

Rehabilitación de los recursos naturales en el parque nacional Molino de Flores Netzahualcóyotl

Ariana Luque¹, Luís Herrera¹, Guillermo Ramírez², Antonio Vázquez¹, Jesús Gómez¹ y Alejandro Monterroso^{1*}

Departamento de Suelos¹, Centro Regional Universitario del Noroeste²

Universidad Autónoma Chapingo

Chapingo, Méx.¹; Ciudad Obregón, Son.²; México

ariluq_5@hotmail.com; [llampallasl, aguillermoramirezgarcia, antoniovazqueza]@gmail.com;

dgomez@correo.chapingo.mx

*autor para correspondencia: aimrivas@correo.chapingo.mx

Abstract— The Molino de Flores Netzahualcoyotl National Park, in central Mexico, shows evidence of natural resources degradation; thus, the aim was to develop a management plan for its rehabilitation. Results of a diagnosis previously carried out in the park were considered. In addition, interviews were held with administrative staff and visitors to find out their opinion on the current state of the park, as well as to consider their opinion and proposals. The main problems are pollution of the river, garbage in the park as well as damage to green areas and buildings. Management actions were analyzed and prioritized for each zone, completing 43 actions organized into six components and three levels of action.

Keyword— *Diagnosis, zoning, restoration, degradation,*

Resumen— El objetivo del trabajo fue generar una propuesta para la rehabilitación de los recursos naturales del parque nacional Molino de Flores Netzahualcóyotl dadas las evidencias actuales de degradación. Para ello se consideraron los resultados de un diagnóstico previamente realizado en el parque. Además, se realizaron entrevistas a personal administrativo y visitantes para conocer su opinión sobre el estado que guarda el parque, así como considerar sus propuestas. Los principales problemas identificados por la gente son: el estado de contaminación del río, la presencia de basura así como daño en áreas verdes y edificaciones. Se analizó y priorizaron acciones de manejo para cada zona, completando 43 acciones organizadas en seis componentes y tres niveles de acción.

Palabras claves— *Diagnóstico, zonificación, restauración, degradación,*

I. INTRODUCCIÓN

Ante la evidencia de degradación de suelos y vegetación es fundamental responder con acciones concretas y puntuales. Cuando los ecosistemas se encuentran degradados se deben establecer acciones de restauración ecológica, que se entiende como el proceso de ayudar con el restablecimiento de las funciones ecológicas de dicho ecosistema. Es una actividad deliberada que inicia o acelera un camino ecológico hacia un estado de referencia [1], [2]. La restauración ecológica tiene como meta un ecosistema que tiene capacidad de recuperación y que se sostiene por sí solo con respecto a la estructura, composición y función de las especies, y que además, se integra en un paisaje más amplio y que apoya los medios de vida sostenibles [3]. Sin embargo, previo a restaurar es necesario conocer el estado actual que guarda el ecosistema, por lo que es relevante recolectar información y caracterizar los recursos naturales [4].

En la región de Texcoco, en el estado de México, el parque nacional Molino de Flores Netzahualcóyotl (PNMFN) es un importante baluarte del medio natural de la región y el que debe ser símbolo más visible de protección y conservación de los recursos naturales en el municipio [5]. Sin embargo, a pesar de tener la categoría de “parque nacional” desde 1937, ha sufrido deterioro continuo en sus procesos naturales producto de la ausencia de prácticas de conservación adecuadas, la creciente presión de los visitantes, la extracción ilegal de productos maderables y la contaminación por parte de las comunidades aledañas y los comercios que se asientan dentro del mismo [6], [7]. Así, es evidente la

necesidad de hacer esfuerzos que integren la visión y alcances de diferentes instituciones y organizaciones que pueden tener injerencia en el parque o en sus alrededores [8] con el objetivo de generar un mejor resultado en la elaboración de medidas de manejo y rehabilitación del PNMFN.

En condiciones naturales los ecosistemas poseen características como resiliencia, resistencia, elasticidad y fragilidad, que les permiten responder por sí mismas ante las perturbaciones que constantemente ocurren en el medio ambiente y que causan cierto grado de afectación física. En ocasiones el daño generado es demasiado grande o sucede en un periodo de tiempo muy corto, lo que genera que las características de adaptación al cambio sean rebasadas, generando cambios en la estructura del ecosistema y su correcto funcionamiento, mermando su capacidad para auto-regenerarse [9]. En el caso del PNMFN es necesario el desarrollo de tareas y actividades cuyo fin sea la recuperación de sus espacios degradados.

La restauración de un lugar hace referencia a la reparación, arreglo o el traer de nuevo a su estado primitivo alguna cosa que se encuentra deteriorada, devolviéndole su forma o estado originales. En particular, la restauración ecológica se refiere al proceso de recuperar integralmente un ecosistema que se encuentra parcial o totalmente degradado, en cuanto a su estructura vegetal, composición de especies, funcionalidad y autosuficiencia, hasta llevarlo a condiciones semejantes a las presentadas originalmente [9]. La rehabilitación no comprende necesariamente el restablecimiento de las condiciones anteriores a la degradación, más bien dirige esfuerzos al establecimiento de escenarios capaces de albergar los sistemas ecológicos naturales. La mejora y acondicionamiento incluyen una serie de actividades dirigidas a modificar la capacidad biofísica de un ecosistema, de forma que el ecosistema resultante es diferente al que existía con anterioridad a la rehabilitación [10].

En el PNMF se tienen identificados serios problemas ambientales ocasionados por el exceso de basura producida por los usuarios, vertido de aguas negras al río, contaminación del aire por las minas de arena, extracción de la vegetación e incendios [11]. A lo anterior, hay que agregar falta de presupuesto e indiferencia por parte de las autoridades municipales, lo que incrementa la vulnerabilidad del equilibrio ecológico del sitio y amplía la necesidad de implementar tareas de conservación y rehabilitación [6], [7]. A pesar de ello, se reconoce que los visitantes continúan visitando el parque para recrearse y disfrute cultural familiar [12].

Existen dos desafíos principales cuando se emprende algún esfuerzo de restauración ecológica: el primero es cómo emprender la restauración en grandes zonas con diferentes usos de la tierra y el segundo saber equilibrar la conservación de la biodiversidad y mejorar el bienestar humano (SER, 2004). En este esfuerzo es que se han identificado hasta catorce principios de buenas prácticas de restauración ecológica. El parque provee servicios ambientales de diversos tipos (soporte, provisión, regulación y culturales) que elevan la importancia de tomar acciones que aseguren su preservación. Se han realizado estudios de valoración económica que muestran la posibilidad de obtener ingresos económicos [13]. Es por ello que el objetivo de este trabajo fue dar continuidad a un diagnóstico de los recursos naturales previamente realizado [6] para establecer propuestas de rehabilitación y conservación del parque, fundamentadas en las condiciones actuales y además considerando la opinión de administradores y visitantes [14], con el propósito de hacer frente al creciente deterioro mostrado a través del tiempo. Lo anterior ya que, como lo describe Fernández [15] los visitantes experimentan tranquilidad, paz, calma y libertad en estos paisajes; y como lo señala Martínez [16] es un gran reto y desafío proteger la naturaleza para asegurar a las generaciones futuras dignas condiciones de vida.

