

CONTENIDO

IX. SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO PROPUESTO	1
IX.1 DESCRIBIR LA IMPORTANCIA DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES QUE PROPORCIONA EL ECOSISTEMA A NIVEL CUENCA HIDROLÓGICO-FORESTAL Y ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO (MICRO CUENCA).....	1
IX.2. LOS SERVICIOS AMBIENTALES A CONSIDERAR Y ANALIZAR SON LOS QUE ESTABLECE EL ARTÍCULO 7 FRACC, XXXVII DE LA LGDFS.....	2
IX.2.1. <i>La provisión del agua en cantidad y calidad.....</i>	2
IX.3.2. <i>La captura de carbono, de contaminantes y de componentes naturales.....</i>	4
IX.3.3. <i>La generación de oxígeno</i>	7
IX.2.4. <i>El amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales</i>	8
IX.2.5. <i>La modulación o regulación climática</i>	10
IX.2.6. <i>La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida</i>	11
IX.2.7. <i>La protección y recuperación de suelos.....</i>	16
IX.2.8. <i>El paisaje y la recreación</i>	17

IX. SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO PROPUESTO

IX.1 Describir la importancia de los servicios ambientales que proporciona el ecosistema a nivel cuenca hidrológico-forestal y área de influencia del proyecto (micro cuenca)

En apego a la definición de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), los servicios ambientales son aquellos que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros¹.

Algunos de los servicios ambientales involucrados en el proyecto sí tendrán modificaciones, mismas que se describen a continuación, aunque solo afectarán de manera local.

La tabla IX.1 señala los servicios ambientales que se afectan con el proyecto (aún cuando son a nivel local) y más adelante se desglosan los servicios ambientales que presta el área de estudio, en apego al Artículo 7, Fracción XXXVII de la LGDFS.

La manera de evaluar los servicios ambientales es en cuatro rubros cualitativos que se señalan a continuación:

¹ D.O.F. 2008. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2003. TEXTO VIGENTE. Última reforma publicada DOF 24-11-2008.

Tabla IX.1. Valoración cuantitativa de los servicios ambientales

Nivel	Valor	Descripción
1	Nulo	El proyecto no tiene relación directa con el servicio ambiental que se evalúa
2	Bajo	Las afectaciones del servicio ambiental causado por la obra o proyecto son de alcance local
3	Medio	Las afectaciones del servicio ambiental causado por la obra o proyecto son de alcance regional e involucra la afectación a la vocación natural o aptitud señalada para el terreno a nivel regional
4	Alto	Las afectaciones del servicio ambiental causado por la obra o proyecto repercuten a nivel de cuenca.

No existen implicaciones adicionales a la obra, distintas a las manifestadas en el presente documento, por lo que se descarta evaluaciones no previstas relativas a los servicios ambientales.

IX.2. Los servicios ambientales a considerar y analizar son los que establece el artículo 7 fracc, XXXVII de la LGDFS

IX.2.1. La provisión del agua en cantidad y calidad

La repercusión de este servicio ambiental debido a las obras del proyecto es prácticamente nula, por los argumentos que a continuación se destacan.

Para saber que el área captada en el proyecto sujeto a CUSTF no compromete el volumen que debe escurrir en el mismo y en la MHF, o en su defecto, establecer las medidas pertinentes para la cosecha de agua que asegure al menos los volúmenes reducidos de captación, fue necesario estimar los escurrimientos superficiales que ocurren en el área. El cálculo de los escurrimientos superficiales se considera para dos objetivos: 1) el escurrimiento medio, para estimar el volumen de agua por almacenar o retener, y 2) los escurrimientos máximos instantáneos para el diseño de obras de conservación.

Es un hecho conocido que los factores que afectan la infiltración del agua en el suelo son (Kramer, J.P. 1987):

- El contenido hídrico inicial,
- La permeabilidad superficial,
- Las características internas del suelo (tales como el espacio poroso),
- El grado de hinchazón de los coloides del suelo y del contenido orgánico del mismo,
- La duración de la precipitación pluvial,
- y
- La temperatura del suelo y del agua.

En relación a lo anterior se reconoce que se reduce la infiltración al aumentar el contenido hídrico inicial del suelo (Ayers y Wikaramanayake, 1985), lo cual se explica porque la diferencia de potencial a través del frente de mojadura se reduce, y porque la hidratación e hinchazón de las partículas de arcilla reduce el área de corte seccional disponible para la entrada de agua.

Para el presente proyecto, se identificó como un servicio de muy baja afectación por el proyecto, primordialmente por las condiciones particulares que caracterizan al comportamiento del acuífero en el área por afectar y que se calcularon a partir de la estimación del balance hídrico realizado para el área de CUSTF.

