

**GUÍA DE VALORACIÓN
ECONÓMICA DE DAÑOS POR
DELITOS AMBIENTALES DE
MINERÍA ILEGAL, TALA
ILEGAL Y TRÁFICO ILEGAL
DE FAUNA SILVESTRE**

CONTENIDO

1. Definiciones
2. Sección I: Marco General
3. Sección II: Metodología de Valoración Económica del Daño Ambiental.
4. Sección III Aplicación de Propuesta Metodológica.
 - I. Tala Ilegal
 - II. Tráfico Ilegal de Fauna Silvestre
 - III. Minería Ilegal
5. Sección IV: Bibliografía.

DEFINICIONES

Para la aplicación de la metodología de valoración de daños ambientales, se consideran las siguientes definiciones:

DAÑO AMBIENTAL

Se denomina daño ambiental a todo menoscabo material que sufre el ambiente y/o alguno de sus componentes, que puede ser causado contraviniendo o no disposición jurídica, y que genera efectos negativos actuales o potenciales (Ley N° 28611, Ley General del Ambiente).

DAÑO EMERGENTE

Este concepto se refiere a la pérdida que sobreviene en el patrimonio del afectado por haber sido perjudicado por un acto ilícito. También puede entenderse como aquel daño que genera un egreso de un bien del patrimonio de la víctima.

DEFORESTACIÓN

Eliminación de la cobertura forestal de un bosque natural por causas antropogénicas o naturales (Directiva N° 018-2016-OSINFOR-05.2, Directiva para la compensación del pago de multas mediante el mecanismo de recuperación de áreas degradadas, aprobada por Resolución Presidencial N° 129-2016-OSINFOR, modificada por la Resolución Presidencial N° 073-2018-OSINFOR).

ECOSISTEMA

Es el sistema natural de organismos vivos que interactúan entre sí y con su entorno físico como una unidad ecológica. Los ecosistemas son la fuente de los servicios ecosistémicos. También se considera ecosistema generador de dichos servicios aquel que ha sido recuperado o establecido por intervención humana (Ley N° 30215, Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos).

LUCRO CESANTE

Este componente es la ganancia neta que deja de percibir el afectado por efecto del daño. Con relación al daño ambiental, este daño patrimonial consiste en la pérdida de una ganancia legítima o de utilidad —económica o no— que se deja de obtener por la afectación al medio ambiente generada por el daño.

MINERÍA ALUVIAL

Método extractivo de mineral mediante la excavación de pozos abiertos y el aprovechamiento del mineral depositado principalmente en terrazas, placeres, llanuras y cauces de ríos. Esta actividad tiene como consecuencia la generación de áreas degradadas a partir de la eliminación de la masa boscosa existente para la extracción del mineral (Conservation Strategy Fund, 2021).

MINERÍA ILEGAL

Actividad minera ejercida por persona, natural o jurídica que realiza sin contar con la autorización de la autoridad administrativa competente o sin encontrarse dentro del proceso de formalización minera integral impulsado por el Estado. Sin perjuicio de lo anterior, toda actividad minera ejercida en zonas en las que esté prohibido su ejercicio, se considera ilegal (Artículo 3 del Decreto Legislativo N° 1100, Decreto Legislativo que regula la interdicción de la minería ilegal en toda la República y establece medidas complementarias, modificado por el Decreto Legislativo N° 1451) El delito de minería ilegal corresponde a los artículos 307 – A y 307 – B del Código Penal peruano.

MINERÍA POR DRAGADO

Extracción del mineral mediante dragado de los lechos de los ríos que se realiza en botes o embarcaciones flotantes. Este tipo de minería se caracteriza por el uso de “dragas”, balsas flotantes de distintos tamaños que utilizan bombas de succión para extraer sedimentos del fondo de los ríos y lagos (CINCIA, 2021). Si bien este tipo de minería no deforesta el bosque, el impacto en términos de contaminación de los cuerpos de agua amazónicos es mayor (Conservation Strategy Fund, 2021).

RECURSOS FORESTALES

Son recursos forestales, cualquiera sea su ubicación en el territorio nacional: (i) los bosques naturales; (ii) las plantaciones forestales; (iii) las tierras cuya capacidad de uso mayor sea forestal y para protección, con o sin cobertura arbórea; y, (iv) los demás componentes silvestres de la flora terrestre y acuática emergente, incluyendo su diversidad genética (Ley N° 29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre).

RECURSOS NATURALES

Son todos los componentes de la naturaleza, susceptibles de ser aprovechados por el ser humano para la satisfacción de sus necesidades y que tienen un valor actual o potencial en el mercado, tales como (Ley N° 26821, Ley Orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales):

- Las aguas: superficiales y subterráneas.
- El suelo, subsuelo y las tierras por su capacidad de uso mayor: agrícolas, pecuarias, forestales y de protección.
- La diversidad biológica: como las especies de flora, de la fauna y de los microorganismos o protistas; los recursos genéticos, y los ecosistemas que dan soporte a la vida.
- Los recursos hidro-carburíferos, hidro-energéticos, eólicos, solares, geotérmicos y similares.
- La atmósfera y el espectro radioeléctrico.
- Los minerales.
- El paisaje natural, en tanto sea objeto de aprovechamiento económico, es considerado recurso natural.
- Los demás considerados como tales.

REPARACIÓN DEL DAÑO AMBIENTAL

Presenta dos componentes: el restablecimiento de los atributos de la situación anterior al hecho lesivo al ambiente o de sus componentes, y, por otro lado, a la indemnización económica por haber modificado dichos atributos. De no ser técnica ni materialmente posible el restablecimiento, se deberá prever la realización de otras tareas de recomposición o mejoramiento del ambiente o de los elementos afectados. La indemnización tendrá por destino la realización de acciones que compensen los intereses afectados o que contribuyan a cumplir los objetivos constitucionales respecto del ambiente y los recursos naturales (Ley N° 28611, Ley General del Ambiente).

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Son aquellos beneficios económicos, sociales y ambientales, directos e indirectos, que las personas obtienen del buen funcionamiento de los ecosistemas, tales como la regulación hídrica en cuencas, el mantenimiento de la biodiversidad, el secuestro de carbono, la belleza paisajística, la formación de suelos, la provisión de recursos genéticos, entre otros (Ley N° 30215, Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos).

RESTITUCIÓN DEL BIEN

La restitución del bien por parte del infractor tiene como fin restituir el bien al estado en que se encontraba en el momento anterior a la comisión del ilícito. En otras palabras, la restitución implica reponer la calidad de los componentes del medio ambiente, de tal manera que esta sea similar a la calidad que tenían antes del daño.

TALA ILEGAL

Acción de cortar y/o extraer todo o en parte, especímenes forestales maderables, sean naturales o plantaciones, sin contar con permiso, licencia, autorización, concesión u otro título habilitante, otorgado por autoridad competente, o estos no se encuentran vigentes. También comprende el corte y extracción fuera de las áreas autorizadas o en cantidades mayores a las permitidas, entre otras acciones contrarias a las normas de aprovechamiento legales vigentes. (Protocolo de Intervención en las Acciones de Interdicción Extraordinaria contra la tala ilegal, aprobado por Resolución de la Fiscalía de la Nación 1787-2016-MP-FN).

La Tala ilegal es una conducta tipificada en los delitos Contra los Bosques o Formaciones Boscosas estipulados en el artículo 310 del Código Penal.

TRANSPORTE FORESTAL

Se trata del transporte de productos forestales desde el bosque hasta la planta procesadora (Transporte Primario) o de la planta procesadora al centro de comercialización, o de este a otros puntos (Transporte Secundario) (Numeral 5.62 del artículo 5 del Reglamento para la Gestión Forestal, aprobado por el Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI).

VALORACIÓN ECONÓMICA

Es una herramienta que se utiliza para cuantificar, en términos monetarios, el valor de los servicios ecosistémicos, independiente de si estos cuentan o no con un precio o mercado (Guía de Valoración Económica del Patrimonio Natural del MINAM, 2016).

SECCIÓN I: MARCO GENERAL

OBJETIVO

El objetivo de la Guía es brindar orientación sobre el alcance y la aplicación de la valorización económica de los daños ocasionados por los delitos ambientales de Minería Ilegal, Tala Ilegal y Tráfico Ilegal de Fauna Silvestre contemplados en los artículos 307 A, 308, 310 del Código Penal.

FINALIDAD

La Guía tiene como finalidad establecer el marco metodológico para que la Procuraduría Especializada en Delitos Ambientales del Ministerio del Ambiente – MINAM pueda estimar los daños generados por la comisión de los delitos ambientales de Minería Ilegal, Tala Ilegal y Tráfico Ilegal de Fauna Silvestre

ÁMBITO DE APLICACIÓN

La Guía puede ser aplicada por la Procuraduría Pública Especializada en Delitos Ambientales, en los procesos penales donde se investigue la comisión de delitos ambientales de Minería Ilegal, Tala Ilegal y Tráfico Ilegal de Fauna Silvestre.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

La valoración económica ambiental permite cuantificar el valor de los bienes y servicios ecosistémicos proporcionados por los recursos naturales, independientemente de si estos cuentan o no con un precio de mercado (MINAM, 2016). Así, a partir de la valoración es posible visibilizar y medir los beneficios y costos asociados a los cambios en los ecosistemas que afectan el bienestar de la sociedad (MINAM, 2016).

Asimismo, la valoración económica resulta una herramienta importante para determinar los impactos ocasionados por la destrucción o degradación de los ecosistemas, producto de los delitos ambientales. En esa línea, la aplicación de la valoración económica también está orientada a internalizar las externalidades negativas de los daños causados por actividades ilegales. De esta forma, se busca que el infractor compense a la sociedad por el impacto negativo causado, ya sea mediante la imposición de sanciones (monetarias y no monetarias) o través de la implementación de medidas correctivas dependiendo del daño generado (Pagiola, 2008).

Como paso previo a la valoración económica es necesario identificar conceptualmente los cambios específicos en los ecosistemas y en el bienestar de la sociedad que se generan por los delitos ambientales. En ese sentido, a continuación, se presenta la descripción del valor económico que los bienes y servicios ecosistémicos aportan a la sociedad.

Los servicios ecosistémicos se definen como aquellos beneficios económicos, sociales y ambientales, directos e indirectos que las personas obtienen del buen funcionamiento de los ecosistemas. Entre ellos se encuentra, por ejemplo, la regulación hídrica de las cuencas, el mantenimiento de la biodiversidad, el secuestro de carbono, la belleza paisajística, la formación de suelos y la provisión de recursos genéticos, entre otros (MINAM, 2016).

De acuerdo con la Guía de Valoración Económica del Patrimonio Natural (2016), los servicios ecosistémicos se pueden agrupar en cuatro:

- **Servicios de provisión:** Son los beneficios que se obtienen de los bienes y servicios que las personas reciben directamente de los ecosistemas, tales como alimentos, agua, materias primas, recursos genéticos, entre otros.
- **Servicios de regulación:** Son los beneficios que se obtienen de la regulación de los ecosistemas, tales como regulación de la calidad del aire, regulación del clima, regulación de la erosión, entre otros.
- **Servicios culturales:** Son los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas, tales como la belleza escénica, la recreación y turismo, la inspiración para la cultura, el arte y el diseño, la experiencia espiritual y la información para el desarrollo del conocimiento.
- **Servicios de soporte:** Agrupa los servicios necesarios para producir el resto de los servicios ecosistémicos, tales como ciclo de nutrientes, la formación de suelos y la producción primaria.

Cuando se hace referencia a los servicios ecosistémicos, se considera que estos presentan valores económicos diferentes a los que presentan los bienes y servicios de mercado. Ello ocurre debido a que los servicios ecosistémicos afectan directa e indirectamente el bienestar de la sociedad (MINAM, 2021).

Así, para algunos bienes y servicios como la madera o el pescado, el mercado provee precios que son una buena aproximación al valor que la sociedad le asigna a estos bienes en el margen. No obstante, para otros bienes y servicios como las especies en peligro de extinción o los paisajes con valor escénico, los precios de mercado no existen o, si existen, solo capturan una pequeña parte de su valor total (MINAM, 2021).

En esa línea, el enfoque del valor económico total (VET) considera que un servicio ecosistémico estaría compuesto por distintos atributos, que pueden ser tangibles y medibles o intangibles y difíciles de cuantificar. El VET se divide en valor de uso y de no uso (MINAM, 2016). El valor de uso incluye: (i) el valor de uso directo o del consumo de los bienes y servicios ecosistémicos y (ii) el valor de uso indirecto del recurso, referido a las funciones ecosistémicas. Mientras tanto, los valores de no uso se dividen en: (i) el valor de **existencia**, que consiste en el beneficio obtenido por la simple existencia de los ecosistemas, y (ii) el valor de legado, referido a la posibilidad de postergar el disfrute de los bienes y servicios ecosistémicos a futuras generaciones.

En la siguiente tabla, se presentan los componentes del VET definidos en la Guía de Valoración Económica del Patrimonio Natural del MINAM (2016):

Tabla N° I. Componentes del valor económico total (VET)

Valor económico total		Descripción
Valor de uso	Valor de uso directo	Se refiere al uso consuntivo de un bien o servicio. Por ejemplo: madera, recursos forestales no maderables, carne de monte, entre otros.
	Valor de uso indirecto	Se refiere a los beneficios que recibe la sociedad, de las funciones de sustentación de la conservación de los ecosistemas, para el aprovechamiento de los servicios ecosistémicos. Por ejemplo: ciclo de nutrientes, protección de cuencas hidrográficas, microclima, captura de carbono, estabilidad del clima, entre otros.
Valor de no uso	Valor de existencia	Se refiere a aquel valor que los individuos o la sociedad atribuyen a los ecosistemas por el simple hecho de que existan.
	Valor de legado	Se refiere a aquel valor de dejar los beneficios de los ecosistemas, directa o indirectamente, a las generaciones futuras, ya sea por vínculos de parentesco o altruismo.

Fuente: MINAM (2016).

Los delitos ambientales son conductas que ocasionan o pueden causar perjuicio, alteración o daño al medio ambiente, a sus procesos ecológicos o a sus componentes (Ipenza, 2018). De esta forma, los delitos ambientales ocasionan un daño ambiental. En esa línea, a partir de la identificación de los recursos naturales afectados por los delitos ambientales es posible identificar los bienes y servicios ecosistémicos de cada uno de ellos que se ven perjudicados. Esta relación es imprescindible para la evaluación del daño ambiental debido a que el valor económico de los bienes y servicios ecosistémicos proviene precisamente de los beneficios ecosistémicos brindados a la sociedad.