II. MÉTODO

Estado actual de la conservación. El estado actual de conservación del parque partió de lo obtenido por los autores y mejor descrito en Herrera et. al [6]. Ahí, se midieron variables de suelo, vegetación y

agua para clasificar 14 zonas de manejo según su estado actual de conservación (Figura 1). Cabe señalar que el estudio excluyó las áreas destinadas al uso comercial y aquella dedicada a un vivero forestal que es administrada por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

Estado actual del río Coxcacuaco y la calidad del agua. También se tomaron los resultados de Herrera et. al [6], donde analizaron el ambiente inmediato, ambiente generativo, ambiente degenerativo y ambiente esporádico del río.

Opinión de diversos actores en el PNMFN. Se consideraron cinco tipos de actores en dos grupos, que de alguna manera tienen injerencia en el parque. El grupo de visitantes del parque y el grupo de administrativos con cuatro tipos: el ayuntamiento de Texcoco, representante de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en el PNMFN, módulo vivero de CONAFOR y asociación de comerciantes. Se aplicaron 139 entrevistas dirigidas para conocer la opinión de los entrevistados con relación a 1) los principales problemas que identifican y 2) cuáles serían las soluciones que consideran viables y apropiadas. En cada una de las dos preguntas se les pidió indicar tres respuestas, intentando jerarquizarlas. El propósito fue el de encontrar sinergias en el enfoque técnico y aquel de opinión de los usuarios y tomadores de decisiones [17], [18].

Propuestas de rehabilitación y manejo. Para cada una de las zonas diagnosticadas con relación a su estado de conservación se elaboró una serie de propuestas cuyo propósito central es rehabilitar y manejar sus recursos naturales. Las propuestas se plantearon al analizar cinco elementos detonadores: 1) el diagnóstico y estado de conservación de los recursos actualmente (tanto en el río como en los ecosistemas terrestres), 2) el principal detonante o causa de la degradación, 3) el potencial de uso de la zona, 4) la opinión de administradores y usuarios del parque, así como 5) requerimientos administrativos. Lo anterior siguiendo lo indicado en diversos manuales de conservación de suelos [19]–[22].

Las acciones de manejo se agruparon en seis ejes de manejo: 1) conservación y rehabilitación, 2) rehabilitación y educación ambiental, 3) rehabilitación y eco tecnologías, 4) eco tecnologías y educación ambiental, 5) conservación, rehabilitación y educación ambiental, y finalmente 6) conservación.

III. RESULTADOS

A. *Diagnóstico y estado actual del PNMFN.*

En el estudio de Herrera et. al. [6] se detalla que el 34 % de la superficie del parque presenta algún grado de deterioro. Las zonas con esta condición se reconocen como: ruta de corredores (zona 3), ladera norte (zona 4), estacionamiento secundario (zona 5), planta de tratamiento/humedal (zona 8) y pastizal (zona 9). La problemática recurrente en dichas zonas es la falta de manejo y reglamentación, daño por plaga, daño por incendio, diversos problemas en su desarrollo, como: porte pobre, alturas que se encuentran por debajo del promedio, inviabilidad del repoblado y daño generado por visitantes. Aunado a esto, es evidente la falta de agua o poca lluvia que dificulta la sobrevivencia de especies vegetales. En la Tabla 1 se muestra el resumen diagnóstico de cada una de las zonas en las que fue dividido el PNMFN.

En el 25 % del parque se identificó una condición actual promedio en los recursos naturales de las zonas estacionamiento secundario (zona 2), convivencia y ruta equina (zona 10), cascada (zona 11), y zona 13 zona concesionada. Aquí se observa un mejor nivel de cobertura de vegetación, aunque ciertas zonas e individuos presentan problemas de salud, e incluso la zona presenta áreas con niveles de degradación en suelos y vegetación importantes.

Tabla 1. Diagnóstico y detonante de cambio por zona de manejo

| Zona | Nombre | Impulsor / Detonante | Diagnóstico actual |
|------|-----------------------------------|--|--|
| 1 | Sendero arbolado | Erosión, salud forestal | Es la zona con mayor evidencia de erosión hídrica, sufre problemas de compactación en áreas localizadas y la vegetación presenta afectación por plagas y otros factores |
| 2 | Estacionamiento principal | Sobrecarga turística, falta señalamientos | El principal problema es la extensión del estacionamiento en la zona, que genera problemas de erosión laminar y compactación de suelos, aunado a ello la sobrecarga turística genera una gran cantidad de residuos y daños a la vegetación |
| 3 | Ruta de corredores | Carencia de agua, falta de acciones de manejo | La falta de agua y los incendios que se presentan generar un estrés año con año sobre las especies vegetales que se desarrollan en esta zona, esto aunado a una pobre estrategia de manejo endurecen las condiciones presentes provocando la muerte o el pobre desarrollo de los pocos especímenes vegetales |
| 4 | Ladera norte | Sobrecarga turística | Elevada cantidad de turistas que desarrollan sus actividades en la zona imposibilita que se desarrolle la vegetación o que su salud mejore por dichas actividades. |
| 5 | Estacionamiento secundario | Falta de agua | Además de la compactación y erosión laminar generadas por el uso de suelo otorgado a la zona, la falta de agua impide el correcto desarrollo de algunos especímenes que ahí se establecen |
| 6 | Área comercial y estacionamiento | Generación de residuos | Además de los residuos generados por los turistas, los comercios vierten sus aguas negras al río |
| 7 | Zona comercial y recreativa | Generación de residuos | Además de los residuos generados por los turistas, los comercios vierten sus aguas negras al río |
| 8 | Planta de tratamiento /humedal | Contaminación y degradación de suelos | La pendiente y la falta de cobertura han generado problemas de erosión. Al ser un paso entre la zona 14 y la zona 4 también presenta problemas de compactación de suelo y daño en la vegetación debido al paso constante de visitantes |
| 9 | Pastizal | Baja cobertura arbórea /incendios | Pobre cobertura del estrato arbóreo y suelos relativamente someros, con pendientes pronunciadas, además se presentan incendios cada año debido a la falta de acciones de manejo, lo que endurece las condiciones para las especies vegetales que logran establecerse en la zona |
| 10 | Zona de convivencia y ruta equina | Sobrecarga turística, degradación del suelo | La sobrecarga turística genera una gran cantidad de desechos y daños a la vegetación, aunado a esto las actividades de atracción que se ofertan en esta zona potencializa la erosión y compactación del suelo. |
| 11 | Cascada | Plagas forestales y falta de manejo | Los daños ocasionados a los especímenes arbóreos de la zona por parte de los visitantes y plagas, aunado a la falta de planes de manejo específicos han generado el deterioro de los individuos que ahí se encuentran |
| 12 | Vivero CONAFOR | No evaluado | El vivero no produce planta para reforestar en el parque |
| 13 | Zona concesionada | Falta de acciones de manejo | La zona carece de los cuidados necesarios para la vegetación presente, pudiendo mejorar su estado mediante acciones como podas fitosanitarias, obras para la retención de humedad, enriquecimiento de especies mediante reforestación |
| 14 | Casco de la hacienda | Deterioro en la estructura de la ex hacienda, y generación de residuos | La falta de acciones para proteger y restaurar el casco de la hacienda, aunado a el daño constante que generan algunos de los visitantes ponen en peligro este histórico sitio |