Por otro lado, los valores de la elevada evapotranspiración se explican en razón de las tasas de transpiración (atribuible exclusivamente a la cubierta vegetal) y de evaporación propia del suelo, las cuales, generalmente están por encima del 88.6% en la mayoría de los sitios cubiertos con vegetación forestal (Hoover, 1994).

Tabla IX.2. Balance hídrico con las medidas de control propuestas

Variable	Tiempo de ejecución	Sin CUSTF (m3)	Con CUSTF (m3)	Volumen a mitigar (m3)	Reforestación y rescate (m3)	Captación obras de restauración (m3)	Total mitigado ACUMULADO (m3)	Residual positivo (m3)
Infiltración	18 meses	2,565.022	2,472.981	92.041	79.87	45.000	124.875	32.834

Lo anterior puede ser verificable en la estimación de escurrimiento en el Capítulo IV en el apartado de hidrología. Sin embargo, el predio no estará expuesto, ni ocurrirá el desmonte en un solo momento, ya que ocurrirá su ocupación por el uso propuesto en apego al plan de trabajo del proyecto y se contemplan obras de control que revierten la afectación potencial (Ver Capítulo VIII de este documento).

Por otro lado, con relación al deterioro de la calidad de agua por la presencia del proyecto, es de mencionar que dada las actividades a realizar en el proyecto, no existen fuentes de contaminación que afecten la calidad del agua.

Como parte de las medidas de mitigación, se realizará la reforestación, rescate y reubicación de flora que estarán contribuyendo a la captación de agua una vez que paulatinamente se vaya recuperando la cubierta vegetal, demostrando así que no se compromete la captación de agua en el área sujeta a CUSTF y por lo tanto se cumple con el precepto del RLGDFS, ya que el proyecto no provocará la disminución de la captación de agua.

Con relación a la afectación en términos económicos, considerando que el predio cumpliera con las características de elegibilidad para incorporarse al pago por servicios ambientales de la CONAFOR en la modalidad B2.1 Servicios hidrológicos Área 1², la cual tiene asignada el mayor monto de apoyo por hectárea por año que equivale a \$1,100.00/ha, por las 27.398 hectáreas que se pretenden afectar con la remoción de vegetación, resultan \$ 30,137.80 anuales, que corresponde a la afectación en términos económicos del servicio ambiental de captura de agua.

IX.3.2. La captura de carbono, de contaminantes y de componentes naturales

La repercusión de este servicio ambiental debido a las obras del proyecto es bajo (sólo de repercusión local), por los argumentos que a continuación se destacan.

En este rubro se encuentran las funciones que realiza la vegetación para la captura de CO₂, liberación de O₂ y sumidero de carbono. Tomando como referencia uno de estos servicios, la captura de CO₂, es importante destacar que ésta solamente ocurre durante el desarrollo de los árboles, y se detiene cuando éstos llegan a su madurez total.

² Para el pago por servicios ambientales hidrológicos se requiere una superficie mínima de 100 hectáreas, por lo que el área por afectar no sería sujeto de incorporación a dicho programa. El monto referido corresponde al publicado en las Reglas de Operación del Programa ProArbol para el año 2013.

La captura de carbono se puede definir como la extracción y almacenamiento de carbono atmosférico (dióxido de carbono) en forma de biomasa proveniente de los bosques, la tierra y los océanos, para evitar que este llegue a la atmósfera. Es considerado como uno de los servicios ambientales de mayor importancia, ya que contribuye en el mantenimiento de la temperatura global, así como en la composición química del agua marina y de las zonas costeras. La superficie de CUSTF cubre 27.398 ha de vegetación natural del vegetación halófila.

El carbono en la forma de compuestos inorgánicos y orgánicos, como los gases de efecto invernadero CO₂ y CH₄, es reciclado entre la atmósfera, los océanos, y la biosfera. El mayor intercambio natural ocurre entre la atmósfera y la biosfera terrestre, pero la influencia humana se mantiene creciendo particularmente desde el comienzo de la era industrial donde las plantas retiran CO₂ de la atmósfera a través del proceso de la fotosíntesis. El dióxido de carbono es regresado a la atmósfera por la respiración de las criaturas vivas y la descomposición o incineración de la materia orgánica, siendo la combustión del combustible fósil y el CUSTF los principales procesos antropogénicos que liberan CO₂ a la atmósfera.