MARCO LEGAL

La Constitución Política del Perú reconoce como derecho fundamental e irrenunciable el gozar de un ambiente adecuado y equilibrado para el desarrollo de la vida. La Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, considera como ambiente a “los elementos físicos, químicos y biológicos de origen natural o antropogénico, que, en forma individual o asociada, conforman el medio en el que se desarrolla la vida, siendo los factores que aseguran la salud individual y colectiva de las personas y la conservación de los recursos naturales, la diversidad biológica y el patrimonio cultural asociado a ellos, entre otros”. De acuerdo con la citada Ley, el daño ambiental puede entenderse como todo menoscabo material que sufre el medio ambiente y/o alguno de sus componentes, que puede ser causado contraviniendo o no disposición jurídica, y que genera efectos negativos actuales o potenciales. Este detrimento en perjuicio significativo de algún elemento constitutivo del medio ambiente —que altere, trastorne, disminuya o ponga en peligro inminente—tiene un carácter resarcible, referido a los costos de reparación efectiva que el infractor debe reconocer como parte de su responsabilidad civil.

REPARACIÓN

De acuerdo con el artículo 93 del Código Penal peruano, la reparación comprende: (i) la restitución del bien, o, si no es posible, el pago de su valor; y (ii) la indemnización de los daños y perjuicios.

RESTITUCIÓN DEL BIEN

En cuanto al primer componente, la restitución del bien por parte del infractor tiene como fin restituir el bien al estado en que se encontraba en el momento anterior a la comisión del ilícito. En otras palabras, la restitución implica reponer los componentes del ambiente, de tal manera que estos sean similares a los que se tenían antes del daño. No obstante, esto no es siempre posible debido al impacto que genera el delito en el medio ambiente, por ello, en muchos casos se considera que el daño ambiental generado es irreparable. Al ser declarado el daño como irreparable, se recurre al pago del valor económico del recurso natural extraído como parte de la reparación.

INDEMNIZACIÓN DE LOS DAÑOS Y PERJUICIOS

Por otro lado, el componente de indemnización de los daños y perjuicios hace referencia a dos conceptos de reparación:

- **Daño emergente:** este concepto se refiere a la pérdida que sobreviene en el patrimonio del afectado por haber sido perjudicado por un acto ilícito. También puede entenderse como aquel daño que genera un egreso de un bien del patrimonio de la víctima. Este concepto equivaldría al **costo de la reparación del daño ambiental**. En esta misma línea, la Ley General del Ambiente regula que el infractor debe estar obligado a asumir los costos que se deriven de las medidas de prevención y mitigación del daño (artículo 142 de la Ley N° 28611).
- **Lucro cesante:** este componente es la ganancia neta que deja de percibir el afectado por efecto del daño. Con relación al daño ambiental, este daño patrimonial consiste en la pérdida de una ganancia legítima o de utilidad —económica o no— que se deja de obtener por la afectación al ambiente generado por el daño. En este caso, los **servicios ambientales dejados de percibir por el ecosistema** del área afectada por el daño ambiental sería el lucro cesante.

Estos elementos de reparación se referencian a lo largo de la propuesta metodológica y se vinculan a cada uno de los componentes metodológicos calculados.

El valor económico del daño que se plantea en las siguientes secciones, se compone de tres componentes: el valor del recurso extraído (VE), el costo de restauración (CR), y el valor de pérdida de los servicios ecosistémicos (VET). En el marco del artículo 93 del Código Penal peruano que establece el contenido de la reparación civil, estos componentes equivaldrían al valor de restitución del bien, al daño emergente y al lucro cesante, respectivamente.

**Sección II:
METODOLÓGÍA DE
VALORACIÓN
ECONÓMICA DEL DAÑO
AMBIENTAL.**

PROPUESTA METODOLÓGICA DE VALORACIÓN ECONÓMICA DEL DAÑO AMBIENTAL

La presente metodología está dirigida a estimar el valor económico de los daños ambientales que se generan por los delitos de minería ilegal, tala ilegal y tráfico ilegal de fauna silvestre. Para ello, se realizó un diagnóstico de las metodologías de valoración disponibles a nivel nacional e internacional, se identificaron buenas prácticas, (también a partir de experiencias internacionales y nacionales) y se realizaron entrevistas con actores clave para validar los elementos de la metodología¹. Además, como se menciona en este documento, se aplicó la metodología a casos reales del delito de tala ilegal que han sido resueltos en los últimos años en nuestro país, con la finalidad de refinar y asegurar su operatividad².

La propuesta metodológica plantea que el valor económico del daño presenta tres componentes: el valor del recurso extraído (VE), el costo de restauración (CR), y el valor de pérdida de los servicios ecosistémicos (VS). En el marco del artículo 93 del Código Penal, que establece el contenido de la reparación civil, estos componentes equivaldrían al valor de restitución del bien, al daño emergente y al lucro cesante, respectivamente. Es importante mencionar que los componentes son excluyentes entre sí.

De esta forma, el valor de daño se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$\text{Valor del daño} = VE + VR + VS$$

Los componentes de esta ecuación se definen a continuación:

- i. **Valor del recurso extraído (VE):** corresponde al beneficio obtenido por el valor del aprovechamiento del recurso extraído ilegalmente o sin los permisos correspondientes. Para ello, se utilizan las cantidades y precios de mercado de los recursos extraídos.
- ii. **Valor de restauración / rehabilitación (VR):** captura el valor del daño biofísico ocasionado por las alteraciones en los recursos naturales afectados y en el ecosistema. Para efectos de estimar este valor se requiere identificar los costos de restauración necesarios para que los recursos naturales afectados retornen a su estado de conservación previo. En el caso de fauna silvestre traficada ilegalmente, se considera el valor de la rehabilitación y reinserción de la especie a su hábitat natural.
- iii. **Valor de pérdida de servicios ecosistémicos (VS):** captura el daño social asociado a la pérdida de servicios ecosistémicos debido a la alteración al medio natural. Por ello, este valor se calcula como la compensación necesaria para alcanzar un nivel de bienestar comparable al que disfrutaba antes del daño al recurso ambiental.

Para su cálculo, idealmente, se debería valorar todos los servicios ecosistémicos del área afectada después del daño y compararlo con su valor previo al daño. De esta manera, se obtendría el valor de la pérdida de los

¹ Para la realización de esta propuesta metodológica se ha considerado las metodologías aplicadas en el Perú: Procuraduría Pública Especializada en Delitos Ambientales – MINAM, OSINFOR, OEFA. Asimismo, se revisó las metodologías que utilizan los países de la región: Colombia (MINAMBIENTE, 2010), Costa Rica (IPS, 2001), Brasil (MP, 2018). Además, se sostuvieron entrevistas con especialistas nacionales e internacionales para validar temas técnicos y recoger sugerencias a versiones preliminares de la metodología.

² Se aplicó la metodología a ocho casos de tala ilegal proporcionados por la Procuraduría y EFOMA en las regiones priorizadas del Proyecto Prevenir (Loreto, Ucayali y Madre de Dios)

servicios ecosistémicos como consecuencia del daño ambiental. Así, de acuerdo con la Guía de Valoración Económica del Patrimonio Natural del MINAM (2016) y los Lineamientos para la Valoración Económica de la Diversidad Forestal y Fauna Silvestre del MINAM (2021), el proceso de valoración consiste en los siguientes pasos:

- a. **Identificación del ámbito en el que se desarrolló el daño:** Consiste en identificar el ámbito geográfico donde se realiza la valoración de los servicios ecosistémicos.
- b. **Identificación de los bienes y servicios ecosistémicos afectados:** Consiste en identificar los servicios de los ecosistemas localizados en el alcance geográfico del delito ambiental y que podrían haberse visto afectados. Para realizar esta identificación, se pueden utilizar listas de chequeo o listas de validación donde se incluyan las categorías de los servicios ecosistémicos propuestas por el MINAM (2016).
- c. **Identificación y caracterización de los actores involucrados:** Consiste en la identificación y caracterización de los agentes económicos que se benefician o no con el uso de los bienes y servicios ecosistémicos del área afectada.
- d. **Análisis y priorización los servicios ecosistémicos a ser valorados:** Consiste en la identificación de los servicios ecosistémicos que son priorizados para el análisis y la valoración económica. Para ello, se establece un conjunto de criterios de priorización como la proporción de los actores involucrados, la participación en las actividades de los actores involucrados, entre otros. Asimismo, es necesario identificar la relación entre estos servicios ecosistémicos con el fin de evitar una doble contabilidad.

En este paso se sugiere la elaboración de una lista de los servicios ecosistémicos más relevantes y de los criterios que son utilizados para la priorización. Cabe resaltar que la priorización es necesaria debido a que reduce la complejidad, el tiempo y el costo de la evaluación. En la mayoría de los casos, no es posible considerar todos y cada uno de los servicios ecosistémicos dentro de la valoración.

- e. **Elección y aplicación de los métodos de valoración:** Para la elección del método de valoración económica es importante tener cuenta: (i) el tipo de valor económico derivado del servicio ecosistémico, (ii) las condiciones necesarias para la aplicación del método, (iii) la información requerida, (iv) la disponibilidad de recursos monetarios para realizar la valoración y (v) el tiempo disponible.

Para calcular el valor de cada servicio ecosistémico, y, en general, el valor total del ecosistema, la literatura considera distintas metodologías de valoración económica. El MINAM (2016) considera los siguientes métodos:

Tabla N° II. Metodologías de valoración económica

MÉTODO	TIPO DE VALOR	DESCRIPCIÓN	INFORMACIÓN REQUERIDA
Precios de mercado	Uso directo	El valor se estima a partir del precio que ofrecen los mercados comerciales, método más usual de valorar o cuantificar el daño ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> - Precios - Cantidades - Costos
Cambios en productividad	Uso indirecto	Se estima el valor económico de los productos o servicios ambientales que contribuyen a la obtención de bienes comercializables.	<ul style="list-style-type: none"> - Precios - Costos - Cantidad o calidad del bien/servicio ecosistémico
Costos de viaje	Uso directo	Es un método que calcula el valor del bien ambiental a partir de la suma de dinero que desembolsan las personas para llegar a tal localidad.	<ul style="list-style-type: none"> - Costos incurridos en el viaje - Costo de oportunidad del tiempo - Sustitutos
Precios hedónicos	Uso directo/ indirecto	Se utiliza cuando los valores de los bienes ambientales afectan en el precio de los bienes que se comercializan entorno a ellos.	<ul style="list-style-type: none"> - Información del bien/servicio ecosistémico como atributo - Precios del bien del mercado
Costos evitados	Uso directo/ indirecto	Miden los gastos en los que incurren agentes económicos para reducir o evitar los daños ambientales.	<ul style="list-style-type: none"> - Costos
Valoración contingente	Uso y no uso	Consiste en la realización de encuestas a la población, en las que se les pregunta cuánto están dispuestas a pagar por un bien o servicio ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> - Disposición a pagar por un cambio propuesto
Transferencia de beneficios	Uso y no uso	El valor económico del bien se calcula a partir de las estimaciones de valores existentes realizadas en estudios ya completados en otras localidades.	<ul style="list-style-type: none"> - Factores de ajuste

Fuente: MINAM (2016), PNUMA (2006).

A continuación, se detalla la propuesta metodológica planteada para la valoración económica de cada componente del daño para el caso de los delitos de tala y minería ilegal y del tráfico ilegal de fauna silvestre. Para los delitos de tala y minería ilegal, se considera una misma propuesta metodológica de valoración, dado que estas actividades presentan importantes similitudes en cuanto al daño ambiental que producen. Sin embargo, en el caso de tráfico ilegal de fauna silvestre, las actividades son netamente ilegales para la mayoría de las especies y existe menor disponibilidad de información. Por ello, la metodología para la valoración del daño en este caso, aunque sigue la misma estructura que en los casos de tala y minería ilegal, tiene importantes diferencias, por lo que se desarrolla en una propuesta metodológica específica.

I. VALORACIÓN DE DAÑOS PARA LOS DELITOS DE TALA Y MINERÍA ILEGAL

1.1. VALOR DEL RECURSO EXTRAÍDO (VE)

Para el cálculo del valor del recurso extraído, se utilizan las cantidades y precios directos de los recursos extraídos ilegalmente. La siguiente ecuación detalla el método propuesto para su estimación:

$$VE = \sum_{i=1}^R p_i q_i$$

p_i : precio unitario del recurso i (S/ / unidad)

q_i : cantidad extraída del recurso i (unidades)

R : recursos extraídos ilegalmente

Cabe mencionar que cuando el año del delito es distinto al año del registro del precio, se debe realizar un ajuste por inflación.³ Además, la cantidad de recurso extraído debe encontrarse en la misma unidad de medida que el precio de la especie.

En el marco de la reparación del Código Penal, este componente de daño corresponde a la restitución del bien. Tal como se explicó con anterioridad, el daño ambiental es irreparable, por ello, la mejor aproximación para compensar la pérdida del recurso es el pago del valor económico del recurso extraído.

1.2. VALOR DE RESTAURACIÓN (VR)

El costo de restauración recoge todos los costos que se asumen para restaurar el área y/o los recursos degradados por el daño producido. Incorpora todos aquellos costos relacionados con los insumos y las actividades requeridas durante el periodo de tiempo necesario para que el área afectada recupere los servicios ecosistémicos que brindaba de manera previa al daño. Estos costos involucran, por ejemplo, la preparación de terreno, la compra de plántones, el transporte al lugar de plantación, la mano de obra requerida para la plantación, la implementación de medidas de protección de la plantación, el asesoramiento técnico, entre otras actividades.

De esta forma, el valor de restauración se expresa de la siguiente manera:

$$CR = \sum_{t=0}^T \sum_{j=1}^m h_j \alpha_j \times (1 + r)^{-t}$$

h_j : precio del insumo j utilizado en la restauración (S/ / unidad del insumo)

α_j : cantidad del insumo j utilizado en la restauración (unidades del insumo requeridos)

m : insumos requeridos para la restauración

r : tasa de descuento para actualizar valores en el tiempo (%)

t : tiempo (años)

T : Tiempo total de implementación de la restauración del recurso afectado i (años).

³ Cuando los precios requieran ser actualizados podrán ser ajustados por inflación con el Índice de precios al consumidor (IPC). Para hallar el precio del recurso en el año del delito, se necesitará del precio del recurso en el año disponible más reciente (P_j), el IPC del ese año (IPC_j) y el IPC del año en el que se realizó el daño (IPC_i). Con ello se aplicará la siguiente fórmula:

$$P_i = P_j \times \frac{IPC_i}{IPC_j}$$

Este componente corresponde al daño emergente que debe ser indemnizado. Así, En el marco del Código Penal, este pago es parte del costo de reparación al ambiente, el cual es parte de la indemnización de daños y perjuicios.

1.3. VALOR DE LA PÉRDIDA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS (VS)

Este valor captura el daño social asociado a la pérdida de servicios ecosistémicos debido a la alteración al medio natural. Como se sabe, los recursos ambientales brindan distintos tipos de servicios ecosistémicos por lo que se requiere determinar previamente la relación entre el nivel de afectación y la pérdida de los beneficios asociados a estos servicios.

De acuerdo con el derecho penal, este componente corresponde al concepto de lucro cesante, el cual captura el valor de los servicios ambientales que se dejan de percibir del ecosistema por el daño ambiental ocasionado. El daño ambiental incide sobre los flujos de estos servicios que el ecosistema afectado provee a la sociedad para la mejora de su bienestar; por ello, la valoración debe incorporar una compensación equivalente a dicha pérdida de beneficios.