En el 11 % del parque se observó la mejor calidad ambiental en los recursos naturales únicamente presente en la zona denominada sendero arbolado (zona 1). Las condiciones de suelo y agua no muestran algún grado de degradación además de que el porcentaje de visitantes no es tan elevado como para generar impactos ambientales.

En el 30 % de la superficie restante del parque no se pudo llevar a cabo el diagnóstico, ya que se encuentra ocupado por comercios y un vivero forestal.

B. Estado Actual y Calidad de agua del Río Coxcacuaco.

El Ambiente Inmediato muestra un caudal pequeño, con afloramientos rocosos en la zona de "la cascada" y no se observa acumulación de sedimentos. El análisis del ambiente generativo demostró que el río se abastece del agua de manantiales de comunidades que se encuentran cuenca arriba, como San Jerónimo Amanalco, San Juan Totolapa y Santa María Tecuanulco, En época de lluvia el río se llena con el agua que escurre por las laderas aledañas. En tanto sobre el ambiente degenerativo se encontró que el agua que originalmente se filtraba cuenca arriba y alimentaba a los manantiales ahora termina básicamente inundando las calles de la ciudad de Texcoco o siendo utilizadas por población o incluso el reclusorio. Los comercios dentro de parque también vierten sus aguas de desecho al río sin tratamiento.

C. Opinión de diversos actores presentes en el PNMFN.

El resumen de los resultados de las encuestas aplicadas se muestra en la Tabla 2 y se detalla a continuación por cada grupo entrevistado:

Tabla 2. Total de respuestas (n=139) y porcentaje sobre tres principales problemas en el parque.

| Problemas ambientales identificados | | | | | |
|-------------------------------------|------|-----------------------------|------|----------------------------|-----|
| Primer problema | % | Segundo problema | % | Tercer problema | % |
| Basura | 24.3 | Basura | 15.1 | Daño en edificaciones | 5.2 |
| Daño en áreas verdes | 24.3 | Daño en edificaciones | 10.5 | Daño de áreas por caballos | 1.9 |
| Daño en edificaciones | 17.7 | Contaminación del río | 9.2 | Deterioro de vegetación | 1.9 |
| Contaminación del río | 6.5 | Daño en áreas verdes | 5.2 | Basura | 0.6 |
| Infraestructura | 3.2 | Deforestación | 1.9 | Deterioro juegos mecánicos | 0.6 |
| Menor caudal del río | 1.9 | Deterioro de los sanitarios | 1.3 | Disminución de fauna | 0.6 |
| Deforestación | 1.3 | Deterioro de los sanitarios | 0.6 | | |
| Descuido | 0.6 | Exceso de comerciantes | 0.6 | | |
| Erosión en el sitio | 0.6 | Falta de vigilancia | 0.6 | | |
| Exceso de visitantes | 0.6 | | | | |

Administrativos. Se realizaron 4 entrevistas a administrativos con injerencia en el parque: una para el representante del municipio, una para CONAFOR, una para la administración del PNMFN y una para la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas -CONANP. En el momento de realizar las entrevistas (marzo de 2016) habían menos de diez empleados en el parque, a la fecha presente (enero de 2017) se sabe que hay más de 15 personas integradas por medio del programa de empleo temporal de SEMARNAT. Las respuestas indican que el principal problema es el estado que guarda el río Coxcacuaco. También se señala que los otros problemas que pueda haber se deben a mala administración y gestión. Se observó que la interacción entre instituciones (CONANP, CONAFOR y Ayuntamiento municipal a través de la dirección de ecología, dirección de desarrollo urbano, dirección del parque y dirección de regulación de comercio) es prácticamente nula, no hay coordinación en trabajos ni comunicación laboral entre ellas. Lo anterior obedece, quizás, a las funciones de cada una: CONANP cumple función de supervisión mientras que CONAFOR se dedica a la administración de un vivero que produce planta. Cabe señalar que esta planta no es para el cuidado o mantenimiento del parque mismo. Comerciantes. La participación de los comerciantes no fue del todo significativa, pues solamente en 7 locales accedieron a otorgar entrevista. Los locales comerciales en el parque se dedican a

la venta de comida y algunos a la venta de artesanías y dulces tradicionales. Los principales problemas detectados por los comerciantes son: la insuficiencia del pozo para abastecerlos de agua, la contaminación del río, la mala distribución de las cuotas pagadas y posibles fugas de los recursos, entre otros menos frecuentes.

Visitantes. Se consideró a 128 respuestas quienes coinciden en que observan un deterioro general en el parque, tanto en el área histórica como en las zonas verde. Los principales signos de deterioro percibida por los visitantes son: la contaminación por residuos sólidos, el daño en el casco histórico, contaminación del río y daño a la vegetación.

D. Propuestas de rehabilitación y manejo.

La propuesta integrada de rehabilitación y manejo tiene por objeto revertir el estado actual de deterioro que presenta el parque. La propuesta se divide en tres diferentes ejes: 1) acciones por eje de manejo, 2) acciones administrativas específicas y 3) acciones específicas sobre el río Coxcacuaco. Cabe señalar que se tomó en consideración que el manejo de ecosistemas es el reconocimiento implícito de que se trabaja bajo condiciones de incertidumbre, ya que el proceso de manejo no parte de un pleno conocimiento sobre la manera cómo funciona el sistema, sino del mejor entendimiento que se tenga en ese momento [23]. A continuación, se detalla cada una de las recomendaciones:

1. Acciones por zona y eje de manejo. Con relación a las acciones que se proponen se dividieron en seis ejes de manejo: 1) conservación y rehabilitación en 24 hectáreas, 2) rehabilitación y educación ambiental en 2.24 hectáreas, 3) rehabilitación y ecotecnologías para 5.18 hectáreas, 4) ecotecnologías y educación ambiental en media hectáreas, 5) conservación, rehabilitación y educación ambiental para tres 3 hectáreas, así como 6) conservación en 3 hectáreas. Como se observa, la intención es proponer una serie de actividades dirigidas a minimizar el impacto actual en los recursos naturales, así como también fomentar la participación ciudadana. Lo anterior a partir del entrelazado de una política ambiental (conservación, rehabilitación) con técnicas necesarias en el parque (educación ambiental, ecotecnologías).