Para determinar la cantidad de carbono secuestrado en el área de CUSTF del proyecto se utilizó el método IPCC (del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) como se indica a continuación:

$$CCC = (VT)*(FD)*(FCC)*(FCEB)^3$$

Dónde:

CCC = Coeficiente de captura de carbono

VT = Volumen total estimado en el predio sujeto a CUSTF

FD = Factor de densidad (0.5)

FCC = Factor de captura de carbono (0.5)

FCEB = Factor de expansión o extensión de biomasa (3.66)

³ Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero - versión revisada en 1996, incluye América Latina

En este caso, sustituyendo los valores, tenemos:

$$0.877*0.5*0.5*3.66 = 0.802$$

Los factores de expansión son parámetros que transforman el volumen fustal por árbol o por unidad de superficie en densidad de carbono por árbol o por la misma unidad superficie por cada tipo de vegetación (Gracia et al., 2004). Estos facilitan los cálculos de la densidad de carbono a partir de las existencias reales en un bosque. Estas se han desarrollado con la finalidad de someter a las comunidades forestales eventualmente al pago de servicios ambientales. Es importante señalar que el efecto es momentáneo ya que en el corto plazo se pierde la capacidad de captura de carbono, pero luego se ganará cuando aparezca la regeneración natural en cierta parte del área solicitada para CUSTF. Por las acciones de restauración que se planea implementar y como se mencionó anteriormente por la capacidad que tiene el propio ecosistema de regenerarse, se considera que no se pone en riesgo la captura de carbono ni la generación de oxígeno por la implementación del proyecto y que la afectación será a nivel del área de influencia del proyecto.

En términos económicos, partiendo de un precio de €18.05 (\$364.79⁴) por tonelada, resultan \$8,020.15 en el área de CUSTF de 27.398 ha que se pronostica se dejarán de captar.

Por otro lado, la generación de oxígeno como un servicio ambiental, está íntimamente asociado a la captura de carbono, puesto que se deriva de un proceso bioquímico. No obstante, se debe tener en cuenta que las diferencias son enormes entre los tipos de plantas (C₃ y C₄), los ecosistemas, los nutrimentos que proporcionan, etc., por lo cual es sumamente difícil cuantificar exactamente la relación entre captura de carbono y la producción de oxígeno.

⁴ El costo del euro Estimado en 20.21 pesos MN al cierre el 15 de junio de 2016

IX.3.3. La generación de oxígeno

La repercusión de este servicio ambiental debido a las obras del proyecto es bajo (sólo de repercusión local), por los argumentos que a continuación se destacan. Este servicio ambiental, al igual que el anterior, está ligado con el proceso de la fotosíntesis que acontece en las plantas, sin embargo, resulta difícil determinar la cantidad de oxígeno que genera una planta al día, no obstante, se puede calificar de manera cualitativa considerando el grado de madurez y el tipo de vegetación de que se trate.

Investigaciones de la valoración cuantitativa de oxígeno⁵, estimó que por cada tonelada de madera que crece en bosques o páramos, usan cerca de 1.5 toneladas de dióxido de carbono y devuelven a la atmósfera 1 tonelada de oxígeno. Para la cuantificación del Oxígeno producido por el bioma del bosque se utilizó la siguiente ecuación:

$$O_{2B} = CO_{2FijadoBosques} / 1.5$$

Donde,

O_{2B} = Oxígeno producido en toneladas por el bioma de bosque.
 $CO_{2FijadoBosques}$ = Toneladas de dióxido de carbono total fijado en bosque.
 1.5 = Relación equivalente; para 1.5 Ton de CO_2 secuestrado se produce 1Ton de O_2

Si bien esta fórmula se utiliza para el tipo de vegetación de bosque, y el proyecto no incide sobre este tipo de vegetación, no existiendo registro de estimación para el arreglo vegetativo del proyecto, se empleó el siguiente cálculo, considerando el máximo óptimo de un ecosistema. Es decir, nuestro proyecto no tendrá un valor superior al estimado en este rubro.

⁵ BERRÍO, 1992. Citado por CORDERO, Elsa. *Et al.* Estudio de caso sobre la mitigación del cambio climático por los bosques. Año 4, No. 6/2004

Ahora bien, el valor económico del oxígeno se vuelve subjetivo toda vez que la determinación del valor económico en función del CO₂, no del oxígeno en sí, donde se asigna teniendo en cuenta la disponibilidad a pagar de diversos países, los cuales ofrecen un precio en el mercado que varía desde 1.00USD /Ton CO₂ hasta 27.8 USD/Ton CO₂ esto hace que en la actualidad exista gran variedad en los estimativos del precio según el método de cuantificación (impuestos, costos del daño, y control de emisiones, estimaciones basadas en el potencial de fijación de C etc.); y la naturaleza de los proyectos (conservación de reservas, proyectos agroforestales, manejo de bosques, establecimiento de plantaciones, entre otros). De ello, resulta \$4,115.72 para el proyecto.

IX.2.4. El amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales

El servicio ambiental en el amortiguamiento del impacto por fenómenos naturales no se verá interrumpido a nivel regional, toda vez que el sitio posee un tipo climático y relieve típico, que no limita el desarrollo del comportamiento atmosférico. Así mismo, los tipos de vegetación presentes son considerados de baja calidad por la afectación de las actividades antropogénicas que se desarrollan en ellos, y por los valores forestales aportados.