En esa línea, a partir de la suma de la valoración de cada servicio ecosistémico se obtiene el valor de los servicios ecosistémicos total. De esta forma, el valor de la pérdida de servicios ecosistémicos se calcula con la diferencia entre el valor antes y después de daño cometido⁴:

$$VS = \sum_{t=0}^T \sum_{i=1}^n (S_{i,t_1} - S_{i,t_0}) \times (1 + r)^{-t}$$

- S_{i,t_0} : valor del servicio ecosistémico i ofrecido por el ecosistema previo al daño (t_0)
- S_{i,t_1} : valor del servicio ecosistémico i ofrecido por el ecosistema después del daño (t_1)
- r : tasa de descuento para actualizar valores en el tiempo (%)
- t : tiempo (años)
- n : servicios ecosistémicos afectados
- T : tiempo total de recuperación de los servicios ecosistémicos (años)

En los casos en los que no se cuente con la valoración de los servicios ecosistémicos previo al daño, se puede utilizar una aproximación a partir de la valoración del ecosistema en un entorno de similares características para realizar las comparaciones.

No obstante, si aún existiesen limitaciones para comparar el valor de los servicios ecosistémicos en los dos momentos del tiempo (antes y después del daño), se propone una segunda alternativa. Esta alternativa consiste en estimar la pérdida de servicios ecosistémicos a través de un índice de gravedad del daño (IGD), el cual establece la proporción del valor total de los servicios ecosistémicos que se han perdido en función a la gravedad del daño causado. Este índice permite realizar una aproximación del porcentaje del valor de los servicios ecosistémicos afectados. Es importante mencionar que, la aplicación de índices similares también está presente en metodologías para el cálculo del daño ambiental usadas organismos nacionales e internacionales.⁵

⁴ En una evaluación económica de daños ambientales ocasionados por delitos ambientales no se puede atribuir de manera directa la afectación, sin haber evaluado los acontecimientos anteriores a la ocurrencia.

⁵ OSINFOR, SERFOR, OEFA, MINAMBIENTE – Colombia, IPS – Costa Rica, Ministerio Público de Brasil, entre otros.

La siguiente ecuación detalla el método propuesto para la estimación del valor de la pérdida de servicios ecosistémicos:

$$VS = \sum_{t=0}^T \sum_{i=1}^n S_i \times (1+r)^{-t} \times IGD$$

- S_i : valor del servicio ecosistémico i ofrecido por el ecosistema
 r : tasa de descuento para actualizar valores en el tiempo (%)
 t : tiempo (años)
 IGD : índice de gravedad del daño (ponderador)
 n : servicios ecosistémicos afectados
 T : tiempo total de recuperación de los servicios ecosistémicos (años)

Para calcular el IGD se consideran cuatro dimensiones con ponderación equivalente: (i) grado de afectación por actividad, (ii) extensión, (iii) amenaza de la especie, y (iv) ubicación. Cabe resaltar que, en caso de no poder determinar la ubicación del delito, esta dimensión tendría un peso de 0 y se redistribuiría la ponderación en función de los pesos establecidos.

Dentro de las dimensiones, el grado de afectación por actividad es la que presenta una mayor ponderación dentro del índice (40%) en comparación al resto de dimensiones (20% cada una). Ello debido a que el tipo de actividad que dio origen al daño ambiental resulta más relevante en la configuración de la pérdida de servicios ecosistémicos del área afectada. En esa línea, el aprovechamiento maderable no autorizado es la actividad con el menor grado de afectación; mientras que, la minería ilegal es la actividad que tiene el mayor grado de afectación.⁶

Es importante que la información recolectada sea lo suficientemente concreta para que permita que los criterios elegidos sean los más adecuados. Con ello se otorga un puntaje en cada dimensión, y luego, se procede a estimar el índice con los valores estandarizados definidos en la Tabla N° III, mediante la siguiente fórmula:

$$IGD = \frac{\sum_{d=1}^4 VE_d \times P_d}{100}$$

- VE_d : valor estándar de la categoría elegida en la dimensión d
 P_d : ponderación de la dimensión d

A continuación, se detalla cada una de las dimensiones y los criterios propuestos para la determinación del IGD. Estas dimensiones se han desarrollado a partir del marco conceptual de OSINFOR (2018, 2019).

⁶ "Criterios para estimar la gravedad del daño por la comisión de infracciones en materia forestal" – OSINFOR (2019)

- **Grado de afectación por actividad (G):** se identifica la actividad mediante la cual se dio origen al daño ambiental.

CATEGORÍA GRADO DE AFECTACIÓN POR ACTIVIDAD	CLASIFICACIÓN
Aprovechamiento maderable no autorizado	1
Agricultura, ganadería y desbosque	2
Minería	3

- **Extensión (E):** se considera la magnitud del área de la afectación en función a los umbrales establecidos por OSINFOR como área máxima de afectación.⁷ Se asume que una mayor extensión del daño afecta mayores servicios ecosistémicos.

CATEGORÍA DE EXTENSIÓN	CLASIFICACIÓN
Bajo: menor o igual al 20% del área máxima	1
Medio: mayor al 20% y menor o igual al 30% del área máxima	2
Alto: mayor al 30% y menor o igual al 40% del área máxima	3
Muy Alto: mayor al 40% del área máxima	4

- **Amenaza de la especie forestal (A):** identifica si las especies afectadas se encuentra dentro de la lista oficial de especies amenazadas, en peligro de extinción o si existe restricción o prohibición de su aprovechamiento.⁸ En caso de la afectación de más de una especie, se tiene en consideración la especie de mayor grado de amenaza.

CATEGORÍA DE AMENAZA	CLASIFICACIÓN
Especies no amenazadas (NA)	1
Vulnerable (VU)	2
En peligro (EN)	3
Peligro crítico (CR)	4

- **Ubicación (U):** se verifica si la afectación se generó dentro de un área natural protegida, comunidades nativas o campesinas, entre otros.

CATEGORÍA DE UBICACIÓN	CLASIFICACIÓN
No se puede determinar	0
Asociaciones vegetales no boscosas	1
Bosques de producción	2
Bosques para el aprovechamiento futuro y bosques en corredor biológico	3
Área Nacional Protegida ⁹ , bosques en comunidades nativas y campesinas, y bosques en áreas de captación hídrica	4

En la siguiente tabla, se detalla los valores de clasificación estandarizados en cada una de las dimensiones definidas para la estimación del IGD

⁷ Se toma el área máxima afectada por tipo de delito reportada por OSINFOR (2019) – “Criterios para estimar la gravedad del daño por la comisión de infracción en materia forestal”: (i) Aprovechamiento maderable no autorizado: 21.70 m; (ii) Agricultura, ganadería y desbosque: 10 m; y (iii) Minería: 6.67m

⁸ OSINFOR ha definido la categorización de diversas especies maderables en el Anexo 3 de la Metodología N°001-2018 “Metodología del Cálculo del Monto de las Multas a imponer por el Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre - OSINFOR” aprobado por Resolución Presidencial N° 021-2018-OSINFOR.

⁹ Se considera las Áreas Naturales Protegidas administradas nacionalmente, las Áreas de Conservación Regional, sus respectivas zonas de amortiguamiento y las Áreas de Conservación Privada.

Tabla N° III. Dimensiones y valores para el cálculo del Índice de gravedad del daño (IGD)

DIMENSIONES	CATEGORÍA	VALOR	VALORES ESTÁNDAR (VE_d)	PONDERACIÓN (P_d)
Grado de afectación por actividad (G)	Aprovechamiento maderable no autorizado	1	33	40%
	Agricultura, ganadería y desbosque	2	67	
	Minería ilegal	3	100	
Extensión (E)	Bajo: menor o igual al 20% del área máxima	1	25	20%
	Medio: mayor al 20% y menor o igual al 30% del área máxima	2	50	
	Alto: mayor al 30% y menor o igual al 40% del área máxima	3	75	
	Muy Alto: mayor al 40% del área máxima	4	100	
Amenaza de la especie forestal (A)	Especies no amenazadas (NA)	1	25	20%
	Vulnerable (VU)	2	50	
	En peligro (EN)	3	75	
	Peligro crítico (CR)	4	100	
Ubicación (U)	No se puede determinar	0	0	20%
	Asociaciones vegetales no boscosas	1	25	
	Bosques de producción	2	50	
	Bosques para el aprovechamiento futuro y bosques en corredor biológico	3	75	
	Área Nacional Protegida, bosques en comunidades nativas y campesinas, y bosques en áreas de captación hídrica	4	100	

Fuente: MINAMBIENTE (2010), MPEMGS (2018), OEFA (2013).

II. VALORACIÓN DE DAÑOS PARA EL DELITO DE TRÁFICO ILEGAL DE FAUNA SILVESTRE

La valoración económica de los daños asociados al tráfico ilegal de fauna silvestre resulta más compleja debido a la menor disponibilidad de información y a que la identificación de los servicios ecosistémicos que las especies aportan al ecosistema es menos transparente. Por ello, se plantea una metodología similar al caso anterior, pero con algunas modificaciones.

2.1. VALOR DEL RECURSO EXTRAÍDO (VE)

El valor del recurso extraído corresponde al pago por la restitución del bien cuando el daño ambiental es irreparable. En el caso del delito de tráfico ilegal de fauna silvestre, ello ocurre cuando las especies de fauna traficadas no pueden ser devueltas a su hábitat natural. Este componente se calcula a partir de las cantidades y precios de la fauna traficada ilegalmente. La siguiente ecuación detalla el método propuesto para su estimación:

$$VE = \sum_{i=1}^R p_i q_i$$

p_i : precio de fauna silvestre traficada i (S/ / unidad)

q_i : cantidad de fauna silvestre traficada i (unidades)

R : especies de fauna silvestre traficadas

Cabe mencionar que cuando el año del delito es distinto al año del registro del precio, se debe realizar un ajuste por inflación.¹⁰ Además, la cantidad de recurso extraído debe encontrarse en la misma unidad de medida que el precio de la especie.

En el marco de la reparación del daño ambiental en el derecho penal, este componente de daño corresponde al pago por la restitución del bien. Tal como se explicó con anterioridad, cuando el daño ambiental es irreparable, la mejor aproximación para compensar la pérdida del recurso es el pago del valor económico del recurso extraído. En el caso del tráfico ilegal de fauna silvestre, esto ocurre cuando la especie traficada no puede ser devuelta a su hábitat natural, es decir, (i) cuando es hallada sin vida; o de estar viva, (ii) debe ser conservada en cautiverio o (ii) recibe eutanasia

2.2. VALOR DE REHABILITACIÓN (VR)

El costo de restauración recoge todos los costos que se deben asumir para restaurar el daño producido. De esta forma, en el delito de tráfico ilegal de fauna silvestre, el costo de restauración se constituye por los costos de rehabilitación y mantenimiento en los que se debe incurrir para que las especies traficadas se recuperen y puedan retornar a su condición inicial antes del daño.

¹⁰ Cuando los precios requieran ser actualizados pueden ser ajustados por inflación con el Índice de precios al consumidor (IPC). Para hallar el precio del recurso en el año del delito, se necesita del precio del recurso en el año disponible más reciente (P_j), el IPC del ese año (IPC_j) y el IPC del año en el que se realizó el daño (IPC_i). Con ello se aplica la siguiente fórmula:

$$P_i = P_j \times \frac{IPC_i}{IPC_j}$$

En esa línea, este componente incorpora todos aquellos costos relacionados con los insumos y las actividades requeridas durante el periodo de tiempo necesario para recuperar la condición inicial del recurso antes del daño. En el caso de la fauna silvestre traficada ilegalmente, los insumos más importantes son los gastos de alimentación, exámenes de laboratorio, consumibles, medicinas, equipos, transporte, asistencia y estadía en centros de rescate, entre otros (MPMS, 2018).

De esta forma, el costo de restauración total se expresa de la siguiente manera:

$$CR = \sum_{t=0}^T \sum_{j=1}^m h_j \alpha_j \times (1 + r)^{-t}$$

- h_j : precio del insumo j utilizado en la restauración (S/ / unidad del insumo)
- α_j : cantidad del insumo j utilizado en la restauración (unidades del insumo requeridos)
- m : insumos requeridos para la restauración
- r : tasa de descuento para actualizar valores en el tiempo (%)
- t : tiempo (años)
- T : Tiempo total de implementación de la restauración del recurso afectado i (años).

Este componente corresponde al daño emergente que debe ser indemnizado. Así, desde el punto de vista del derecho penal, este pago es parte del costo de reparación del ambiente, el cual es parte de la indemnización de daños y perjuicios. Es importante precisar que, en el caso del daño ocasionado a la fauna silvestre, el costo de restauración aplica para aquellas especies halladas vivas que son liberadas o conservadas en cautiverio.

2.3. VALOR DE LA PÉRDIDA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LA FAUNA SILVESTRE (VS)

Este valor captura el daño social asociado a la pérdida de servicios ecosistémicos debido a la alteración al medio natural. Como se sabe, los recursos ambientales brindan distintos tipos de servicios ecosistémicos por lo que se requiere determinar previamente la relación entre el nivel de afectación y la pérdida de los beneficios asociados a estos servicios.

En esa línea, a partir de la suma de la valoración de cada servicio ecosistémico se obtiene el valor de los servicios ecosistémicos total. De esta forma, el valor de la pérdida de servicios ecosistémicos se calcula con la diferencia entre el valor antes y después de daño cometido:

$$VS = \sum_{t=0}^T \sum_{i=1}^n (S_{i,t_1} - S_{i,t_0}) \times (1 + r)^{-t}$$

S_{i,t_0} :	valor del servicio ecosistémico i ofrecido por las especies de fauna silvestre traficadas previo al daño (t_0)
S_{i,t_1} :	valor del servicio ecosistémico i ofrecido por las especies de fauna silvestre traficadas después del daño (t_1)
r :	tasa de descuento para actualizar valores en el tiempo (%)
t :	tiempo (años)
n :	servicios ecosistémicos afectados
T :	tiempo total de recuperación de los servicios ecosistémicos (años)

En los casos en los que no se cuente con la valoración de los servicios ecosistémicos previo al daño, se puede utilizar una aproximación a partir de la valoración de la fauna silvestre en un entorno de similares características para realizar las comparaciones.

No obstante, si aún existiesen limitaciones para comparar el valor de los servicios ecosistémicos en los dos momentos del tiempo (antes y después del daño), se propone una segunda alternativa. Esta alternativa consiste en estimar la pérdida de servicios ecosistémicos a través de un índice de gravedad del daño (IGD), el cual establece la proporción del valor total de los servicios ecosistémicos que se han perdido en función a la gravedad del daño causado. Este índice permite realizar una aproximación del porcentaje del valor de los servicios ecosistémicos afectados. Es importante mencionar que, la aplicación de índices similares también está presente en metodologías para el cálculo del daño ambiental usadas organismos nacionales e internacionales.¹¹

La siguiente ecuación detalla el método alternativo propuesto para la estimación del valor de la pérdida de servicios ecosistémicos:

$$VS = \sum_{i=1}^R q_i \times S_i \times IGD_i^{fauna}$$

q_i :	cantidad de fauna silvestre traficada i (unidades)
S_i :	valor los servicios ecosistémicos brindados por fauna silvestre traficada i
IGD_i^{fauna} :	índice de gravedad del daño para fauna silvestre traficada i
R :	especies de fauna silvestre afectados

Para el cálculo del IGD de fauna silvestre se consideran cuatro dimensiones con ponderación equivalente: (i) ubicación, (ii) presencia de hembras, (iii) estado vital y (iv) edad. Cabe resaltar que, en caso de no poder determinar la ubicación del delito, esta dimensión tendría un peso de 0 y se redistribuiría la ponderación entre las otras tres dimensiones restantes equitativamente (33% cada dimensión).