Después de elaborar un listado de acciones de manejo se seleccionaron aquellas que coincidieron con lo manifestado por autoridades y visitantes como prioritarias. El listado final incluye 43 acciones de manejo, distribuidas como sigue: 22 acciones para el eje de conservación y rehabilitación; 8 para el eje de rehabilitación y educación ambiental; 5 acciones de manejo para el eje de rehabilitación y ecotecnologías; para el eje de manejo de ecotecnologías y educación ambiental se proponen 2; en el eje de manejo de conservación, rehabilitación y educación ambiental se sugieren cinco acciones de manejo y en la última zona de conservación se sugiere una sola actividad (Tablas 3, 4, 5 y 6).

Los principales problemas con los suelos en el parque es su pérdida a través de erosión hídrica, que se manifiesta con la formación de cárcavas, canalillos y laminar. También, se observó compactación, disminución de materia orgánica y poca retención de humedad. Para ello, se sugiere la construcción de presas de ramas en las cárcavas encontradas en cada zona [24], y se recomienda la presa de ramas ya que la mayoría de las cárcavas son de dimensión relativamente pequeña. Además, se puede utilizar material leñoso caído y que se encuentra en el mismo parque, reduciendo al mismo tiempo el riesgo de incendios y disminuyendo costos [25]. Atacar las causas y procesos que provocan dicha degradación es la forma más efectiva y viable para evitar el avance de dichos procesos en lugar de buscar revertir los daños ya generados [25]. Como lo indica Vargas [26], la degradación y destrucción de muchos ecosistemas en el mundo ha acelerado la crisis ambiental debido a la reducción rápida de los múltiples servicios ambientales que prestan los ecosistemas, como producción de agua, fijación de CO₂, ciclos de materia, productividad del suelo, biodiversidad o coberturas que previenen erosión, entre otros.

Tabla 3. Acciones propuestas por eje y zona 1, 2 y 3 de manejo en el parque

| #* | Acciones | Propósito |
|--|--|---|
| Zona 1 Eje de conservación y rehabilitación: | | |
| 1 | Poda y limpia forestal, árboles muertos en pie y en sitios 4 y 5 limpia de individuos (reubicación) de cedro (<i>Cupressus lindleyi</i> Klotzsch ex Endl.) y casuarina (<i>Casuarina equisetifolia</i> L.) | Obtener una densidad adecuada y promover el crecimiento de los demás individuos |
| 2 | Construcción de presas de ramas en las cárcavas de los sitios 7 y 9 de esta zona | Recuperación de suelo |
| 3 | Delimitación con vegetación, material leñoso y roca acomodada, de 350 metros del sendero paralelo al río, con una anchura de 2m | Proteger y permitir que la vegetación, se desarrolle, previniendo también la contaminación por residuos sólidos |
| 4 | Manejo de escurrimientos con canales de desviación, entre el sitio 2 y el 3 y a la altura del sitio 7 y 9 | Dirigir escurrimientos hacia el río para evitar erosión laminar y nueva formación de canalillos |
| 5 | Establecimiento de microcuencas y zanjas trinchera para el arbolado de los sitios 6, 8 y 9 | Conservar humedad en el suelo, proteger arbolado y promover condiciones adecuadas para repoblado |
| Zona 2 Eje de rehabilitación y educación ambiental: | | |
| 1 | Delimitación del área de estacionamiento (cajones con cal en 0.6 ha) y andadores con vegetación y roca | Evitar que se talen más árboles para expandir la zona de estacionamiento |
| 2 | Enriquecimiento de acahuales con tepozán (<i>Buddleia cordata</i> H.B.K.), encino (<i>Quercus deserticola</i> Trel.) y fresnos (<i>Fraxinus udhei</i> (Wenz.) Lingelsh) en superficie no de estacionamiento, así como dispersión de semillas de herbáceas | Promover las condiciones adecuadas para la sucesión de la vegetación y evitar la erosión laminar |
| 3 | Instalación de iluminación en estacionamiento que funcione con paneles solares y de módulo didáctico | Promover uso de eco tecnologías, procurando la seguridad en el parque |
| 4 | Instalación de un módulo didáctico informativo de clasificación de residuos sólidos | Promover separación de residuos y concientización sobre contaminación de residuos sólidos |
| Zona 3 Eje de rehabilitación y conservación: | | |
| 1 | Limpia periódica al menos semestral del material vegetal herbáceo, antes de la temporada de seca y a mediados de la temporada de lluvias | Prevención de incendios |
| 2 | Podas y limpias forestales, de árboles muertos y en pie con severo daño | Obtener una densidad adecuada y promover el crecimiento de los demás individuos |
| 3 | Enriquecimiento de acahuales y reforestación con palodulce (<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ort.)), encino (<i>Quercus deserticola</i> Trel.), yuca (<i>Yuca filifera</i> (Chabaud, 1976)), y nopales (<i>Opuntia streptacantha</i> Lemaire) | Promover las condiciones adecuadas para la sucesión de la vegetación |
| 4 | Establecimiento de obras para la retención de humedad, microcuencas y zanjas trinchera para el arbolado y repoblado y brechas cortafuego concentradas en el centro y lado este de esta zona | Conservar la humedad en el suelo, prevenir incendios y promover las condiciones adecuadas para la vegetación |
| 5 | Delimitación con vegetación, material leñoso y roca acomodada, de 400 metros de sendero para corredores, con una anchura de 1m | Proteger y permitir que la vegetación, se desarrolle, previniendo también la contaminación por residuos sólidos |

