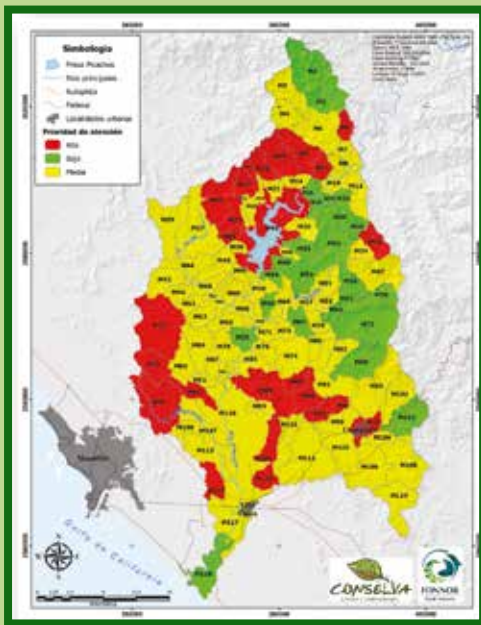


Figura 3. Nivel de prioridad de atención para las microcuencas presentes en la subcuenca del río Presidio. Fuente: elaboración propia.

Modelación de la respuesta hidrológica ante el escenario de conservación y restauración

A partir de la priorización de microcuencas y asignación de la estrategia de restauración. La respuesta hidrológica de la cuenca presenta mejoras, principalmente en el escurrimiento superficial, el cual disminuye del 15 % al 12 % de la precipitación anual. La infiltración y recarga aumentan a 17 % y 2 % del total de la lluvia. La evapotranspiración aumenta un par de milíme-

tros comprado con el uso actual, esto asociado al incremento de la vegetación por la estrategia de reforestación. Los resultados generales se observan en la Figura 2B.

Respecto a la producción de sedimentos, se obtuvo una reducción anual de 0.36 toneladas por hectárea (6.50 a 6.14) lo que representa poco menos de 60 000 toneladas (48 000 m³) que ya no se aportarían a la salida de la subcuenca.

Conclusiones

La subcuenca del río Presidio se encuentra en buen estado en general, ya que aproximadamente el 80 % del territorio presentó afectaciones menores en cuanto a cobertura vegetal y degradación de suelos. Las zonas que mayor afectación presentaron son las circundantes a la presa Picachos. Las afectaciones pueden ser atendidas con una estrategia de intervención para disminuir los escurrimientos superficiales y el arrastre de sedimentos.

A partir del adecuado manejo del suelo y los recursos naturales, en una subcuenca de zonas semiáridas en México la infiltración de agua al subsuelo aumenta entre tres y cuatro por ciento, lo que permite a los habitantes del territorio hacer frente a los efectos del cambio climático. Conservar el suelo es conservar la capacidad de infiltrar y almacenar agua.

Referencias

- Arellano, M. J. L., y M. J. López, 2004. Manejo integral de cuencas. 3er. Seminario sobre manejo y conservación del suelo y agua en Chiapas. SEMARNAT, INIFAP, CNA, The Nature Conservancy. Chiapas, México.
- Comisión Nacional Forestal. Guía de Mejores Prácticas de Manejo correspondientes a las áreas de pago diferidos. Pago por Servicios Ambientales. Zapopan Jalisco, 2018.
- Comisión Nacional Forestal. Criterios técnicos para la ejecución de los proyectos de conservación y restauración de suelos. Coordinación general de Conservación y Restauración. Zapopan Jalisco, 2015.
- Guido, S. Méndez, M. López, S. Nuestra Agua, Nuestra Cuenca, Nuestro Futuro. Cuencas Presidio y Baluarte en el Sur de Sinaloa I. Mazatlán Sinaloa. Noviembre de 2016. 27pp.
- INEGI, 2014. Continental-Continuo de Elevaciones Mexicano, CEM 3.0, Versión 3.0. <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/continuoelevaciones.aspx>. (Consulta: junio 2017).
- Livneh B., T.J. Bohn, D.S. Pierce, F. Munoz-Ariola, B. Nijssen, R. Vose, D. Cayan, and L.D. Brekke, 2015, A spatially comprehensive, hydrometeorological data set for Mexico, the U.S., and southern Canada 1950-2013, Nature Scientific Data, 5:150042, doi:10.1038/sdata.2015.42.
- Neitsch S. L., Arnold J. G., Kiniry J. R. y Williams, J. R. 2009. Soil and Water Assessment Tool, Theoretical documentation version 2009. Grassland, Soil and Water Research Laboratory - Agricultural Research Service and Blackland Research Center - Texas Agricultural Experiment Station. Texas, USA.
- Saaty, T.L., 1980. The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York.