Es importante que la información recolectada sea lo suficientemente concreta para que permita que los criterios elegidos sean los más adecuados. Con ello se otorga un puntaje en cada dimensión, y luego, se procede a estimar el índice con los valores estandarizados definidos en la **Error! Reference source not found.**, mediante la siguiente fórmula:

¹¹ OSINFOR, SERFOR, OEFA, MINAMBIENTE – Colombia, IPS – Costa Rica, Ministerio Público de Brasil, entre otros.

$$IGD_i^{fauna} = \begin{cases} 100\%, & \text{si la especie es hallada sin vida o se dispone eutanasia} \\ \frac{\sum_{d=1}^4 VE_d \times P_d}{100}, & \text{si la especie es hallada con vida} \end{cases}$$

VE_d : valor estándar de la categoría elegida en la dimensión d

P_d : ponderación de la dimensión d

A continuación, se detalla cada una de las dimensiones y los criterios propuestos para la determinación del IGD de fauna silvestre. Estas dimensiones se han desarrollado a partir del OSINFOR (2018) y del Ministerio Público de Mato Grosso do Sul (2018).

- **Ubicación (U):** se verifica si la fauna traficada proviene de una asociación vegetal no boscosa, plantación forestal en tierras de dominio público, bosque natural u otro.

CATEGORÍA DE UBICACIÓN	CLASIFICACIÓN
No se puede determinar	0
Asociaciones vegetales no boscosas	1
Plantaciones forestales en tierras de dominio público	2
Bosques naturales	3

- **Presencia de hembras (PH):** determina la importancia de la especie afectada en función de su sexo y si se encuentra preñada u ovada.

CATEGORÍA PRESENCIA DE HEMBRAS	CLASIFICACIÓN
No se puede determinar	0
Especie no hembra	1
Especie hembra ^{1/}	2
Especie hembra preñada u ovada	3

1/ En el caso de especies traficadas en colectivos, se puede asumir la presencia de hembras.

- **Estado vital (V):** se aproxima el estado vital de la especie afectada y puede aproximarse a partir de la disposición de la fauna decomisada: una liberación inmediata se asocia a un buen estado; la liberación gradual, a un estado vital regular o malo. El estado vital también puede identificarse de la descripción del caso.¹²

CATEGORÍA DE ESTADO VITAL	CLASIFICACIÓN
No se puede determinar	0
Bueno	1
Regular	2
Malo	3

- **Edad (E):** determina la importancia de la especie afectada en función de su edad.

CATEGORÍA EDAD	CLASIFICACIÓN
No se puede determinar	0
Cría	1
Adulto	2

En la siguiente tabla se detalla los valores de clasificación estandarizados en cada una de las dimensiones definidas para la estimación del IGD en el caso fauna silvestre.

¹² Por ejemplo, si la información indica que, como consecuencia del transporte de las especies traficadas, algunas de ellas fallecieron, se puede asumir un estado vital malo.

Tabla IV. Dimensiones y valores para el cálculo del Índice de gravedad del daño de fauna (IGD)

DIMENSIONES	CATEGORÍA	VALOR	VALOR ESTÁNDAR (VE_d) ^{1/}	PONDERACIÓN (P_d) ^{2/}
Ubicación (U)	No se puede determinar	0	0	25%
	Asociaciones vegetales no boscosas	1	33	
	Plantaciones forestales en tierras de dominio público	2	66	
	Bosques naturales	3	100	
Presencia de hembras (PH)	No se puede determinar	0	0	25%
	Especie no hembra	1	33	
	Especie hembra ^{1/}	2	66	
	Especie hembra preñada u ovada	3	100	
Estado vital (V)	No se puede determinar	0	0	25%
	Bueno	1	33	
	Regular	2	66	
	Malo	3	100	
Edad (E)	No se puede determinar	0	0	25%
	Cría	1	50	
	Adulto	2	100	

1/ En el caso de especies traficadas en colectivos, se puede asumir la presencia de hembras.
OSINFOR (2016) y Ministerio Público de Mato Grosso do Sul (2018).

**Sección III:
APLICACIÓN DE LA
PROPUESTA
METODOLÓGICA.**

APLICACIÓN DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA VALORACIÓN DEL DAÑO AMBIENTAL

Antes de iniciar el proceso de valoración económica, es necesario desarrollar la identificación del daño ambiental que permita sustentar los resultados de la valoración durante el proceso judicial. Al respecto, se recomienda tener en consideración los siguientes pasos relacionados con la definición del daño ambiental, la reparación civil y la indemnización:

- i. Identificación y descripción de los actores involucrados en el delito ambiental
- ii. Identificación del tipo penal incurrido por el actor
- iii. Identificación y descripción del área, ecosistema y los componentes ambientales afectados
- iv. Identificación de los efectos negativos actuales y potenciales sobre los componentes ambientales afectados¹³
- v. Identificación de si el área, componente ambiental o servicio ecosistémico afectado puede ser restituido o, de no ser posible, si se debe determinar el pago de su valor
- vi. Estimación económica, cuantificable con la información disponible, del valor de la restitución del área, componente ambiental o servicio ecosistémico u otro valor

Cabe resaltar que estos pasos y criterios descritos podrían variar en función a la información contenida en el expediente legal y la información secundaria disponible en cada caso analizado.

I. TALA ILEGAL

Asimismo, para la aplicación de la propuesta metodológica, se deben considerar las posibles limitaciones en la disponibilidad de información. Así, la aplicación de la propuesta metodológica requiere un listado de información mínima requerida de los casos del delito. La Tabla N° IV resume esta información mínima necesaria por cada componente de la metodología

Tabla N° IV. Información mínima requerida en los casos de tala ilegal para la aplicación de la propuesta metodológica de valoración económica

COMPONENTE	INFORMACIÓN MÍNIMA REQUERIDA
Valor del recurso extraído (VE)	<ul style="list-style-type: none">• Cantidad extraída• Especie extraída• Precio del recurso extraído
Costo de restauración (CR)	<ul style="list-style-type: none">• Área afectada (ha.)• Costo de restauración por ha.• Tiempo de implementación de la restauración
Valor de pérdida de servicios ecosistémicos (VS)	<ul style="list-style-type: none">• Área afectada (ha.)• Ubicación• Tiempo que persiste el daño

¹³ Se recomienda realizar un análisis intertemporal del área de afectación, esto con la finalidad de determinar la pérdida de la cobertura vegetal en el tiempo. Ello facilitará imputar la afectación a la persona u empresa que pudiera haber incurrido en la falta.

Asimismo, se plantea considerar la siguiente ficha de recojo de información con el objetivo de incluir únicamente la información mínima e indispensable para lograr una correcta aplicación de la metodología en los casos de tala ilegal.

Tabla N° VI. Ficha de recojo de información para el delito de tala ilegal

FICHA DE RECOJO DE INFORMACIÓN DE TALA ILEGAL				
INFORMACIÓN GENERAL				
Datos del daño ambiental				
Tipo de actividad	Seleccionar: <ul style="list-style-type: none"> Aprovechamiento maderable no autorizado 			
Fecha del daño				
Ubicación geográfica				
Región				
Provincia				
Distrito				
Ubicación (coordenadas)				
Permiso/N° de contrato de concesión				
Área del título habilitante (hectáreas)				
Tipo de bosque	Seleccionar: <ul style="list-style-type: none"> Asociaciones vegetales no boscosas Bosques de producción Bosques para el aprovechamiento futuro Área Nacional Protegida y bosques en comunidades nativas y campesinas 			
Descripción del daño (opcional):				
DATOS DE LOS RECURSOS AFECTADOS				
N°	Especie	Tipo	m ³	# de árboles

La aplicación más pertinente de la metodología requiere información primaria específica para cada caso investigado que se recoge a través de los informes de supervisión. La metodología propuesta se plantea considerando esta posibilidad; sin embargo, también se adapta a los casos en los que la disponibilidad de información es limitada. En estos

últimos casos, se plantean alternativas de estimación utilizando fuentes de información secundaria oficiales.

La metodología propuesta es una primera aproximación a la valoración del daño ambiental. Se recomienda su aplicación como base para cuantificar el valor total del daño ambiental a partir de los componentes definidos (valor de extracción, costo de restauración y valor de pérdida de servicios ecosistémicos). Su aplicación a cada caso específico depende de la información disponible y requiere la incorporación de ajustes correspondientes. En los casos en los que no se cuente con información específica, se propone la aplicación de la metodología de transferencia de valores ajustada que se describe en el Anexo I.

En esa línea, a continuación, se detallan las fuentes de información necesarias para la valoración económica de cada componente del daño para el delito de tala ilegal. Adicionalmente, se desarrollan ejemplos –basados en casos reales del delito de tala ilegal– que permiten ilustrar la aplicación de la propuesta metodológica.

1.1. VALOR DEL RECURSO EXTRAÍDO (VE)

Como se describió anteriormente, el cálculo del VE requiere la cantidad (q_i) y el precio (p_i) del recurso forestal extraído ilegalmente. En esa línea, el análisis debe involucrar los productos forestales maderables y no maderables, según corresponda. De esta forma, la cuantificación del valor del recurso extraído (VE) se aproxima con la siguiente fórmula:

$$VE = \sum_{i=1}^R p_i q_i$$

- p_i : precio unitario del recurso i (S/ / unidad)
- q_i : cantidad extraída del recurso i (unidades)
- R : recursos extraídos ilegalmente

La información sobre la cantidad extraída se obtiene del reporte del caso analizado. Al respecto, se recomienda que la identificación de la especie forestal se realice a través del nombre científico. Mientras tanto, para el precio unitario del recurso, se propone utilizar el siguiente orden de selección de precios a partir de la información disponible:¹⁴

¹⁴ SERFOR (2018). Lineamientos para la aplicación de los criterios de gradualidad para la imposición de la sanción pecuniaria.

Tabla N° VI. Orden para la selección de precios, según la disponibilidad de la información

N°	TIPO DE PRECIOS	FUENTE DE INFORMACIÓN
1	Precios de mercado del lugar de afectación	Informe de supervisión de OSINFOR del caso analizado o reportes oficiales de los gobiernos regionales
2	Precios estimados por entidades oficiales	Anuario de precios de productos forestales maderables – SERFOR ^{1/}
3	Valor en Estado Natural (VEN)	Valor en Estado Natural – SERFOR ^{2/}

1/ SERFOR (2014). 2/ SERFOR (2016)

A continuación, se describen las fuentes de información disponibles para obtener o aproximar el precio del recurso forestal extraído ilegalmente:

- **Precios de mercado del lugar de afectación:** para el uso del precio de mercado en el lugar de afectación, la información del caso debe contener el informe de supervisión del OSINFOR o el informe de cálculo de multa del OSINFOR que suele reportar los precios de mercado registrados en el lugar del delito o de la provincia más cercana. Los precios de mercado del lugar de afectación también pueden provenir de reportes oficiales de los gobiernos regionales.
- **Precios estimados por entidades oficiales:** el siguiente precio que debe ser considerado se obtiene del “Anuario de Precios de Productos Forestales Maderables y No Maderables” del SERFOR. Para utilizar estos precios, se debe identificar la región y provincia donde se registró el delito, la especie afectada y el tipo de madera (rolliza o aserrada comercial).
- **Valor en Estado Natural (VEN):** por último, cuando no es posible identificar el precio por ninguna de las dos fuentes anteriores, se utiliza el precio derivado del VEN de la especie estimado por el SERFOR.¹⁵ Para ello, se debe identificar la categoría de la especie y su clasificación según sea altamente valiosa, valiosa, intermedia, potencial u otras especies.

Tabla N° VII. VEN según categoría de la especie

CATEGORÍA	DENOMINACIÓN	VEN (S/ POR M ³ DE MADERA ROLLIZA)
A	Altamente valiosas	55
B	Valiosas	12
C	Intermedias	6
D	Potenciales	4
E	Otras especies ¹⁶	2

Fuente: OSINFOR (2018).

Cabe mencionar que cuando el año del delito es distinto al año del registro del precio seleccionado de cualquiera de las tres fuentes de información, se debe realizar un ajuste por inflación a partir del Índice de precios al consumidor (IPC). Para hallar el precio del

¹⁵ SERFOR (2016) Anexo N°1 de la “Metodología para la determinación del valor al estado natural de la madera para el pago de derecho del aprovechamiento y los valores al estado natural de la madera”.

¹⁶ En esta categoría también se consideran a las especies que no cuentan con precios de mercado.

recurso en el año del delito, se necesita el precio del recurso en el año disponible más reciente (P_j), el IPC del ese año (IPC_j) y el IPC del año en el que se realizó el daño (IPC_i). A partir de ello, se aplica la siguiente fórmula:

$$P_i = P_j \times \frac{IPC_i}{IPC_j}$$

A continuación, se presentan tres ejemplos que ilustran la selección de precios según los criterios previamente mencionados:

Ejemplos para la selección de precios

Primer criterio: precios de mercado del lugar de afectación

Supongamos que, en un caso de daño ambiental ocasionado por tala ilegal, el infractor extrajo ilegalmente la especie Shihuahuaco en la región Madre de Dios y provincia Manu. En este caso, se cuenta con el Informe de supervisión de OSINFOR donde se reportan los precios de mercado en el lugar de afectación. En este caso, se debe utilizar el precio reportado en dicho informe.

Segundo criterio: precios estimados por entidades oficiales

Supongamos que, en un caso de daño ambiental ocasionado por tala ilegal, el delito se cometió en la región Ucayali y provincia de Atalaya en el año 2017. En este caso, se aprovechó ilegalmente 10,000 pt de la especie Cachimbo. No obstante, la carpeta de este caso no incluye el informe de supervisión de OSINFOR, por lo que no es posible identificar los precios de mercado en el lugar de afectación. Por ello, se deberá utilizar el segundo criterio de selección de precios.

De acuerdo con el Anuario de Precios de SERFOR (2013), el precio de esta especie en 2013 fue S/1.57 por pie tablar. Dado que el año del delito es distinto al año del anuario, se debe realizar un ajuste por inflación.¹⁷ Por lo que el precio de la especie Cachimbo en 2017 es de S/1.77.