* Se refiere al orden jerárquico de atención propuesto

Tabla 4. Acciones propuestas por eje y zona 4, 5 y 8 de manejo en el parque

| #* | Acciones | Propósito |
|--|--|---|
| Zona 4 Eje de rehabilitación y ecotecnologías: | | |
| 1 | Establecimiento de modulo demostrativo y didáctico dedicado al compostaje de residuos orgánicos generados en el parque (80m ²) en el extremo este | Promover conocimiento de visitantes con el compostaje y producir abono para el uso del parque |
| 2 | Establecimiento de obras para la retención de humedad, microcuencas y zanjas trinchera para el arbolado y repoblado de los sitios 6, 8 y 9 | Conservar humedad en el suelo, proteger arbolado y promover condiciones adecuadas para la sucesión ecológica |
| 3 | Enriquecimiento de acahuales y reforestación con encino, palo dulce (<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ort.)), nopal (<i>Opuntia streptacantha</i> Lemaire), maguey (<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck) y siempreviva (<i>Sedum praealtum</i> B.) | Promover las condiciones adecuadas para la sucesión de la vegetación y evitar la erosión |
| 4 | Establecer la parte de filtrado y almacenamiento de un sistema de captación de agua de lluvia que funcione como módulo didáctico (1000m ²) al este de la zona y al norte del módulo de compostaje | Proveer al parque agua para riegos de auxilio y/o durante reforestaciones, promover educación ambiental y ecotecnologías |
| 5 | Delimitación con vegetación y roca acomodada de 100 metros de 2 andadores que conduzcan hacia un mirador y hacia el módulo didáctico de SCALL** y compostaje | Proteger y permitir que la vegetación, se desarrolle, previniendo también la contaminación por residuos sólidos |
| Zona 5 Eje de rehabilitación y educación ambiental: | | |
| 1 | Delimitación del Área de estacionamiento (1.3ha) y andadores con vegetación y roca acomodada, y de cajones con cal | Evitar que se talen más árboles para expandir la zona de estacionamiento y evitar daño a la vegetación |
| 2 | Instalación de paneles solares para iluminación en el estacionamiento y alimentación de una bomba para de agua para riego en el SCALL, como módulo didáctico | Promover el uso y conocimiento de ecotecnologías, procurando la seguridad en el parque |
| 3 | Techado de 3000m ² para establecer paneles solares y la parte de captación y conducción de un SCALL que funcione como módulo didáctico. | Proveer al parque agua para riegos de auxilio y/o durante reforestaciones, promover la educación ambiental y ecotecnologías |
| 4 | Instalación de un módulo didáctico informativo de clasificación de residuos sólidos | Promover separación de residuos y concientización sobre contaminación de residuos sólidos |
| Zona 8 Eje de ecotecnologías y educación ambiental: | | |
| 1 | Rediseño y rehabilitación de la planta de tratamiento tipo humedal. | Obtener agua que pueda ser utilizada para riegos y con calidad que no dañe al río |
| 2 | Establecimiento de un módulo demostrativo del funcionamiento de la planta la planta de tratamiento tipo humedal | Promover el conocimiento y familiarización de los visitantes con el tratamiento de aguas residuales. |

* Se refiere al orden jerárquico de atención propuesto y **SCALL se refiere a un sistema de captación de agua de lluvia

Como medida auxiliar para mejorar las condiciones del suelo y promover revegetación exitosa, se propone la realización de micro cuencas individuales para cada árbol que se considere urgente; así como tinajas ciegas en las zonas que más necesitan mejorar las condiciones de humedad en el suelo [27], [28]. La brecha cortafuego se recomienda únicamente en la zona 3, en la que se encuentra la mayor evidencia de daños por incendios anteriores, ya que al tener que desmontar una franja de vegetación, otros problemas podrían surgir debido al tamaño reducido del PNMFN y la fragilidad que esto representa. También, se recomienda completar líneas de control a través del uso de las barreras naturales y artificiales presentes en la zona [21].

Tabla 5. Acciones propuestas por eje y zona 9 y 10 de manejo en el parque

| #* | Acciones | Propósito |
|--|---|--|
| Zona 9 Eje de rehabilitación y conservación | | |
| 1 | Limpia periódica al menos semestral del material vegetal herbáceo, antes de la temporada de seca y a mediados de la temporada de lluvias | Prevención de incendios |
| 2 | Podas y limpieas forestales, de árboles muertos y en pie con severo daño | Obtener una densidad adecuada y promover el crecimiento de los demás individuos |
| 3 | Enriquecimiento de acahuales y reforestación con encino (<i>Quercus deserticola</i> Trel.), tepozán (<i>Buddleia cordata</i> H.B.K.), palo dulce (<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ort.)), nopal (<i>Opuntia streptacantha</i> Lemaire), siempreviva (<i>Sedum praealtum</i> B.), yuca (<i>Yuca filifera</i> (Chabaud, 1976)), y semilla de herbáceas locales | Promover las condiciones adecuadas para la sucesión de la vegetación y reducir la compactación del suelo |
| 4 | Establecimiento de obras para la retención de humedad, microcuencas y zanjas trinchera para el arbolado y repoblado | Conservar la humedad en el suelo, prevenir incendios y promover las condiciones adecuadas para la vegetación |
| Zona 10 Eje de conservación, rehabilitación, educación ambiental: | | |
| 1 | Delimitación de 400m de andadores y ruta equina con 2m como máximo de ancho, con roca y vegetación | proteger y permitir que la vegetación, se desarrolle, previniendo también la contaminación por residuos sólidos |
| 2 | Construcción de una presa de ramas en la cárcava del sitio 6 de esta zona | Recuperación de suelo |
| 3 | Enriquecimiento de acahuales y sotobosque con tepozán (<i>Buddleia cordata</i> H.B.K.), encino (<i>Quercus deserticola</i> Trel.), fresno (<i>Fraxinus udhei</i> (Wenz.) Lingelsh) y ahuehuete (<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.) | Promover las condiciones adecuadas para la sucesión de la vegetación y reducir la compactación y erosión laminar del suelo |
| 4 | Establecimiento de cortinas rompe vientos entre la carretera molino de flores y el área de actividad equina | Prevenir la erosión eólica del suelo desnudo en el área |
| 5 | Instalación de un módulo didáctico informativo de clasificación de residuos sólidos | Promover la separación de residuos y concientización sobre la contaminación de residuos sólidos |

* Se refiere al orden jerárquico de atención propuesto

Con relación a la vegetación, en diversas zonas se sugiere limpieza y poda de árboles que están muertos en pie, de árboles donde la densidad de individuos no permite el crecimiento y desarrollo de todos [29]. Se propone delimitar zonas adecuadas para establecimiento de vegetación a modo de setos, con especies que requieran pocos cuidados [11]. El enriquecimiento de acahuales es una práctica de manejo que consiste en introducir especies distintas a las existentes (arbustivas generalmente) en el sitio, sin recurrir a una especie exótica [19]. Generalmente se recomienda en zonas donde la vegetación primaria ha sido destruida y donde la vegetación secundaria domina, para promover la sucesión ecológica natural en cada zona y favorecer la recuperación de las áreas perturbadas garantizando el desarrollo de la cubierta vegetal de manera permanente contribuyendo a la reducción de la erosión en la zona [22]. Las reforestaciones se refieren a especies del estrato arbóreo. Las especies y técnicas recomendadas pueden consultarse en Ramírez [11]. En la zona llamada "la cascada" los ahuehuetes más viejos del parque tienen un daño creciente de infección por hongos que debe ser atendida correctamente con el fin de evitar su propagación a otros especímenes. El establecimiento de un vivero que produzca especies nativas es indispensable para la disminución de costos y tiempo de ejecución de las propuestas de manejo de la vegetación y el éxito de las mismas, ya que las plantas serán las adecuadas y mostrarán una capacidad adaptativa superior a especies que se pueden obtener de manera común en la mayoría de los viveros [11]. En los sitios donde no se puede revegetar para proteger el suelo, debido al uso de la zona, es recomendable tratar de reducir los factores de riesgo de erosión, por lo que se sugiere el

establecimiento de cortinas rompe vientos, lo cual también reduciría el efecto, tanto sobre el suelo como sobre las edificaciones y los visitantes, de las constantes tolvaneras provenientes de las minas aledañas al PNMFN [30], [31].