Este servicio ambiental considera las funciones que cumple el ecosistema cuando actúa como un regulador de las fluctuaciones y cambios ambientales que se originan en eventos tales como tormentas, inundaciones, sequías y huracanes entre otros, principalmente por la estructura de la vegetación. Es importante señalar que este servicio ambiental depende en gran medida del buen estado de conservación de la vegetación y de la extensión de la misma, ya que depende en forma directa de la riqueza de especies y de la complejidad de sus interacciones, al disminuir estos factores, disminuye la capacidad de resistencia del ecosistema. Un sistema con mayor diversidad y número de funciones ecológicas, será capaz de soportar de mejor manera una perturbación específica.

Los servicios ambientales en el amortiguamiento del impacto por fenómenos naturales no se verán interrumpidos a nivel regional, toda vez que el sitio posee un tipo climático y relieve típico, que no limita el desarrollo del comportamiento atmosférico. Ninguno de los aspectos del sistema ambiental que han sido analizados y descritos en el presente trabajo posee características o cualidades que permitan considerarlos como singulares o raros.

El área estudiada presenta buenas condiciones de naturalidad, toda vez que pequeños parches de su superficie se encuentra perturbada por acción del hombre en la forma de desmontes principalmente para el desarrollo agrícola.

El grado de afectación del amortiguamiento de los impactos naturales se considera moderado, debido principalmente a la superficie forestal solicitada (27.398 ha). Sin embargo, considerando que la MHF y el área de CUSTF se localizan en áreas planas, cercanas a la porción costera de Sonora, son susceptibles a ser afectados por eventos climatológicos relevantes (huracanes, ciclones, inundaciones, etc.), la cobertura vegetal juega un papel relevante contra este tipo de afectaciones, proveyendo protección al suelo y a los hábitats de flora y fauna, sin embargo, las acciones de revegetación permitirán la recuperación de la capacidad natural de amortiguamiento de dichos fenómenos naturales.

Ahora bien, en México, existe en registro que en el periodo 1980-2003 se ha invertido cerca de 2400 millones de dólares para atender fenómenos naturales de origen hidrometeorológico que han afectado más de 307,000 ha⁶. Esto significa una pérdida por afectación de terrenos y Sonora no escapa a los fenómenos hidrometeorológicos, en especial el Sur del Estado donde se ubica el proyecto. Esto es, cerca de 781.75 dólares por hectárea, que de ser el caso y estar involucrada las 27.398 ha extrapolando al predio sujeto a CUSTF, resultando en \$4,069,540.29 de acuerdo a la superficie del proyecto.

⁶ Manson, R.H., E.J. Jardel Peláez *et al.* 2009. Perturbaciones y desastres naturales: impactos sobre las ecorregiones, la biodiversidad y el bienestar socioeconómico, en *Capital natural de México*, vol. II: *Estado de conservación y tendencias de cambio*. Conabio, México, pp. 131-184. Datos en las páginas 140 y 155.

IX.2.5. La modulación o regulación climática

La valoración de este servicio ambiental resulta subjetiva, toda vez que los parámetros para determinar la influencia que tienen los recursos forestales del predio sobre la regulación microclimática requiere de un monitoreo constante y periódico, cuyos alcances se medirían en años, lo cual dificultaría el análisis técnico planteado de acuerdo con los objetivos del presente estudio. De tal manera que sólo se anticipa que exista una disminución en la prestación de este servicio ambiental, principalmente por el efecto acumulativo de otros servicios ambientales afectados, ya que el presente estudio técnico justificativo se presenta para poder dar inicio a los trabajos de construcción del proyecto en una superficie de 27.398 ha.

Desde otro punto de vista, la captura de CO₂ a través de la vegetación contribuye a la disminución de la concentración de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, lo cual ayuda a la conservación de la temperatura global y por consiguiente a la conservación del régimen climático. También debe considerarse el volumen de CO₂ que se reintegrará a la atmósfera como producto de la descomposición del volumen de madera y residuos vegetales que se eliminan como resultado del cambio de uso del suelo.

El proyecto no limitará la modulación o regulación climática. De acuerdo a la descripción de este rubro (señalado en el Capítulo IV del documento), puede destacarse que no existen factores críticos ni relevantes en relación a la superficie que será ocupada por el proyecto, donde el tipo climático está ampliamente distribuido y la condición de sus componentes relevantes (viento y calidad del aire, principalmente), se consideran en buen estado, sin afectaciones que limiten actividades adicionales al sistema ambiental del que forma parte.

No existen condiciones de aislamiento de ninguno de los elementos naturales descritos para el área de estudio, la cual posee características similares, en cuanto los elementos florísticos, faunísticos, climáticos, geológicos, fisiográficos, edafológicos e hidrológicos.