ESPECIE	(A) CANTIDAD (PT)	(B) PRECIO 2013 (S/ POR PT)	(C=B AJUSTADO) PRECIO A 2017 (S/ POR PT)	(D=AXC) VE (S/)
Cachimbo	10,000	1.57	1.77	17,705

Tercer criterio: VEN

Ahora supongamos que, en otro caso de daño ambiental ocasionado por tala ilegal, el delito se cometió en la región Loreto y provincia de Contamana aprovechando 70 madera rolliza (m^3r) de la especie Capinurí de manera ilícita en el año 2020.

Esta especie, provincia y región no se encuentran en el Anuario de precios de SERFOR. Por ello, se utiliza el VEN. De acuerdo con el SERFOR (2016), la especie Capinurí pertenece a la categoría E con la denominación de "Otras especies", por lo que su precio es de S/2 por m^3 de madera rolliza. Dado que el año del delito es distinto al año del anuario, se debe realizar un ajuste por inflación. Por lo que el precio de la especie Capinurí en 2020 es de S/2.15.

ESPECIE	(A) CANTIDAD (M ³ R)	(B) PRECIO 2016 (S/ POR M ³ R)	(C=B AJUSTADO) PRECIO A 2020 (S/ POR M ³ R)	(D=AXC) VE (S/)
Capinurí	70	2.00	2.15	151

¹⁷ Para hallar el precio del recurso en el año del delito, se necesitará del precio del recurso en el año disponible más reciente (P_j), el IPC del ese año (IPC_j) y el IPC del año en el que se realizó el daño (IPC_i):

$$P_i = P_j \times \frac{IPC_i}{IPC_j}$$

Por otro lado, la cantidad de recurso extraído debe encontrarse en la misma unidad de medida que el precio de la especie.¹⁸ Por ello, en algunos casos, es necesaria la conversión de unidades de la cantidad extraída de m³ a pies tablares (o viceversa) para el uso de fuentes de información sobre precios.¹⁹ En esa línea, se propone el uso de los conversores reportados en SERFOR (2019) que se presentan a continuación.

Tabla N° VIII. Conversores del volumen de madera rolliza y aserrada

MADERA	VOLUMEN	
	METROS CÚBICOS (M ³)	PIES TABLARES (PT)
Rolliza	1 m ³ r	220 pt
Aserrada	1 m ³ a	424 pt

Fuente: SERFOR (2019).

Para hacer uso de estos conversores, se debe considerar la siguiente fórmula:

$$\text{Cantidad en pt} = \frac{(\text{Cantidad en m}^3 * \text{Conversor en pt})}{1 \text{ m}^3}$$

A continuación, se desarrolla un ejemplo de aplicación del método propuesto para el cálculo de conversión de unidades:

Ejemplo para el cálculo de conversión de unidades

Supongamos que, en un caso de daño ambiental ocasionado por tala ilegal, el infractor habría aprovechado 3,600 m³ de madera rolliza (m³r) de cuatro especies forestales de manera ilícita.

La información de precios de las especies extraídas se encuentra expresada en S/ por pt. Por ello, para poder aplicar el precio de la especie y hallar el valor del recurso extraído ilegalmente, se debe expresar el volumen extraído en pt. En esa línea, se toma en cuenta el factor de conversión de 1 m³r = 220 pt y se realiza el siguiente cálculo:

NOMBRE DE LA ESPECIE	MADERA ROLLIZA (M ³ R)	MADERA ROLLIZA (PT)
1. Cachimbo	1,000	220,000
2. Capirona	1,000	220,000
3. Copaiba	795	174,900
4. Cumala	805	177,100
Total	3,600	792,000

De la aplicación del factor de conversión, la extracción de madera no autorizada de 3,600 m³r equivale a 792,000 pt.

¹⁸ Se expresa en m³ o pies tablares (pt) en función a la unidad de medida en la que se encuentre el precio de la especie

¹⁹ La cantidad de recurso extraído se expresa en m³ o pies tablares (pt) en función a la unidad de medida en la que se encuentre el precio de la especie.

A continuación, se desarrolla un caso aplicado del método propuesto para el cálculo del VE:

Caso aplicado para el cálculo del valor del recurso extraído				
Supongamos que, en un caso de tala ilegal, el delito se cometió en la región Ucayali, en la provincia de Coronel Portillo en el año 2021. En este caso, se adquirió y movilizó ilegalmente 18.068 m ³ de la especie Capirona de tipo aserrada.				
Para obtener el precio de las especies, se utilizó la información del Anuario de Precios de Productos Forestales Maderables y no Maderables - 2013 del SERFOR para la región Ucayali; además, se realizó un ajuste por inflación con el IPC (1.21) debido a que el daño ocurre en el 2021. ²⁰				
Asimismo, dado que el precio de la especie se encuentra en S/ por pt y la información del caso se encuentra expresada en m ³ a, es necesaria la conversión del volumen extraído a pt. En esa línea, se tomó en cuenta el factor de conversión de: 1 m ³ a = 424 pt; con lo cual la cantidad extraída equivale a 7,661 pt.				
De esta forma, el valor del recurso extraído se obtuvo a partir de la multiplicación del precio y cantidad de la especie, con lo cual se calculó un VE de S/16,819.				
NOMBRE DE LA ESPECIE	MADERA ASERRADA (M ³ A)	MADERA ASERRADA (PT)	VALOR UNITARIO (S/ / PT)	VALOR TOTAL (S/)
Capirona	18.068	7,661	2.2	16,819
Total	18.068	7,661	-	16,819

1.2. COSTO DE RESTAURACIÓN

El costo de restauración depende del precio y la cantidad de todas las actividades e insumos que se utilizan en la restauración del daño ocasionado; por ello, se requiere el recojo de información primaria en cada caso analizado. No obstante, ante las limitaciones de información, se puede recurrir a fuentes secundarias oficiales. De esta forma, la cuantificación del costo de restauración (CR) se puede aproximar a partir de la siguiente fórmula:

$$CR = \sum_{t=0}^T R_i \times A_{total} \times (1 + r)^{-t}$$

- R_i : costo anual de restauración según el sistema de plantación seleccionado (S/ / ha)
- A_{total} : área total afectada por el delito (ha)
- r : tasa de descuento para actualizar valores en el tiempo (%)
- t : tiempo (años)
- T : tiempo total de implementación de la restauración (años)

²⁰ Para realizar el ajuste por inflación de los precios, se aplicó la siguiente fórmula: $P_i = P_j \times \frac{IPC_i}{IPC_j}$, donde IPC_i es el IPC del año disponible más reciente e IPC_j es el IPC del año de la ocurrencia del daño.

Se sugiere utilizar como referencia el costo de restauración por hectárea de un proyecto de inversión pública de restauración próximo al área de afectación. Los costos de restauración varían en función de las condiciones geográficas, accesibilidad, costo mano de obra, entre otros factores. Por ello, se sugiere tomar en cuenta los proyectos de inversión pública próximos al área de afectación como fuente de información para determinar los costos de restauración.

Sin embargo, en caso de no contar con información sobre proyectos de inversión de restauración, se puede recurrir a los datos que el OSINFOR presenta –en su directiva para la compensación del pago de multas mediante el mecanismo de recuperación de áreas degradadas ²¹– sobre la estimación de los costos de restauración de áreas degradadas por hectárea. ²² Asimismo, también se considera el costo de reforestación estimado por Brack et al. (2000). En esa línea, se propone utilizar ambas fuentes de información como referencias alternativas para el cálculo del costo de restauración del daño.

Los modelos de restauración se clasifican en dos tipos: (i) fajas de enriquecimiento, y (ii) plantación a campo abierto. En general, para la selección de un modelo, se debe considerar (i) si el área afectada ha sido degradada a partir de la extracción o tala de algunas especies, (ii) si el delito implica la deforestación del bosque, (iii) si la deforestación se dio con el fin de extraer minerales del suelo. De igual manera, OSINFOR establece un periodo de cinco años como periodo de compromiso para la aplicación de las medidas de restauración del área degradada.

Tabla N° IX. Criterios de uso y costos anuales de cada modelo de restauración

MODELO	CRITERIO DE USO	TIPO	COSTO ANUAL (S/ POR HA)
Fajas de enriquecimiento	El área afectada ha sido degradada a causa de la extracción o tala de algunas especies	Tipo I	1,365
		Tipo II	1,528
		Tipo III	1,858
Plantación a campo abierto	El delito implica la deforestación del bosque	Tipo I	1,569
		Tipo II	1,177
		Tipo III	565
	Bosques amazónicos ^{1/}	1,447	
	La deforestación se realizó con el fin de extraer minerales del suelo ^{2/}	Minería	2,584

Nota: El tipo de modelo varía según el distanciamiento y cantidad de plantas. 1/ Este tipo de reforestación de Brack et al (2000) hace referencia al costo de reforestación por hectárea en bosques amazónicos. Fuente: OSINFOR (2018), Brack et al. (2000)

²¹ Directiva N° 018-2016-OSINFOR/05.2, "Directiva para la compensación del pago de multas mediante el mecanismo de recuperación de áreas degradadas", aprobada por la Resolución Presidencial N° 129-2016- OSINFOR y modificada por la Resolución Presidencial N°073-2018-OSINFOR

²² OSINFOR considera dentro de estos costos: la georreferenciación y señalización de las unidades y modelos a restaurar, instalación de vivero y producción de plántones, apertura de hoyos, establecimiento de la plantación, recalce, presentación de carta de comunicado instalación de plantación, poda, limpieza, deshierbo, vigilancia y control, capacitación, presentación del informe de ejecución anual y la inspección de verificación.

Debido a que la selección del tipo de modelo (I, II o III) depende del análisis técnico del área afectada en cada caso, se opta por utilizar un valor promedio de cada modelo. A continuación, se muestran los costos promedio de restauración calculados para cada modelo de restauración:

Tabla N° XI. Costo promedio anual de los modelos de restauración

MODELO	COSTO PROMEDIO ANUAL (S/ POR HA)
Fajas de enriquecimiento	1,584
Plantación a campo abierto	1,189
Plantación a campo abierto por minería ilegal	2,584

Nota: El costo del modelo de plantación a campo abierto promedia los valores de OSINFOR y Brack et al. (2000).

Para el delito de tala ilegal, las fuentes de información disponibles permiten obtener un costo promedio anual por hectárea de S/1,584 (fajas de enriquecimiento).

Para la aplicación de este costo promedio es necesario conocer el número de hectáreas afectadas por el delito. Esta variable se puede obtener directamente a través de la recojo de información en campo. No obstante, en caso la información recogida en campo no reporte el área afectada por la extracción ilegal del recurso forestal (A_i); se proponen dos formas para hallarlo dependiendo de la información disponible de campo.

Primero, en caso se cuente con información del número de árboles afectados, se aplica la siguiente fórmula para conocer el número de hectáreas afectadas:

$$A_i = \text{árb}_i * f \text{ (ha/árbol)}$$

árb_i : número de árboles de la especie i extraída ilegalmente

f : factor de conversión de árboles a ha

Para el factor de conversión, se considera el valor reportado por Arce (2006) que considera que los claros producidos por la caída de los árboles durante el aprovechamiento afectan la cobertura boscosa, en promedio, en 257 m² o 0.0257 ha por cada árbol cortado.

Segundo, en caso solo se reporte la información de volumen extraído (m³), se identifica las características máximas (diámetro, altura) y generales (factor forma) de la especie para determinar el factor de rendimiento (v_i) de los árboles extraídos (m³ por árbol).²³ Para ello, se aplica la siguiente fórmula (CARDER, 2012):

²³ Se seleccionan los valores de diámetro y altura máximos como una opción conservadora para el cálculo.

$$v_i = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times (d_i)^2 \times (h_i) \times p$$

d_i : diámetro máximo de la especie i extraída ilegalmente
 h_i : altura máxima de la especie i extraída ilegalmente
 p : factor forma

Para determinar el diámetro y la altura máxima de la especie, se puede utilizar el Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre del Perú del SERFOR (2019). Para ello, se identifica la ecozona en la que se registró el delito y el nombre científico de la especie.^{24, 25} A partir de ello, se seleccionan los valores de diámetro y altura máximos como una opción conservadora para el cálculo.²⁶ Para el valor de factor forma, se considera la métrica de 0.65 reportada por SERFOR (2021).²⁷

Posteriormente, para calcular el número de árboles afectados se divide el volumen extraído ilegalmente (V) entre el factor de rendimiento (F). Posteriormente, el número de hectáreas se obtiene al multiplicar el número de árboles por el factor de conversión de Arce (2006).

$$A_i = \frac{V_i(m^3)}{v_i(m^3 \text{ por árbol})} \times f(ha/\text{árbol})$$

V_i : volumen de árboles de la especie i extraída ilegalmente (m^3)
 v_i : factor de rendimiento de los árboles extraídos (m^3 por árbol)
 f : factor de conversión de árboles a ha

Como opción adicional, en caso no se encuentre a la especie en el INFFS, se puede considerar el factor utilizado por la Procuraduría en la valorización de daños que –sobre la base de lo estimado por Arce (2006)– utiliza el valor de 4.5 m^3 por árbol como el rendimiento por árbol de la siguiente forma:

$$A_i = \frac{V_i(m^3)}{4.5(m^3 \text{ por árbol})} \times f(ha/\text{árbol})$$

V_i : volumen de árboles de la especie i extraída ilegalmente (m^3)
 f : factor de conversión de árboles a ha

Si bien este último criterio no es exacto en la identificación de número de árboles, permite aproximar la cantidad de árboles afectados a partir de la información disponible.

A continuación, se desarrollan dos ejemplos que ilustran la aplicación del factor de rendimiento de los árboles, según los criterios mencionados:

²⁴ La población nacional que conforma la población de especies forestales del INFFS está organizado en seis subpoblaciones denominadas ecozonas: (i) Costo, (ii) Sierra, (iii) Selva Alta Accesible, (iv) Selva Alta Difícil, (v) Selva Baja, e (vi) Hidromórfica.

²⁵ Dado que los casos de interés se encuentran en las regiones de Loreto, Ucayali y Madre de Dios, se observa en el mapa de ecozonas que estas abarcan en su mayoría, la ecozona Selva Baja e Hidromórfica.

²⁶ Al tomar los valores máximos, el volumen por árbol es mayor, lo que implica la existencia de menos árboles y por ende, una menor extensión de hectáreas.

²⁷ El factor forma es la razón entre el volumen del árbol y el de un cilindro que tenga el mismo diámetro y altura (OSINFOR, 2021).

Ejemplos para la aplicación del factor de rendimiento de árboles

Primer caso: cálculo del número de hectáreas afectadas a partir del número de árboles

Supongamos que, en un caso de daño ambiental ocasionado por tala ilegal, el infractor afectó a 5 árboles de la especie Cachimbo de manera ilícita.

Para convertir este valor a hectáreas, debe aplicarse un factor de conversión de 257 m² o 0.0257 ha por árbol. El cálculo sería el siguiente:

ESPECIE	(A) CANTIDAD (ÁRB)	(B) FACTOR DE CONVERSIÓN (HA POR ÁRB)	(C=AXB) ÁREA AFECTADA (HA)
Cachimbo	5	0.0257	0.13

Segundo caso: cálculo del número de hectáreas afectadas a partir del volumen extraído

Ahora supongamos que, en otro caso de daño ambiental ocasionado por tala ilegal, el infractor extrajo un volumen de 100 m³ de la especie Cachimbo, en el departamento de Madre de Dios y la provincia de Manu, ecozona Selva Baja.