Tabla 6. Acciones propuestas por eje y zona 11, 12 y 13 de manejo en el parque

| #* | Acciones | Propósito |
|--|---|---|
| Zona 11 Eje de conservación y rehabilitación: | | |
| 1 | Podas y limpieas forestales, de árboles muertos en pie o con severo daño | Obtener una densidad adecuada y promover el crecimiento de los demás individuos |
| 2 | Limitación del acceso a la cascada con cercado | Prevenir la contaminación por residuos sólidos y el daño a la vegetación |
| 3 | Tratamiento de saneamiento contra hongo, de los 5 ahuehuetes enfermos en la zona | Conservar los ejemplares de ahuehuate y mejorar su vigor |
| 4 | Enriquecimiento de acahuales con herbáceas y arbustivas locales como tigridas (<i>Tigridia pavonia</i> (L.F.) DC.), palo loco (<i>Senecio praecox</i> DC.), palo dulce (<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ort.)) y helechos | Promover las condiciones adecuadas para la sucesión de la vegetación y reducir la compactación del suelo |
| Zona 12 Eje de conservación: | | |
| 1 | Instalar un nuevo vivero del lado este de la zona, dedicado a la reproducción de especies vegetales nativas, con actividades interactivas y educativas para los visitantes | Abastecer al parque del material vegetal necesario para la rehabilitación y conservación del mismo, promoviendo el conocimiento y educación ambiental |
| Zona 13 Eje de conservación y rehabilitación: | | |
| 1 | Limpia periódica al menos semestral del material vegetal herbáceo, antes de la temporada de seca y a mediados de la temporada de lluvias | Prevención de incendios |
| 2 | Podas y limpieas forestales, de árboles muertos en pie o con severo daño | Obtener una densidad adecuada y promover el crecimiento de los demás individuos |
| 3 | Enriquecimiento del sotobosque y reforestación con encino, palo dulce (<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ort.)), tronadora (<i>Tecoma stans</i> H.B.K), biznagas y siempreviva (<i>Sedum praealtum</i> B.) | Promover las condiciones adecuadas para la sucesión de la vegetación |
| 4 | Establecimiento de obras para la retención de humedad, microcuencas y zanjas trinchera para el arbolado y repoblado de los sitios | Conservar la humedad en el suelo, prevenir incendios y promover las condiciones adecuadas para la vegetación |

* Se refiere al orden jerárquico de atención propuesto

La instalación de paneles solares en el parque reduciría costos a mediano plazo en energía eléctrica y apoyaría el fortalecimiento de las medidas de seguridad dentro del PNMFN, que resulta una de las preocupaciones tanto de los administrativos como de los visitantes, al permitir la implementación de alumbrado en zonas estratégicas. Clasificar los residuos y la concientización sobre esta tarea a los visitantes y administrativos; previene la contaminación por residuos sólidos en todo el parque, facilitando su reúso y reciclado. El compostaje permite el reciclado de toda la materia orgánica recolectada en el parque, y no solo disminuirá los costos por transporte de residuos, sino que surtirá de forma constante de abono al parque para las acciones de reforestación que se pretenden. Ya existe como hemos mencionado antes una planta de tratamiento tipo humedal, pero el diseño y el estado de esta no es adecuado para su funcionamiento debido a que el tiempo de retención hidráulico no es el adecuado [32], entre otros inconvenientes encontrados, por lo que mejorarla significaría dejar de contaminar en parte el río. Cada ecotecnia o ecotecnología deberá contar con al menos un módulo informativo y didáctico, en los módulos de separación de residuos, se pueden incluir actividades de reciclaje de residuos, como ejemplo, el que los visitantes puedan utilizar su envase PET, para ensayar el proceso de trasplante de un brinjal en el vivero de especies nativas.

Los sistemas de captación de agua de lluvia (SCALL) permitirán reconectar el ciclo hidrológico artificialmente justo en los puntos que se requiere. En la región los acuíferos son sobreexplotados, resaltando de manera importante el acuífero de Texcoco [33], y cada vez disminuye más su capacidad de recarga por los patrones de lluvia más intensos e irregulares en tiempo, y pérdida de capacidad de infiltración del suelo por disminución de la cubierta vegetal. Los SCALL propuestos para el parque son dos, uno de ellos propone techar aproximadamente 1/4 parte del estacionamiento secundario, en el sistema de conducción crear pequeños filtros de sólidos grandes y llevar el agua capturada hasta un decantador y finalmente almacenar en tanques elevados, estructurados de malla ciclónica y recubiertos y tapados con geomembrana, según la metodología de Anaya [34]. Este SCALL se propuso en un área de esta zona (sitio 3) en la que la cubierta vegetal es baja y el suelo está más erosionado, presentando una superficie importante de erosión laminar, además de que su altitud permitiría el llevar el agua casi a todos los sitios por acción de la gravedad. El agua estará destinada para riegos de auxilio de la vegetación mayor y repoblado. El segundo sistema proporcionará agua a los comercios del PNMFN, en este caso, además de los beneficios ya mencionados, se resolvería la problemática de falta de agua. El diseño dependerá de la disposición de los comerciantes, la propuesta es comenzar con algún locatario que tenga interés y esté dispuesto a adoptar la tecnología y a partir de esto, comenzar a difundir la propuesta. Los diseños se basan en Anaya [34].

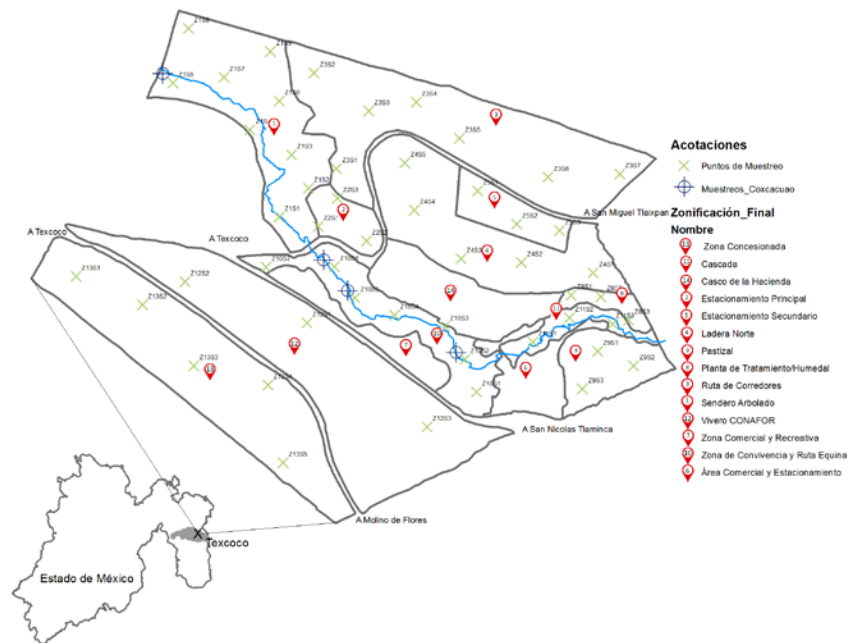


Figura 1. Parque nacional Molino de Flores Netzahualcóyotl y zonificación propuesta para su manejo