Ningún parámetro climático se encuentra normado. Igualmente, la descripción de los componentes asegura que los componentes de clima relativos a calidad del aire y vientos no serán mermados en el área de estudio.

El proyecto contempla que durante la etapa operativa no se rebasen los límites máximos permisibles de las emisiones a la atmósfera y se tendrá estricto apego a las NOM-047-SEMARNAT-1999, NOM-043-SEMARNAT-1993, NOM-081-SEMARNAT-1994, NOM-039-SEMARNAT-1993.

IX.2.6. La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida

La repercusión de este servicio ambiental debido a las obras del proyecto es bajo (sólo de repercusión local), por los argumentos que a continuación se destacan.

La distribución del tipo climático, arreglo geológico y fisiográfico, así como la composición del suelo, cuenca, patrones de drenaje y disponibilidad de agua, flora, fauna y elementos socioeconómicos son compartidos a nivel regional y ninguna característica es para el área en estudio. Por otra parte, el sistema ambiental no presenta condiciones únicas, excepcionales o singulares para el sitio.

Por otra parte, los atributos físicos y biológicos que se presentan a nivel de predio sujeto a CUSTF, se encuentran ampliamente representados, señalando en el Capítulo X que no se comprometen recursos ni atributos debido al cambio de uso propuesto. Si bien la MHF representa el 0.003% de la Cuenca del Río Mátape, el predio sujeto a CUSTF representa apenas el 0.001% de la MHF.

Con base en lo anterior, la riqueza biótica del área inherente al proyecto se describe con detalle en el apartado descriptivo y analítico del medio biótico (capítulo IV de este documento), asimismo, se destaca que el enfoque que se hace de este rubro se centra en la biodiversidad de especies y de ecosistemas, en virtud de que, debido a los alcances de este ETJ no es posible ni hay información disponible de la biodiversidad a nivel genético.

Con base en dicha información, la línea de base que define el estatus de diversidad biológica bajo un enfoque ecosistémico, equivale a asegurar que los ecosistemas funcionen saludablemente, por lo que al ser evaluados en los apartados correspondientes a fauna y a vegetación se utilizaron indicadores que reportaron proyecciones integrales, no precisadas por límites artificiales. El enfoque ecosistémico adoptado asume una perspectiva de largo plazo soportada en la determinación del estatus de “línea-base de biodiversidad” y en un manejo adaptativo, que considera la dinámica natural de los ecosistemas, lo incierto e impredecible de sus funciones, sus conductas y sus respuestas. Esta fue la estrategia central, con la cual se orientó la integración de este capítulo.

Otra estrategia asumida corresponde al uso sustentable de los recursos de la biodiversidad, para ello, la identificación de los impactos ambientales consecuencia del cambio de uso de suelo en los terrenos forestales del proyecto se dirigió a identificar, proteger y promover el uso sustentable de los recursos bióticos, a fin de que se reconozcan los beneficios de la biodiversidad que provee soporte a sistemas esenciales para la vida y los servicios de ecosistemas; así como el costo de reemplazar esos servicios.

Cuando en una región existen diferentes ecosistemas, se entiende que dicha región está compuesta por subsistemas que establecen entre sí una serie de interacciones que en algunas ocasiones son recíprocas y en otras, constituyen servicios ambientales esenciales para el funcionamiento de otras partes del sistema.

En una primera aproximación, la unidad de análisis está formada por un grupo de subsistemas que interactúan entre sí, definidos de manera práctica por los tipos de vegetación con diversos grados de conservación. Cada uno de estos componentes constituye una unidad funcional compleja que incluye sus propias comunidades biológicas y condiciones ambientales particulares.

En este sentido, los ecosistemas realizan una serie de funciones que nos benefician directa o indirectamente y que muchas veces no son perceptibles de primera instancia, tales como los ciclos biogeoquímicos, producción primaria, regulación del clima, alimento, agua, combustible. Estos servicios incluyen los de provisión, también llamados bienes; los de regulación, que modulan las condiciones en las cuales habitamos y realizamos nuestras actividades productivas; los culturales, que pueden ser tangibles o intangibles pero que dependen fuertemente del contexto sociocultural, y los de sustento, que son los procesos ecológicos básicos.

Este servicio ambiental se refiere al papel que el ecosistema desarrolla para brindar áreas de refugio, alimentación y reproducción para las especies animales residentes y migratorias. Una de las medidas más efectivas para mantener la diversidad es la protección de los ecosistemas forestales existentes. El grado de afectación al Servicio Ambiental de Protección de la Biodiversidad de los Ecosistemas y de la vida se califica como Baja en densidades menores a los obtenidos en la MHF (apartados del capítulo III y IV de este documento) y que en el capítulo X se hace el análisis comparativo de esta información generada.