Partiendo de los datos del INFFS, el diámetro y altura máximos de esta especie son 0.95 metros y 35 metros, respectivamente. A continuación, se muestra el cálculo detallado por hallar la cantidad de hectáreas afectadas:

- Partiendo de los datos identificados, primero se halla el factor de conversión de metros cúbicos a árboles.

$$v \text{ (m}^3 \text{ por árbol)} = \frac{\pi}{4} \times 0.95^2 \times 35 \times 0.65 = 15.90 \text{ m}^3$$

- Luego, se aplica este conversor al volumen expresado en m³ para determinar la cantidad de árboles afectados.

$$\text{árb} = \frac{V(\text{m}^3)}{v \text{ (m}^3 \text{ por árbol)}} = \frac{100 \text{ m}^3}{15.90 \text{ m}^3} = 6 \text{ árb}$$

- Finalmente, se halla la cantidad de hectáreas afectadas usando el conversor de Arce (2006).

$$A_{\text{total}} = \frac{V(\text{m}^3)}{v \text{ (m}^3 \text{ por árbol)}} \times f \text{ (ha por árbol)} = 6 \text{ árb} \times 0.0257 \text{ (ha por árbol)} = 0.15 \text{ ha}$$

Con respecto a la tasa de descuento que se utiliza para actualizar los valores en el tiempo, se propone utilizar la tasa social de descuento para proyectos de inversión pública ambientales estimada por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF, 2011). Esta tasa de descuento anual asciende a 4% (MEF, 2011).²⁸

A continuación, se desarrolla un caso aplicado del método propuesto para el cálculo del CR:

Caso aplicado para el cálculo del costo de restauración

Continuando con el caso de tala ilegal en la región Ucayali y provincia de Coronel Portillo en el año 2021, el informe del caso analizado no reporta la cantidad de hectáreas afectadas ni el número de árboles extraídos.

Ante ello, se estima el factor de conversión (v_i) que aproxima los m³ que se obtienen por cada árbol de la especie extraída (Capirona) (CARDER, 2012). Este factor se estima a través de la siguiente fórmula:

²⁸ Tasa social de descuento que se utiliza para proyectos ambientales de servicios ambientales de reducción o mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (MEF, 2011).

Caso aplicado para el cálculo del costo de restauración

$$v_i = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times (d_i)^2 \times (h_i) \times p$$

A partir de identificación de la especie afectada y la ubicación del delito, el INFFS permite obtener los valores de altura (h_i) y diámetro (d_i) máximo de la especie (SERFOR, 2019). Asimismo, se consideró un factor de forma (p) del SERFOR equivalente a 0.65 como valor estándar (SERFOR, 2021). Con ello, se estimó un factor de rendimiento (v_i) de 4.32 m³/árbol para la Capirona. De esta manera, se calcula que los 18.068 m³ extraídos equivalen aproximadamente a 4 árboles.

ESPECIE	MADERA ASERRADA (M ³ A)	ALTURA MÁXIMA (M)	DIÁMETRO MÁXIMO (CM)	FACTOR DE RENDIMIENTO (M ³ /ÁRBOL)	ÁRBOLES AFECTADOS
Capirona	18.068	28	55	4.32	4
Total	18.068	-	-	-	4

Luego de ello, se procede a estimar la cantidad de áreas afectadas a partir el parámetro propuesto por Arce (2006). En este estudio se estima que los claros producidos por la caída de los árboles durante el aprovechamiento afectan la cobertura boscosa, en promedio, en 257 m² por cada árbol apeado. Con ello, se estimó que la superficie impactada por la tala ilegal de los 4 árboles es de 0.1 hectáreas.

$$A_{total} = 4 (\text{árboles}) \times 257 (m^2/\text{arbol}) = 1,093 m^2 = 0.1 ha$$

Por otro lado, se utilizó el costo de restauración promedio por hectárea para el sistema de plantación de faja de enriquecimiento estimados por OSINFOR,²⁹ dado que se trata de un caso de tala selectiva (degradación). A partir de ello, se considera un costo de restauración anual promedio de S/1,658 por hectárea y un periodo de cinco años como el tiempo de compromiso para la aplicación de medidas de restauración del área degradada.

De esta forma, el cálculo del costo de restauración es el siguiente:

$$CR = \sum_{t=0}^4 S/1,658 \times 0.1 ha \times (1 + 4\%)^{-t} = S/824$$

El costo de restauración (CR) asciende a S/824.

1.3. VALOR DE LA PERDIDA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS (VS)

El valor de la pérdida de servicios ecosistémicos captura el daño social asociado a la alteración del medio natural ocasionado por el delito. Por ello, su estimación requiere cuantificar el valor de los servicios ecosistémicos que se dejan de percibir a causa del daño. En esa línea, la propuesta metodológica plantea valorar la pérdida de servicios ecosistémicos mediante el valor económico total (VET) que brinda el ecosistema. El enfoque del VET incorpora el valor económico de los servicios ecosistémicos de provisión, regulación, cultural y soporte.

Para su cálculo, se valora la pérdida de los servicios ecosistémicos del área afectada como consecuencia del daño ambiental del delito analizado. Para ello, se siguen los

²⁹ Directiva N° 018-2016-OSINFOR/05.2, "Directiva para la compensación del pago de multas mediante el mecanismo de recuperación de áreas degradadas", aprobada por la Resolución Presidencial N° 129-2016- OSINFOR y modificada por la Resolución Presidencial N°073-2018-OSINFOR

lineamientos y pautas establecidas en la Guía de Valoración Económica del Patrimonio Natural del MINAM (2016) y los Lineamientos para la Valoración Económica de la Diversidad Forestal y Fauna Silvestre del MINAM (2021). Ello involucra (i) la identificación del ámbito en el que se desarrolló el daño, (ii) la identificación de los bienes y servicios afectados, (iii) la identificación y caracterización de los actores involucrados, (iv) el análisis y priorización de los servicios ecosistémicos a ser valorados y, (v) la elección y aplicación de los métodos de valoración.

No obstante, cabe precisar que uno de los principales inconvenientes para determinar el VET de los ecosistemas radica en que la mayor parte de los servicios ecosistémicos carecen de mercados establecidos, y por lo tanto carecen de un valor de mercado. Asimismo, la elección y aplicación de un método de valoración deben considerar las dificultades reportadas en el recojo de información de campo y los limitados recursos (monetarios y de tiempo) de las entidades encargadas de la valorización de daños.

Ante ello, se propone utilizar la metodología de transferencia de valores para el cálculo del VET.³⁰ De esta forma, la cuantificación del valor de la pérdida de servicios ecosistémicos (VS) se puede aproximar a partir de la siguiente fórmula:

$$VS = \sum_{t=0}^T VET_t \times A_{total} \times (1 + r)^{-t} \times IGD$$

- VET_t : valor económico total ofrecido por el ecosistema afectado
- A_{total} : área total afectada por el delito (ha)
- r : tasa de descuento para actualizar valores en el tiempo (%)
- t : tiempo (años)
- IGD : índice de gravedad del daño (ponderador)
- T : tiempo total de recuperación de los servicios ecosistémicos (años)

El OEFA ha realizado un importante esfuerzo de sistematización de literatura para la identificación de la valoración de los servicios ecosistémicos (US\$ por hectárea) en entornos similares a aquellos definidos según el Mapa Nacional de Ecosistemas del MINAM que puede tomarse de manera referencial.³¹ En línea con ello, para la aplicación de la transferencia de valores resulta necesario considerar factores de ajuste por tipo de cambio e inflación, según corresponda (Labandeira et al., 2007) mediante la siguiente fórmula:³²

$$VET_{it} = VET_{i2019} \times Tc_{2019} \times \frac{IPC_t}{IPC_{2019}}$$

- VET_{it} : valor económico total del ecosistema i en el periodo del daño (t)
- Tc_{2019} : tipo de cambio del año 2019
- IPC_t : índice de precios al consumidor en el periodo del daño (t)
- IPC_{2019} : índice de precios al consumidor en el año 2019

³⁰ “Cuando se tiene restricciones financieras y limitaciones de tiempo para llevar a cabo una valoración económica, una alternativa viable es considerar el enfoque de transferencia de beneficios.” [p.39 – Guía de Valoración Económica del Patrimonio Natural del MINAM (2016)]

³¹ Resolución Ministerial N° 440-2018-MINAM.

³² Los datos que se consideran para los factores de ajuste pueden ser obtenidos de la base de datos del BCRP (tipo de cambio) y el INEI (índice de precios al consumidor). Asimismo, no se incluye el PBI per cápita como variable de ajuste porque los estudios de los cuales se obtienen los VET fueron realizados en Perú.

Si bien el VET estimado a través de la transferencia de valores del OEFA para algunos ecosistemas no captura el valor total de todos los servicios ecosistémicos, la sistematización de literatura representa un esfuerzo importante para estimar el VET de cada ecosistema en función a la información disponible. Es importante mencionar que los valores mostrados son referenciales, y lo recomendable es utilizar informes, estudios, tesis u otros documentos de valorización económica ambiental publicados por entidades oficiales para cada caso particular.

Como se describió anteriormente, la técnica de transferencia de valores representa una alternativa ante las limitaciones de información primaria; por ello, es importante que la información considerada en la sistematización del VET de cada ecosistema se actualice de forma permanente. Asimismo, se recomienda analizar las fuentes originales utilizadas para el cálculo del VET y validar que las características socioeconómicas del caso analizado sean similares para aplicar la técnica de transferencia de valores.

En la siguiente tabla, se presentan los valores obtenidos para los ecosistemas de selva tropical; se destaca que la información utilizada para su elaboración es de carácter público y se encuentra detallada en las fuentes y la bibliografía correspondiente.

Tabla N° XII. VET de los ecosistemas de la selva tropical

ECOSISTEMAS	VET (US\$ / ha / año)	SERVICIOS DE REGULACIÓN (US\$)	SERVICIOS DE SOPORTE (US\$)	SERVICIOS CULTURALES (US\$)	ESTUDIOS DE SUSTENTO
Pantano herbáceo-arbustivo	1,516.51	1,507.68	-	8.83	(A)
Sabana húmeda con palmeras	2,643.93	-	-	-	(B)
Pantano de palmeras	2,643.93	-	-	-	(B)
Bosque aluvial inundable	979.94	974.23	-	5.71	(A)
Bosque aluvial inundable de agua negra (igapó)	979.94	974.23	-	5.71	(A)
Bosque de terraza no inundable	2,643.93	-	-	-	(B)
Varillal	270.68	269.24	-	1.45	(A)
Bosque de colina baja	2,643.93	-	-	-	(B)
Bosque de colina alta	2,643.93	-	-	-	(B)
Bosque de colina de sierra del divisor	2,643.93	-	-	-	(B)
Bosque estacionalmente seco oriental	2,643.93	-	-	-	(B)
Pacal	2,643.93	-	-	-	(B)

(A) SASE Consultores (2010) Informe final de consultoría: Elaboración del estudio piloto de la economía de los ecosistemas y la biodiversidad de San Martín

(B) Orihuea, C. (2009) Incorporando los servicios ambientales para el análisis costo beneficio: una aplicación al bosque tropical.

Nota: No se considera el servicio de provisión con la finalidad de evitar una doble contabilidad con el Valor del recurso extraído (VE). Valores actualizados al 2019.

Fuente: OEFA en base a las fuentes bibliográficas indicadas.

Es importante considerar que hay casos que podrían no contar con información de la ubicación exacta (coordenadas geográficas) del delito. En estos casos, no será posible geolocalizar la ubicación del área afectada y, en consecuencia, no se podrá identificar el ecosistema afectado en el Mapa de Ecosistemas del Perú para obtener el VET. Ante ello, surge la necesidad de establecer algunos lineamientos para seleccionar el ecosistema afectado a partir de la información disponible sobre la ubicación del delito.

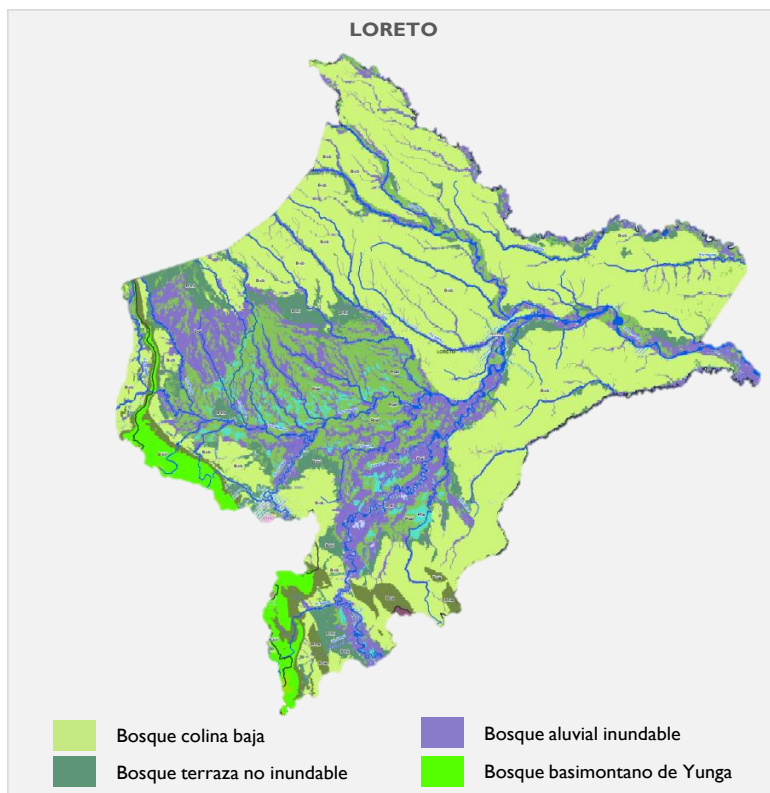
En estos casos, es posible aproximar el ecosistema afectado a partir de la información de la región, provincia o distrito del delito. De esta forma, se propone considerar que el ecosistema dañado es aquel que tiene la mayor presencia en la región, provincia o distrito del delito; dependiendo del detalle de la información disponible del caso.³³

Asimismo, en caso de que el daño ambiental afecte a más de un ecosistema, se delimita el área afectada (ha.) en cada ecosistema y a partir de ello, se aplica el VET correspondiente a cada área según el ecosistema que le corresponda. En caso de que ello no sea posible, se propone considerar el ecosistema con mayor presencia dentro del área afectada.

Ejemplos para el cálculo del VET cuando no se cuenta con la ubicación exacta

Información de la región

Supongamos que, en el caso hipotético, la información es muy limitada y solo se sabe que el delito ocurrió en la región de Loreto. Por ello, para aproximar el ecosistema dañado, se asume que el delito se realizó en el ecosistema de bosque colina baja dado que tiene una mayor participación dentro de la región Loreto.