Las acciones propuestas pretenden fortalecer al parque propiciando un uso sustentable y fomentando la conservación de su diversidad para el otorgamiento y continuación de la provisión de servicios ambientales [35], [36]

2. Acciones administrativas. Las acciones administrativas están dirigidas al parque en general, toman en cuenta la opinión de administrativos, de los comerciantes y de los visitantes. Las propuestas no solo mejorarán la administración del parque si no que coadyuvarán en la implementación de las acciones indicadas en el apartado anterior (Tabla 7).

Tabla 7. Acciones administrativas propuestas para el parque

| Acción | Propósito |
|---|--|
| Creación y aplicación de un código de comportamiento en el parque | Evitar la contaminación por residuos sólidos, daño al medio natural, y promover la cultura de la conservación |
| Implementar vigilancia en el parque | Garantizar la seguridad de los visitantes y el cumplimiento del código de comportamiento |
| Cercado del perímetro del parque con cortinas de vegetación y maya. | Evitar la toma de terreno perteneciente al Parque Nacional por parte de los vecinos, así como facilitar la vigilancia, la conservación, mejorar el paisaje y reducir la contaminación auditiva |
| Instalación de 7 módulos informativos de clasificación de residuos sólidos (orgánicos, vidrio, aluminio, PET y otros) a lo largo de la zona del casco y zonas comerciales | Promover la separación de residuos y concientización sobre la contaminación de residuos sólidos |
| Instalación de SCALL para el uso de los puestos comerciales y baños | Resolver el conflicto que existe por la falta de agua, y evitar la extracción de agua de pozo |
| Instalación de paneles solares para abastecimiento de energía eléctrica en el casco histórico, zona s comerciales y oficinas | Eliminar la contaminación visual por cableado y promover el uso de energías limpias en los comerciantes y visitantes |
| Eliminar las descargas de aguas negras provenientes de los puestos comerciales y baños, e Instalación de biodigestores para aguas negras en los baños del Molino | Eliminar las fuentes emisoras de contaminación al río |
| Controlar la venta y consumo de bebidas alcohólicas | Crear un ambiente adecuado para el objetivo esencial de un Parque Nacional |
| Disminuir al mínimo el uso y venta de desechables | Reducir la cantidad de residuos sólidos generados y la probabilidad de contaminación |
| Utilizar solo productos de limpieza biodegradables dentro del parque | Reducir al mínimo el tratamiento de aguas grises |
| Regular la contaminación auditiva generada en los puestos comerciales | Promover las condiciones adecuadas para el hábitat de aves |
| Reutilización de los envases de pet y vidrio como semilleros y macetas para la reproducción de planta en el vivero 2 | Disminuir el costo de transporte de residuos sólidos y disminuir el costo de reproducción de planta |
| Creación de una junta administrativa de todos los actores que intervienen en el manejo del PNMFN | Coordinar el trabajo de todos los actores con el fin de ejecutar una administración eficiente y dirigida. |
| Instalación de señalización en todo el parque, sobre el medio atura. El código de comportamiento y el patrimonio cultural | Promover el conocimiento y conciencia de la importancia y objetivo del ANP |

3. Acciones sobre el río Coxcacuaco. La mayoría de los problemas del río son referentes a la mala calidad de agua. Son causados por el ambiente degenerativo, es decir, las descargas de aguas residuales y contaminación por residuos sólidos. Las propuestas se enfocan en técnicas de bioingeniería y acelerar el proceso de descontaminación y mejorar la calidad ecológica.

La aparición de isletas y penínsulas, el trenzamiento del cauce en varios puntos, así como erosión en los márgenes del río es evidente. Son síntomas de inestabilidad del margen del lecho causado por el excesivo dimensionamiento en algunos tramos, y por la variación del caudal por lo que es importante definir la conformación del cauce y la revegetación del mismo [10]. Por la presión a la que está sometido el río, no es posible hablar de lograr un estado ecológico óptimo, pero si mejorar algunas condiciones. Básicamente se puede lograr mediante la revegetación para promover el desarrollo la diversidad de micro hábitats y aumentar el espacio fluvial. Finalmente, además de detener las descargas de aguas residuales se pueden establecer especies vegetales que ayuden a filtrar el agua como el carrizo y la enea (Magdaleno, 2008).

IV. CONCLUSIONES

El parque es reconocido por los visitantes como un espacio de recreación familiar y de observación cultural. Su importancia y relevancia es tanto social como biológica. Por ello la urgencia y necesidad de construir oportunidades y abrir espacios que propicien su permanencia y conservación. En el trabajo se plantea una propuesta para la rehabilitación ecológica del Parque Nacional, que considera tanto información técnica como aquella que los visitantes consideran oportuna. Para hacer aplicables las propuestas se consideraron tres niveles: aquellas aplicables a cada zona de manejo; aquellas aplicables al río y aquellas de carácter administrativo. La administración actual del parque realiza actividades predominantemente de mantenimiento. A todas luces el personal y recursos económicos disponibles no son suficientes por lo que es importante establecer alguna estrategia que permita obtener poco a poco los recursos. Es primordial resaltar también la importancia de la participación de instituciones educativas y de investigación en el área, son actores proactivos para el buen manejo de los recursos naturales. Más allá de los ejercicios académicos, su participación conjunta con la municipalidad y la sociedad en general serán la llave del éxito de las medidas aquí propuestas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo financiero de la Universidad Autónoma Chapingo a través del Centro de Investigación en Recursos Naturales y Medio Ambiente (CIRENAM). De la misma forma se agradece a los revisores anónimos cuyas sugerencias mejoraron el manuscrito.