De acuerdo con los indicadores de diversidad, los valores indican una composición similar entre la porción de la MHF muestreada y el área de CUSTF. Con los datos encontrados en la MHF, en primer lugar, se encontró que la riqueza específica superó al área de CUSTF y se encuentran mejor representadas en la MHF que dentro del área de CUSTF. Debe recordarse que la MHF contempla una superficie mayor a la que se pretende cambie el uso de suelo, por tanto, la variabilidad de condiciones debe albergar un número realmente superior.

En este sentido, se considera que con el rescate y reubicación de las especies se mantendrán los Índices de Biodiversidad estimados para el área, así como con la revegetación de las áreas desprovistas de vegetación. En cuanto a las condiciones ambientales que pudieran propiciar el aumento en la disponibilidad o calidad ambiental del hábitat son las siguientes:

- **Riqueza específica:** Ésta no será afectada, aseveración derivada del análisis hecho con anterioridad y que se detalla en los apartados descriptivos de la vegetación y de la fauna. Aunado a que el proyecto contempla la remoción y reubicación de individuos, no así de poblaciones o comunidades completas, además de proveer alternativas para el manejo y resguardo de los mismos, ya sea mediante reubicación o reforestación.
- **Extensión:** factor importante para el desarrollo de las poblaciones y comunidades; entre más extenso es su hábitat mayor será la probabilidad de subsistencia, como consecuencia de la oportunidad de recursos. El CUSTF que se solicita podría ocasionar que se disminuya la extensión del hábitat, sin embargo, la remoción de 27.398 ha de la extensión total de la vegetación por afectar en la MHF, de la cual representa apenas el 0.001%.
- **Continuidad de hábitats y corredores biológicos:** se refiere a una condición del hábitat necesaria para el desarrollo de los organismos que está relacionada con la extensión del mismo. En ese sentido, con el CUSTF se prevé la fragmentación local del hábitat, el impacto de fragmentación, se presume que podría generar un efecto barrera que impida la comunicación y el flujo genético directo entre poblaciones, no así entre comunidades, motivo de la amplia extensión de las mismas a lo largo de la MHF.
- **Riesgo potencial de ingreso de especies exóticas:** La posibilidad de la colonización por especies invasoras o exóticas, se aumenta en relación al efecto de conductores de cambio que incidan de manera radical en el incremento significativo de la apertura y liberación de hábitats derivado del desplazamiento inducido de las especies que ahí radican o por la remoción de la vegetación que conforma el estrato básico de los ecosistemas. En este sentido, el proyecto no manejará ni introducirá ningún tipo de individuo perteneciente a especies exóticas; de igual manera la incidencia sobre la cobertura vegetal no representará efectos que propicien la alteración radical de los hábitats.

Finalmente, considerando que el proyecto cumpliera con las características de elegibilidad para incorporarse al pago por servicios ambientales de la CONAFOR en la modalidad B2.2 Conservación de la Biodiversidad Área 4, la cual tiene asignada el mayor monto de apoyo por hectárea por año que equivale a \$550.00/ha, que corresponde a la afectación en términos económicos del servicio ambiental de conservación de la biodiversidad. Considerando lo anterior, queda una pérdida de \$ 15,068.90 anualmente.

Por otra parte, si bien a nivel de cuenca, existe una escasa proporción de superficie destinada a las áreas naturales protegidas o de atención prioritaria. A nivel predio sujeto a cambio de uso del suelo, no existe ninguna área natural protegida o de atención prioritaria que merezca atención en protección y resguardo.

Así, en términos de diversidad biológica, el proyecto se encuentra totalmente fuera de alguna área natural protegida con decreto, así como de cualquier región prioritaria en conservación.

Ninguno de los aspectos del sistema ambiental que han sido analizados y descritos en el presente trabajo posee características o cualidades que permitan considerarlos como singulares o raros. El tipo climático, el arreglo geológico, el conjunto fisiográfico, los tipos y asociaciones de suelos, la cuenca, los patrones de drenaje y disponibilidad de agua, la flora y fauna, así como los elementos socioeconómicos son compartidos a nivel regional, siendo el caso que el sistema natural no presenta condiciones singulares, únicas o excepcionales para el sitio del proyecto.

La integridad funcional del ecosistema no se encuentra afectada dada el bajo nivel de perturbación que presentan los componentes naturales. Lo anterior evidenciado por los índices de diversidad y abundancia en flora y fauna señalados en los capítulos III y IV. Por otra parte, los atributos físicos y biológicos que se presentan a nivel de predio sujeto a CUSTF, se encuentran ampliamente representados, señalando en el Capítulo X que no se comprometen recursos ni atributos debido al cambio de uso propuesto. Si bien la MHF representa el 1.019% de las cuencas que intervienen, el predio sujeto a CUSTF representa el 0.001% de la cuenca y el 0.185% de la MHF.

IX.2.7. La protección y recuperación de suelos

La repercusión de este servicio ambiental debido a las obras del proyecto es bajo (sólo de repercusión local), por los argumentos que a continuación se destacan.