Fuente: Mapa Nacional de Ecosistemas del MINAM. Elaboración: APOYO Consultoría

³³ Se prioriza la información más específica para la selección del ecosistema predominante: distrito, seguido de la provincia y luego la región.

Por otro lado, la estimación de la pérdida de servicios ecosistémicos requiere identificar el tiempo (T) de recuperación de los servicios ecosistémicos. Por ello, los intervalos del tiempo de recuperación se definen en función a la actividad que ocasionó el daño. Ello debido a que el tipo de actividad tiene una incidencia directa en la gravedad del daño y, por lo tanto, en el tiempo de recuperación (OSINFOR, 2019).³⁴

Para el caso de tala, la evaluación del tiempo de recuperación se debe realizar en cada caso particular en función a la información secundaria disponible y la de otras fuentes oficiales que permitan sustentar el tiempo estimado. De manera referencial se considera un intervalo de tiempo entre 5 y 10 años, el cual, si bien no responde al tiempo en el que el bosque alcanza su maduración completa, considera el tiempo necesario para empezar a recibir algunos de los beneficios de los servicios ecosistémicos.³⁵

A su vez, dentro de cada intervalo, los años de recuperación se aproximan a partir de la velocidad de crecimiento de las especies afectadas, tomando el valor mínimo para las especies que crecen rápido; el valor promedio para las que tienen crecimiento medio; y, el valor máximo para las que crecen lento.³⁶

A continuación, la Tabla N° XII presenta los criterios de selección para identificar el tiempo de recuperación del daño para el delito de tala ilegal.

Tabla N° XII. Cálculo del tiempo de recuperación

ACTIVIDAD	INTERVALO DE TIEMPO (AÑOS)	VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DE LA ESPECIE		
		RÁPIDO (MÍNIMO)	MEDIO (PROMEDIO)	LENTO (MÁXIMO)
Aprovechamiento maderable no autorizado	5-10	5	7	10

Con respecto a la tasa de descuento que se utiliza para actualizar los valores en el tiempo, al igual que en el costo de restauración (CR), se propone utilizar la tasa social de descuento para proyectos de inversión pública ambientales estimada por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF, 2011). Esta tasa de descuento asciende a 4% (MEF, 2011).³⁷

A continuación, se desarrolla un caso aplicado del método propuesto para el cálculo del VS:

³⁴ El aprovechamiento maderable no autorizado es la actividad con un menor grado de afectación; mientras que, la minería es la actividad que tiene el mayor grado de afectación.

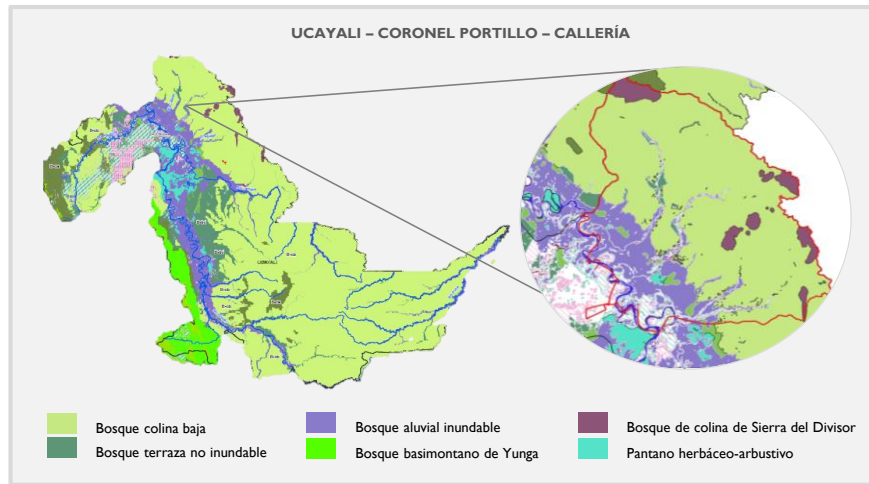
³⁵ Se considera el intervalo de tiempo sugerido por el caso colombiano (MINAMBIENTE) y validado por los especialistas que se entrevistaron en el desarrollo de la metodología.

³⁶ Se reconoce que el tiempo de recuperación del daño puede tardar más años; sin embargo, se espera que los rangos definidos consideren el tiempo mínimo para recuperar parte de los servicios ecosistémicos brindados por los bosques antes de la afectación bajo el supuesto de implementación de medidas de restauración.

³⁷ Tasa social de descuento que se utiliza para proyectos ambientales de servicios ambientales de reducción o mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (MEF, 2011).

Caso aplicado para el cálculo del valor de la pérdida de servicios ecosistémicos

Continuando con el caso de tala ilegal en la región Ucayali y provincia de Coronel Portillo en el año 2021, para estimar el VET, se debe identificar el ecosistema en el que se encuentra el área afectada. El caso solo brinda la información de distrito, Ucayali – Coronel Portillo – Callería. Con ello, se identificó que en este distrito el bosque de colina baja tiene mayor presencia.



Fuente: Mapa Nacional de Ecosistemas del MINAM. Elaboración: APOYO Consultoría

De acuerdo con los datos consolidados de estudios sobre el VET en ecosistemas de selva tropical, el VET estimado para el ecosistema de bosque colina baja es de US\$2,643.93 anuales por hectárea en el 2019. Asimismo, debido a que el delito se cometió en el 2021, el monto del VET se actualizó a partir de un factor de ajuste por tipo de cambio (2019) e inflación (IPC_{2021}/IPC_{2019}) de la siguiente forma:

$$VET = US\$2,643.93 \times 3.34 \times 1.03 = S/9,072 \text{ ha / año}$$

Por otro lado, se evaluó el índice de gravedad del daño. En cuanto al grado de amenaza de la especie afectada, se identificó que la Capirona es una especie no amenazada.³⁸ Con respecto a la ubicación, se determinó que se trataba de una asociación vegetal no boscosa. Por otro lado, el grado de afectación es bajo al tratarse de una actividad de aprovechamiento maderable no autorizado (tala ilegal). Además, en cuanto a la extensión afectada, se consideró un nivel bajo porque 0.1 ha equivalen al 1% del área máxima que considera OSINFOR para la actividad de tala.³⁹

Con ello, el IGD cuenta con cuatro dimensiones de análisis. En el siguiente cuadro, se detallan los valores considerados para el cálculo del IGD en el caso analizado.

DIMENSIONES	VALOR DE EVALUACIÓN	(A) VALOR ESTANDARIZADO	(B) PONDERACIÓN DEL CRITERIO	(A) X (B) VALOR PONDERADO
Grado de afectación (G)	1	33	40%	13.2
Extensión (E)	1	25	25%	5.0
Grado de amenaza (A)	1	25	25%	5.0
Ubicación (U)	1	25	25%	5.0
Total	-	-	-	28.3

Por último, para estimar el número de periodos en los que persiste el daño ambiental hasta que se recuperen los servicios ecosistémicos es necesario considerar la actividad de afectación del ecosistema

³⁸ Decreto Supremo N° 043-2006-AG. Anexo 1: Clasificación Oficial de Especies Amenazadas de Flora Silvestre.

³⁹ Para el Aprovechamiento maderable no autorizado OSINFOR considera que el área máxima de afectación es de 21.7 ha. (OSINFOR; 2019).

Caso aplicado para el cálculo del valor de la pérdida de servicios ecosistémicos

y la velocidad de crecimiento de la especie afectada. Al ser un aprovechamiento maderable no autorizado, el tiempo recuperación se encuentra entre 5 y 10 años. Asimismo, considerando la velocidad de crecimiento de la Capirona (medio) (OSINFOR, 2018), se procede a tomar el valor promedio de 7.5 años.

ACTIVIDAD	INTERVALO DE TIEMPO (AÑOS)	CRECIMIENTO MEDIO (PROMEDIO)
Aprovechamiento maderable no autorizado	5-10	7

Elaboración: APOYO Consultoría

De esta forma, el cálculo del valor de la pérdida de servicios ecosistémicos es el siguiente:

$$VS = \sum_{t=0}^6 S/9,072 \times 0.1 \times (1 + 4\%)^{-t} \times 28.3\% = S/1,723$$

El valor de la pérdida de servicios ecosistémicos (VS) asciende a S/1,723.

Finalmente, el valor total del daño se obtiene de la suma de los tres componentes calculados. A continuación, se presenta la estimación del valor total del daño en el caso aplicado:

Caso aplicado para el cálculo del valor total del daño

Teniendo en cuenta los criterios metodológicos expuestos, se estima que el valor económico total del daño ambiental asciende a S/19,741. La siguiente tabla resume los montos obtenidos para cada componente del daño:

COMPONENTE DEL DAÑO	MONTO (S/)
Valor de extracción (VE)	16,819
Costo de restauración (CR)	824
Valor de la pérdida de servicios ecosistémicos (VS)	1,723
Total	19,366

CONSIDERACIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

De la presente propuesta metodológica para la valoración económica del daño ambiental para el delito de tala ilegal se desprenden las siguientes consideraciones a modo de resumen:

- El valor económico asociado al daño ambiental incluye tres componentes principales: (i) valor del recurso extraído (VE), (ii) costo de restauración (CR) y (iii) el valor de pérdida de servicios ecosistémicos (VS).
- El valor del recurso extraído (VE) corresponde al cálculo de la restitución del bien o recurso que se extrajo de manera ilegal o sin los permisos correspondientes a través de la tala ilegal.
- El costo de restauración (CR) considera el daño biofísico a los recursos y al ecosistema ocasionado por la actividad ilegal. La estimación de este valor depende de los costos de los insumos y actividades que permiten que el área afectada retorne a su estado de conservación previo. Este componente es parte de la indemnización de los daños y perjuicios; específicamente, corresponde al cálculo del daño emergente.
- El valor de pérdida de servicios ecosistémicos (VS) considera el daño social que ocasiona el delito al ecosistema mediante la alteración del medio natural. La estimación de este valor se calcula como la compensación necesaria para alcanzar un nivel similar de bienestar al que se disfrutaba antes del daño. Este componente es parte de la indemnización de los daños y perjuicios; específicamente, corresponde al cálculo del lucro cesante.

A partir de las principales consideraciones, es posible establecer recomendaciones para su implementación y seguimiento que se detallan a continuación.

En primer lugar, la metodología es una primera aproximación a la valoración del daño ambiental producido por el delito de tala ilegal. Por ello, se recomienda su aplicación como base para cuantificar el valor total del daño ambiental a partir de los componentes definidos (valor de extracción, costo de restauración y valor de pérdida de servicios ecosistémicos). Su aplicación a cada caso específico depende de la información disponible y requiere la incorporación de ajustes correspondientes.

En segundo lugar, es importante considerar que la información ambiental debe actualizarse de manera dinámica; por ello, es sumamente relevante promover un proceso continuo de investigación y capacitación en la materia de modo que contribuya a la mejora y actualización constante de los procesos de evaluación de daños ambientales. Asimismo, permite mejorar la capacidad nacional en términos de conocimiento, información y personal especializado.

La propuesta metodológica para estimar la valoración económica de cada componente del daño considera las posibles limitaciones en la disponibilidad de información y plantea la aplicación de fuentes secundarias y la técnica de transferencia de valores como posibles alternativas en dichos casos. No obstante, es importante contar con información actualizada, consistente, sistemática y confiable sobre los recursos ambientales, los servicios ecosistémicos que brindan y los requerimientos relacionados con la restauración de recursos afectados.

En esa línea, se resalta la importancia de la promoción y difusión del desarrollo de metodologías de valoración con recolección información a nivel nacional. Ello permite generar información científica y técnica que permita fortalecer el sustento de los resultados de la aplicación de las metodologías utilizadas para la valoración económica de daños ambientales en el contexto de los delitos ambientales. Específicamente, para la implementación de la metodología propuesta, se identifican los siguientes requerimientos en términos de información:

- Información consolidada y actualizada de precios de comercialización de los recursos extraídos ilegalmente en los principales mercados
- Información técnica sobre las actividades y costos de restauración de los recursos naturales afectados por los delitos ambientales
- Información del valor de los servicios ecosistémicos brindados por los ecosistemas de selva tropical en la Amazonía peruana

En tercer lugar, para lograr una mayor efectividad en la aplicación de la metodología propuesta y una mayor eficiencia en el uso de la información disponible, se recomienda el fortalecimiento de la coordinación institucional entre las diferentes entidades gubernamentales encargadas de la valoración económica de daños ambientales. Ello implica, por ejemplo, establecer mecanismos de intercambio de información relevante que pueda ser utilizada para la evaluación económica de daños ambientales.

Finalmente, se requiere la implementación de procesos de capacitación constantes e involucramiento del personal de las entidades encargadas del proceso de valoración de daños ambientales, ello permite el fortalecimiento de la aplicación de metodologías de valoración. Esta estrategia contribuye a consolidar y profesionalizar la evaluación económica de daños ambientales.

II. MINERÍA ILEGAL

Asimismo, para la aplicación de la propuesta metodológica, se considera las posibles limitaciones en la disponibilidad de información. Así, la aplicación de la propuesta metodológica requiere un listado de información mínima requerida de los casos de delitos. La **Error! Reference source not found.** resume esta información mínima necesaria por cada componente de la metodología.

Tabla N° XIX. Información mínima requerida en los casos de minería ilegal para la aplicación de la propuesta metodológica de valoración económica

COMPONENTE	INFORMACIÓN MÍNIMA REQUERIDA
Valor del recurso extraído (VE)	Minería ilegal aluvial: <ul style="list-style-type: none"> • Área impactada (m²) • Profundidad del pozo (m) • Ubicación (ecozona afectada) Minería ilegal de dragado: <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de operación (meses) • Potencia del motor (hp)
Costo de restauración (CR)	<ul style="list-style-type: none"> • Área impactada (m²) • Profundidad del pozo (m)
Valor de pérdida de servicios ecosistémicos (VS)	<ul style="list-style-type: none"> • Área impactada (m²) • Ubicación • Especies afectadas

}

Asimismo, se plantea considerar la siguiente ficha de recojo de información con el objetivo de incluir únicamente la información mínima e indispensable para lograr una correcta aplicación de la metodología en los casos de minería ilegal.

Tabla N° XX. Ficha de recojo de información para el delito de minería ilegal

FICHA DE RECOJO DE INFORMACIÓN DE MINERÍA ILEGAL	
INFORMACIÓN GENERAL	
Datos del daño ambiental	
Tipo de actividad	Seleccionar: <ul style="list-style-type: none"> • Minería aluvial • Minería de dragado
Fecha del daño	
Descripción del daño	
MINERÍA ILEGAL ALUVIAL	
Ubicación geográfica	
Región	
Provincia	
Distrito	

FICHA DE RECOJO DE INFORMACIÓN DE MINERÍA ILEGAL

Ubicación (coordenadas)

Tipo de bosque

Seleccionar:

- Asociaciones vegetales no boscosas
- Bosques de producción
- Bosques para el aprovechamiento futuro
- Áreas o zonas no permitidas para el desarrollo de la actividad minera

Área

Área afectada (m²)

Profundidad del pozo (m)

Recursos minerales

N°	Mineral	Cantidad (gr)

Recursos forestales

Ecozona afectada (obligatorio)

Completar con las especies forestales afectadas por la minería (opcional)

N°	Especie	# árboles

MINERÍA ILEGAL DE DRAGADO

Datos de la actividad

Tiempo de operación (meses)

Maquinaria utilizada

Potencia del motor (hp)

La aplicación más pertinente de la metodología requiere información primaria específica para cada caso investigado que se recoge a través de los informes de supervisión. La metodología propuesta se plantea considerando esta posibilidad; sin embargo, también se adapta a los casos en los que la disponibilidad de información es limitada. En estos últimos casos, se plantean alternativas de estimación utilizando fuentes de información secundaria oficiales.