REFERENCIAS

- [1] SER, “Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. 2004. Principios de SER International sobre la restauración ecológica”, pp. 1–15, 2004.
- [2] M. Moore, W. Wallave, y P. Fulé, “Reference conditions and ecological restoration: a southwestern ponderosa pine perspective”, *Ecological Applications*, vol. 9, núm. 4, pp. 1266–1277, 1999.
- [3] R. Márquez-Huitzil, “Fundamentos teóricos y convenciones para la restauración ecológica: aplicación de conceptos y teorías a la resolución de problemas en restauración. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático”, 2014. [En línea]. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/467/marquez1.html>.
- [4] Á. Leyva Ovalle *et al.*, “Monitoreo de la degradación forestal en México con base en el inventario nacional forestal y de suelos (INFyS)”, *Madera y Bosques*, vol. 23, núm. 2, pp. 69–83, 2017.
- [5] A. Fernández Landero y D. Vazquez García, “Diagnóstico integral de conservación del parque nacional Molino de Flores, Texcoco, Estado de México”, INAH - Instituto Nacional de Antropología e Historia, 2014.
- [6] A. Herrera *et al.*, “Estado de los recursos naturales en el parque nacional Molino de Flores Nezahualcóyotl”, *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, vol. 16, núm. 2, pp. 46–57, 2018.
- [7] A. Herrera, A. Luque, A. Monterroso-Rivas, F. Jaimes, y G. Ramirez, “Disposición a pagar por la conservación de los recursos naturales del parque nacional Molino de Flores Nezahualcóyotl, México”, *Ciencias Administrativas*, vol. 13, pp. 27–35, 2019.
- [8] M. J. Pinkus, M. A. Pinkus, y A. Ortega, “Recomendaciones para el manejo sustentable en las áreas naturales protegidas en México.”, *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, vol. 60, núm. 4, pp. 102–110, 2014.
- [9] O. Sánchez *et al.*, *Temas sobre restauración ecológica*. Mexico, DF: INE-SEMARNAP, 2005.
- [10] F. Magdaleno, *Manual de técnicas de restauración fluvial*, Primera ed. Madrid, España: Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino, 2008.
- [11] A. Ramírez G., “Plan de Restauración Ecológica para el Área de Conservación del Parque Nacional Molino de Flores, Texcoco Edo. de México”, Universidad Autónoma Chapingo, 2013.
- [12] R. Hernández y C. Monterrubio, “Construcciones sociales del espacio turístico recreativo. Un estudio interpretativo sobre las prácticas recreativas en el Parque Nacional Molino de Flores Nezahualcóyotl, México”, *Turismo y Sociedad*, vol. XIX, núm. 1, pp. 37–48, 2016.
- [13] J. W. Tudela-Mamani, M. A. Martínez, R. Valdivia, J. L. Romo, M. Portillo, y R. Rangel, “Valoración económica de los beneficios de un programa de recuperación y conservación en el Parque Nacional Molino de Flores, México”, *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, vol. 17, núm. 2, pp. 231–244, 2011.

- [14] S. Mc Cool y K. Guthrie, "Mapping the Dimensions of Successful Public Participation in Messy Natural Resources Management Situations", *Society & Natural Resources*, vol. 14, núm. 4, pp. 309–323, abr. 2001.
- [15] M. S. Fernández Juárez, "La construcción imaginaria del molino de flores en las prácticas fotográficas de sus visitantes", Centro Universitario UAEM-Texcoco, 2017.
- [16] J. Martínez, "Las áreas naturales protegidas como herramienta para el cuidado y gestión de los recursos naturales: caso de la reserva de la biosfera de La Sepultura en el estado de Chiapas", *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 2, pp. 261–271, 2015.
- [17] T. Lynam, W. de Jong, D. Sheil, T. Kusumanto, y K. Evans, "A Review of Tools for Incorporating Community Knowledge, Preferences, and Values into Decision Making in Natural Resources Management", *Ecology and Society*, vol. 12, núm. 1, pp. 1–15, feb. 2007.
- [18] M. Muro y P. Jeffrey, "A critical review of the theory and application of social learning in participatory natural resource management processes", *Journal of Environmental Planning and Management*, vol. 51, núm. 3, pp. 325–344, may 2008.
- [19] CONAFOR, *Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas.*, Tercera ed. Zapopan, Jalisco: CONAFOR, 2007.
- [20] CONAFOR, "Manual para beneficiarios: Aclareos y Podas", Guadalajara, Jalisco, México., 2009.
- [21] CONAFOR, *Incendios forestales. Guía práctica para comunicadores.* Zapopan, Jalisco: Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), 2010, p. 54.
- [22] M. Vanegas López, *Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias. Informe final dentro del proyecto GEF 00089333 "Aumentar las capacidades de México para manejar especies exót.* México DF: CONAFOR, CONABIO, GEF-PNUD, 2016.
- [23] M. Maass *et al.*, "Las áreas naturales protegidas y la investigación ecológica de largo plazo en México", *Ecosistemas*, vol. 19, núm. 2, pp. 69–83, 2010.
- [24] IITA y FAO, *Manual de Prácticas integradas de manejo y conservación de suelos.* Roma, Italia: FAO, 2000.
- [25] R. Cardoza *et al.*, *Protección, restauración y conservación de suelos forestales*, Tercera ed. Zapopan, Jalisco: CONAFOR, 2007.
- [26] O. Vargas, "Ecological Restoration: Biodiversity and Conservation", *Acta biológica colombiana*, vol. 16, pp. 221–246, 2011.
- [27] COLPOS, *Manual de conservación del suelo y del agua.* Texcoco, México: COLPOS, 1982.
- [28] C. Asensio, F. Lozano, E. Ortega, y Z. Kikvidze, "Study on the effectiveness of an agricultural technique based on aeolian deposition, in a semiarid environment", *Environmental Engineering and Management Journal*, vol. 14, núm. 5, pp. 1143–1150, 2015.
- [29] CONAFOR, "Manual para beneficiarios: Aclareos y Podas", Guadalajara, Jalisco, México., 2009.
- [30] S. Chamizo, E. Rodríguez-Caballero, Y. Cantón, C. Asensio, y F. Domingo, "Penetration resistance of biological soil crusts and its dynamics after crust removal: relationships with runoff and soil detachment", *Catena*, vol. 126, pp. 164–172, 2016.
- [31] I. Miralles, R. Ortega, Y. Cantón, y C. Asensio, "Soil degradation from excess salt and its relation to the topography on an area of Southern Spain", *Agrochimica*, vol. 46, núm. 6, pp. 270–279, 2002.
- [32] A. Rivas Hernández y D. Paredes Cuervo, "Sistemas de humedales para el manejo, tratamiento y mejoramiento de la calidad del agua", Morelia, Michoacán, México, 2014.
- [33] B. S. Escobar-Villagrán y Ó. L. Palacios-Vélez, "Análisis de la sobreexplotación del acuífero Texcoco, México", *Tecnología y Ciencias del Agua*, vol. 3, núm. 2, pp. 67–84, 2012.
- [34] M. Anaya-Garduño, "Sistema de captación de agua de lluvia para uso doméstico en America Latina y El Caribe". IICA, p. 154, 1998.
- [35] C. Jiménez *et al.*, "México país megadiverso y la relevancia de las áreas naturales protegidas Mexico", *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, vol. 60, núm. 4, pp. 16–22, 2014.
- [36] Conabio, *Capital natural de México; Estado de conservación y tendencias de cambio.* México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2009.