El suelo característico del área donde será ubicado el proyecto se describe en el capítulo IV del presente documento. De los tipos de suelo primario presentes en la MHF, la ocupación del proyecto coincide con los mejores representados en la cuenca.

En cuanto a la estimación de erosión, se estimó la erosión hídrica y eólica⁷ para el predio sujeto a CUSTF, resultando en ambos casos, como más relevante la erosión eólica, dados los arreglos topográficos del área. La erosión potencial aportada por el proyecto, está combatida con las medidas de mitigación que revierten dicha condición (Ver Capítulo VIII de este documento). En detalle, estos valores pueden ser verificables en el Capítulo III (relativo a las estimaciones a nivel MHF) y en el Capítulo IV (relativo a las estimaciones del predio sujeto a CUSTF). Los servicios ambientales derivados del recurso suelo se verán afectados de manera localizada producto del desmonte contemplado para dar paso a las obras industriales del proyecto, generándose en consecuencia el cambio de uso y vocación del suelo dentro de las 27.398 ha cubiertas por vegetación halófila.

Este servicio ambiental involucra la función de prevención de la pérdida de suelo por procesos de erosión eólica e hídrica. La degradación del suelo se define como *...un grupo de procesos que ocasionan el deterioro del recurso, los cuales provocan una disminución de la productividad biológica y la pérdida de la biodiversidad...* La erosión es la remoción del suelo causada por la acción de los agentes físicos, como el agua o el viento, razón por la cual las capas superiores y más fértiles dan paso a las pedregosas y áridas, obteniendo los siguientes resultados.

⁷ Erosión eólica analizada mediante el análisis de parcela WEQ y la Erosión hídrica mediante el Manual de Ordenamiento de la SEDUE, empleada en el proceso de Ordenamiento General del Territorio

Tabla IX.4. Resultados de Erosión Hídrica y Eólica y total a mitigar.

Erosión		Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3	
		Sin Proyecto	Con proyecto	Erosión a mitigar por clase	Total a mitigar	Mitigación /Obras (ton)	Residual (ton)
Hídrica	Erosión/Ha	0.18	0.490	8.491	15.618	176.400	160.782
	Erosión/CUSTF	4.9302	13.4211				
Eólica	Erosión/Ha	4.55	7.58	7.127	15.618	176.400	160.782
	Erosión/CUSTF	124.6245	207.6162				
		4.73	8.07				

Este servicio se identifica con una calificación de afectación baja en función de las características de relieve, de pendientes y gradientes de altitud bajos que presenta el área de CUSTF y que ocasionen que cuando se realice la remoción de vegetación se genere un proceso de pérdida de suelo por erosión hídrica. Por otra parte, la escasa presencia de corrientes superficiales minimiza la posibilidad de que exista un arrastre de sedimentos que finalmente ocasionen este tipo de erosión.

Para efectos de tomar en cuenta su afectación económica, considerando que el proyecto cumpliera con las características de elegibilidad para incorporarse al pago por conservación y restauración de suelos que otorga la CONAFOR en la modalidad B1.4, la cual tiene asignada un monto de apoyo por hectárea por año que equivale a \$2,600.00/ha, que corresponde a la afectación en términos económicos por conservar y restaurar el suelo del área sujeta a CUSTF. Esto refleja una pérdida de \$ 71,234.80 anuales en la zona del proyecto.

IX.2.8. El paisaje y la recreación

La repercusión de este servicio ambiental debido a las obras del proyecto es prácticamente nula, por los argumentos que a continuación se destacan.

Se trata de una zona que conserva características naturales en su composición, tiene valor estético de nivel bajo, donde existe un uso mayoritariamente agrícola, por lo cual no lo determina como una zona privilegiada o única visualmente.

El paisaje del área tiene una capacidad potencial buena para absorber los cambios que serán introducidos por las actividades, los cuales serán compensados por las medidas de mitigación y restauración que se planea implementar. Estas medidas permitirán disminuir al máximo el contraste cromático generado, sobre todo en lo que a terreros se refiere, así como restablecer la estructura y diversidad de la vegetación. Esto será tomando en cuenta el régimen de lluvias, y climático en general, así como la vegetación presente. Paisajísticamente hablando, el impacto de estas modificaciones al terreno será muy local, pues una vez restituida la vegetación en la trayectoria, éstos se “mezclarán y fundirán” con el entorno.

Este servicio ambiental se basa en la factibilidad de usar al ecosistema para realizar actividades recreativas tales como ecoturismo, pesca deportiva, y otras actividades de aprovechamiento no extractivo, incluyendo el desarrollo de actividades económicas a partir de valores estético, artístico, educacional, cultural, espiritual y científico del ecosistema. Al respecto, en el caso específico de la superficie de 27.398 hectáreas en la que se pretende realizar el proyecto, debe considerarse que dentro del área del proyecto no se tienen registradas áreas que estén siendo aprovechadas ecoturísticamente y que pudieran ser impactadas en su momento por la implementación del proyecto. Se considera que la afectación del paisaje se estará dando intrínsecamente en su calidad visual, en virtud de que cuando se lleve a cabo la construcción de las obras del proyecto, se modificará el paisaje actual; y esto conllevará a que se vea un panorama distinto y observado por los habitantes que viven cerca del área del proyecto. La principal modificación se concretará cuando se lleve a cabo la eliminación de la vegetación.

Con base en lo anterior, se puede deducir que con la implantación del proyecto, no se provocarán afectaciones significativas con relación a las que actualmente existen en el área de CUSTF, sobre todo si se consideran las actividades de revegetación que sucederán posteriores a la construcción donde será recuperada buena parte de la cobertura vegetal. Con relación a la afectación económica de éste los dos servicios ambientales descritos con anterioridad, no existen metodologías específicas para su obtención, por la naturaleza de dichos servicios ecosistémicos.

La importancia del servicio ambiental depende del grupo de población que a nivel de cuenca resulta beneficiado por el servicio ambiental y que presta dentro del área que se vería afectada por el cambio de uso del suelo en terrenos forestales; de tal forma que un servicio ambiental puede ser de beneficio generalizado para la población (como el servicio de captura y secuestro de dióxido de carbono) o sólo de beneficio a grupos reducidos, como en el caso de uso no comerciales o porción extraíble como comida. Los diferentes ecosistemas proporcionan un conjunto particular de servicios ambientales y de igual forma, la calidad de los servicios que ofrece será diferencial dependiendo del ecosistema y sus características. Por lo cual, cada uno de los sistemas que ocupará el proyecto será valorado en relación al tipo de servicio ambiental que ofrece y a la calidad del mismo.

Por otra parte, el grado de afectación se plantea en función de la disminución del valor ambiental que podría darse como resultado de la ejecución del cambio de uso del suelo solicitado para una superficie de 27.398 hectáreas, en comparación con la disponibilidad del recurso forestal en la MHF y consecuentemente de la disponibilidad del servicio ambiental.

El proyecto representa solamente el 0.001% de la superficie de la MHF de referencia. También debe considerarse que esta superficie que pretende el cambio de uso de suelo corresponde a suelo forestal que en el mediano plazo será removida. Todos los servicios ambientales serían afectados a nivel del área de CUSTF, es decir, tendrán una afectación puntual que no tendrán mayor repercusión en la dinámica ambiental de la cuenca hidrológica forestal.

Siguiendo esta línea, cabe mencionar que el proyecto se elaboró basándose en la guía de una estrategia sustentada en la aplicación del *Principio Precautorio*, es decir, aplicar este principio en cualquier situación en la que algún recurso o servicio ambiental pueda verse amenazado o no existan conocimientos suficientes, ya sea para cuantificar el riesgo o para implementar una mitigación efectiva. La aplicación de este principio implicó el desarrollo de un proceso intensivo de recopilación con motivo de consolidar la disponibilidad de información suficiente (al menos desde el enfoque de su disponibilidad) para tomar las decisiones más convenientes.

En resumen, de los ocho servicios ambientales señalados en los términos de referencia, dos no tienen relación directa al proyecto (valor nulo de afectación al servicio) y seis son afectados a nivel local (afectación baja al servicio ambiental) de acuerdo a la descripción previamente señalada en el documento.

Tabla IX.5. Valoración económica de los servicios ambientales del predio sujeto a CUSTF

Detalle en apartado	Servicio ambiental	Pérdida anual	Monto en la vida útil (\$)	Valor resumen del servicio
IX.2.1.	La provisión del agua en cantidad y calidad	\$ 30,137.80	\$753,445.00	Bajo
IX.2.2.	La captura de carbono, de contaminantes y de componentes naturales	Monto único al desmonte	\$8,020.15	Bajo
IX.2.3.	La generación de oxígeno	Monto único al desmonte	\$4,115.72	Bajo
IX.2.4.	El amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales	Monto único al desmonte	\$4,069,540.29	Bajo
IX.2.5.	La modulación o regulación climática	Valorado en IX.3.2 y IX.3.3.		Nulo
IX.2.6.	La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida	\$ 15,068.90	\$376,722.50	Bajo
IX.2.7.	La protección y recuperación de suelos	\$ 71,234.80	\$1,780,870.00	Bajo
IX.2.8.	El paisaje y la recreación	Valorado en IX.3.6. y nulo valor paisajístico toda vez que no es el quehacer del sitio		Nulo
			\$6,992,713.65	

Más adelante (en el Capítulo XIII) se retoman estas cantidades, para la estimación de los recursos biológicos forestales del proyecto.