La metodología propuesta es una primera aproximación a la valoración del daño ambiental. Se recomienda su aplicación como base para cuantificar el valor total del daño ambiental a partir de los componentes definidos (valor de extracción, costo de restauración y valor de pérdida de servicios ecosistémicos). Su aplicación a cada caso específico depende de la información disponible y requiere la incorporación de ajustes correspondientes. En los casos en los que no se cuente con información específica para

el Perú, se propone la aplicación de la metodología de transferencia de valores ajustada que se describe en el Anexo I.

En esa línea, a continuación, se detallan las fuentes de información necesarias para la valoración económica de cada componente del daño para el delito de minería ilegal. Adicionalmente, se desarrollan ejemplos –basados en casos reales del delito de minería ilegal– que permiten ilustrar la aplicación de la propuesta metodológica.

2.1. VALOR DEL RECURSO EXTRAÍDO (VE)

Como se describió anteriormente, el cálculo del VE requiere la cantidad (q_i) y el precio (p_i) de los recursos extraídos ilegalmente. De esta forma, la cuantificación del valor del recurso extraído (VE) se aproxima con la siguiente fórmula:

$$VE = \sum_{i=1}^R p_i q_i$$

p_i : precio unitario del recurso i (S/ / unidad)

q_i : cantidad extraída del recurso i (unidades)

R : recursos extraídos ilegalmente

En el caso de la minería, los recursos extraídos dependen del tipo de minería que se realiza (minería aluvial o de dragado). A continuación, se detalla el cálculo del valor de los recursos extraídos por la minería ilegal.

I. Recursos minerales extraídos

Para el cálculo del valor del recurso mineral extraído, se requiere conocer la siguiente información: (i) mineral extraído, (ii) precio del mineral extraído y (iii) cantidad extraída.

- **Mineral extraído:** El caso reporta, como mínimo, el tipo de mineral extraído de manera ilegal. En el caso del delito de minería ilegal en la Amazonía, la extracción ilegal de oro es la más predominante.
- **Precio unitario:** Se propone utilizar el precio de las cotizaciones internacionales diaria, mensual o anual reportado por el BCRP (US\$ por onza troy), según corresponda en función a la información disponible del caso. Por ello, la cantidad extraída se expresa en onza troy. La conversión de gramos a onzas troy puede calcularse con la siguiente fórmula:

$$Og (\text{onza troy}) = Og(\text{gramos})/31.103$$

- **Cantidad de mineral extraído:** Esta variable no suele reportarse en los informes de supervisión por lo que se necesita un método de aproximación a este valor. La aproximación a la cantidad extraída varía en función al tipo de minería que se realiza.

Por un lado, en la **minería ilegal aluvial**, se propone aplicar la siguiente fórmula para determinar la cantidad de oro extraído en gramos (gr) a partir de la extensión del área afectada y la profundidad del pozo (m):

$$Og (gr) = (A_m * Pf) * D * \frac{M}{S} * P * Pd$$

A continuación, la **Error! Reference source not found.** detalla las variables necesarias para el cálculo de la cantidad de mineral extraído a partir del área impactada y la profundidad del pozo:

Tabla XXI. Variables necesarias para el cálculo del valor del recurso extraído en el delito de minería ilegal aluvial

N°	VARIABLE		UNIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR APROX
1	A_m	Área impactada	m ²	Superficie dañada por la extracción del sedimento.	-
2	Pf	Profundidad del pozo	m	Profundidad del tajo estipulada. La profundidad depende del método de extracción.	-
3	D	Densidad de desechos y minerales	Tn/m ³	Se asume un conversor de volumen (m ³) a toneladas (Tn) (Andrade Lima et. al, 2007).	2.76 Tn/m ³
4	$\frac{M}{S}$	Proporción de mineral en el sedimento	ratio	El suelo removido se compone de dos partes: una no mineral y una mineral. De acuerdo con la literatura, la relación de sobrecarga entre ambas partes es de 7:1 por lo que el total de sedimento vendría a ser la suma de ambas (7+1=8) (Yanama Gold, (sf).	1/8
5	P	Pérdida por precariedad de procesos	%	Se asume que existe una precariedad de los procesos en la minería ilegal, lo cual implica una pérdida del oro recolectado (CSF Brasil, 2021).	50%
6	Pd	Productividad de oro en el sedimento	gr de oro/Tn	La productividad del pozo depende de su profundidad, de su contenido, del área afectada y de la locación. No obstante, la literatura considera 3 distintos parámetros: 0.19, 1.4 y 1.2. De manera conservadora se elige el valor mínimo.	0.19 gr/Tn

Fuente: CSF Brasil (2021).

Al reemplazar las variables con los parámetros aproximados según la literatura, la fórmula quedaría de la siguiente forma:

$$Og = (A_m * Pf) * 2.76 * \frac{1}{8} * 50\% * 0.19$$

$$Og = A_m * Pf * 0.03$$

De esta forma, dado los parámetros que propone Conservation Strategy Fund de Brasil (2021), la aplicación de la metodología requiere como mínimo el recojo de información sobre la extensión del área impactada y la profundidad del pozo.

Adicionalmente, se realizó un estudio de sensibilidad para evaluar la aplicabilidad de los parámetros considerados. En un primer escenario, se consideró una afectación de 70 m² con una profundidad de 3.5 m,⁴⁰ lo cual resulta en una aproximación de 8 gramos extraídos. Este caso estaría alineado a la extracción de mineral mínimo diario que se realiza en Madre de Dios en una operación artesanal.

De igual manera, en el segundo escenario, se consideró un área afectada de 130 m² con una profundidad de 3.5 m, lo cual se aproxima a 15 gr de oro extraído, monto máximo extraído diario en una operación artesanal en Madre de Dios. Es así como, si se considera una extracción mensual, el área afectada oscilaría entre 1,960 y 3,640 m², lo cual está alineado a la realidad de Madre de Dios según la consulta con expertos.

Tabla XXII. Sensibilidad del cálculo de oro para la minería ilegal aluvial

PARÁMETRO	ÁREA AFECTADA	PROFUNDIDAD	ORO EXTRAÍDO
Fuente	m ²	m	gr
Mínimo extraído en Madre de Dios	70	3.5	8
Máximo extraído en Madre de Dios	130	3.5	15
Extracción mensual con el mínimo de extracción	1,960	3.5	225
Extracción mensual con el máximo de extracción	3,640	3.5	418

⁴⁰ En las validaciones con expertos se mencionó que la profundidad de los pozos de la minería ilegal en Madre de Dios oscila entre 3 y 4 metros, por lo que se consideró el valor promedio de 3.5 m.

Ejemplo para hallar el valor del recurso mineral extraído – minería ilegal aluvial

De área impactada a cantidad de mineral extraído

Supongamos que, en un caso de daño ambiental ocasionado por minería ilegal, el infractor extrajo ilegalmente oro en la región Loreto. En este caso, no se cuenta con información sobre la cantidad extraída pero sí con información sobre el área afectada y la profundidad del pozo: 2,350 m² y 5 m, respectivamente. A partir de estos datos, la cantidad de mineral extraído se calcula con la siguiente fórmula:

$$Og = \frac{(A_m * Pf)}{5.8} * 0.19$$
$$Og = \frac{2,350 * 5}{5.8} * 0.19 = 385 \text{ gr}$$

De cantidad de mineral extraído a valor del recurso extraído

A partir de la cantidad extraída, es posible estimar el valor del recurso extraído. Para ello, se conoce que el infractor extrajo 385 gr de oro ilegalmente en la región de Loreto en el 2020. Asimismo, el precio de este mineral por onza troy fue de US\$1,769 o S/6,173.

Primero, se convierte la cantidad extraída de gramos a onza troy a partir de la siguiente fórmula:

$$Og (\text{onza troy}) = Og(\text{gramos})/31.103$$
$$Og (\text{onza troy}) = 385/31.103 = 12.38 \text{ ot}$$

Segundo, se calcula el valor del recurso mineral extraído multiplicando la cantidad extraída por el precio promedio del 2020, reportado por el BCRP.

$$VE = \sum_{i=1}^R p_i q_i$$
$$VE = 12.38 * 6,176 = S/76,473$$

Por otro lado, en la minería ilegal de dragado es posible aproximar la cantidad extraída a partir de información del tiempo de operación de la embarcación. Para ello, se hace uso de la siguiente fórmula:

$$Og(\text{gr}) = \frac{T * P_m * \delta}{D} * P_{SP} * P_{ST} * Pd * P$$

A continuación, se detallan las variables y supuestos necesarios para el cálculo del oro extraído.

Tabla XXIII. Variables necesarias para el cálculo del valor del recurso extraído en el delito de minería ilegal de dragado

N°	VARIABLE		UNIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR APROX
1	T	Tiempo de operación	meses	Superficie dañada por la extracción del sedimento.	-
2	P_m	Potencia del motor	hp	Potencia del motor de la bomba expresada en caballos de fuerza.	-
3	δ	Pluma de sedimento	Tn/(mes por hp)	Se considera un parámetro de pluma de sedimentación fijo igual a 38.82 (CSF – Brasil, 2021).	38.82
4	D	Densidad de desechos minerales	Tn/m ³	Se asume un conversor de volumen (m ³) a toneladas (Tn) (Andrade Lima et al., 2007; Klein, 2002).	2.76 Tn/m ³
5	P_{SP}	Factor de conversión de pluma de sedimento a sedimento total	ratio	De los sedimentos residuales, del 1% al 5% se asume que se transporta aguas abajo del río (sedimento de la pluma). De esta forma, se considera que el sedimento total es 20 veces el sedimento de la pluma (Gordon, 1974 y Bokuniewicz & Gordon, 1980).	20
6	P_{ST}	Factor de conversión de sedimento total a lodo	ratio	El lodo extraído por una draga está compuesto por parte sólida y líquida. En general, el 10% del lodo es sedimento. De esta forma, se considera que el lodo es 10 veces el sedimento total (Gordon, 1974 y Bokuniewicz & Gordon, 1980).	10
7	P_d	Productividad de oro en el lodo	gr de oro/m ³	Se asume una productividad media del oro de 0.0022 gr/m ³ contenida en cada m ³ de lodo (CSF – Brasil, 2021).	0.0022 gr/m ³
8	P	Pérdida por precariedad de procesos	%	Se asume que existe una precariedad de los procesos en la minería ilegal, lo cual implica una pérdida del oro recolectado (CSF Brasil, 2021).	50%

A partir de estos supuestos la fórmula quedaría de la siguiente forma:

$$Og(gr) = \frac{T * P_m}{2.76} * 38.82 * 20 * 10 * 0.0022 * 50\%$$

$$Og = T * P_m * 3.09$$

No obstante, la cantidad extraída del mineral debe expresarse en onza troy debido a la unidad del precio de cotización. Para ello la transformación de gramos a onza troy sería la siguiente:

$$Og (onza troy) = Og(gramos)/31.103$$

Al igual que el caso previo, se evaluó la sensibilidad de la aproximación para oro extraído según distintos parámetros de tiempo de operación y potencia del motor. Para los cinco escenarios analizados se consideró un horizonte temporal de un mes. Se observa que,

con una potencia de 40 hp, se extraen 4 gr de oro diario; mientras que, con 180 hp, 20 gr; y con 400 hp, 44 gr.

Tabla XXIV. Sensibilidad del cálculo de oro para la minería de dragado

PARÁMETRO	TIEMPO DE OPERACIÓN	POTENCIA DEL MOTOR	ORO EXTRAÍDO	
			gr (mensuales)	gr (diarios)
Fuente	Meses	hp		
Potencia del motor (Marina de Guerra del Perú)	1	40	124	4
Potencia del motor (Marina de Guerra del Perú)	1	60	186	7
Potencia del motor (Juicio experto)	1	180	557	20
Potencia del motor (Juicio experto)	1	200	619	22
Potencia del motor (Juicio experto)	1	400	1,238	44

A continuación, se desarrolla un caso aplicado del método propuesto para el cálculo del VE en el caso de la minería ilegal de dragado:

Ejemplo para hallar el valor del recurso extraído del mineral en el delito de minería ilegal de dragado

De tiempo de extracción a mineral extraído

Supongamos que, en un caso de daño ambiental ocasionado por minería ilegal de dragado, el infractor extrajo ilegalmente oro en la región Ucayali y provincia Pucallpa. En este caso, no se cuenta con información sobre la cantidad extraída pero sí con información sobre los meses de operación de la embarcación, que fueron 3 meses y la potencia del motor que fue de 180 hp. A partir de este dato se calcula la cantidad de mineral extraído con la siguiente fórmula:

$$Og = 3 * 180 * 3.09 = 1,671 \text{ gr}$$

Primero se transforma la cantidad de gramos a onza troy.

$$Og (\text{onza troy}) = \frac{1,671}{31.103} = 53.73 \text{ oz}$$

Para obtener el precio de las especies, se utilizó la información de la cotización promedio anual del oro del BCRP en 2020.

De esta forma, el valor del recurso extraído se obtuvo a partir de la multiplicación del precio y cantidad de la especie, con lo cual se calculó un VE de S/331,696.

NOMBRE DEL MINERAL	PESO (GR)	PESO (ONZA TROY)	VALOR UNITARIO 2020 (US\$/ ONZA TROY)	VALOR UNITARIO 2020 (S/ / ONZA TROY)	VALOR TOTAL (S/)
Oro	1,671	53.73	1,769	6,174	331,696

II. Recursos forestales afectados

Como se describió anteriormente, el cálculo del VE requiere la cantidad (q_i) y el precio (p_i) del recurso forestal extraído ilegalmente durante la actividad minera ilegal. No obstante, la información sobre la cantidad extraída de los recursos forestales no se

registra usualmente en el reporte del caso analizado. Por ello, se aproxima la cantidad de recursos forestales extraídos a partir del número de hectáreas afectadas.

- La extensión del área afectada es recogida en campo. A partir de esta variable, es posible aproximar el número de árboles afectados. De acuerdo con Arce (2006), los claros producidos por la caída de los árboles durante el aprovechamiento afectan la cobertura boscosa, en promedio, en 257 m² o 0.0257 ha por cada árbol cortado.⁴¹ Por lo que se puede inferir que el número de árboles afectados puede obtenerse al dividir la extensión del área afectada entre dicho factor de la siguiente forma:

$$\text{Árboles (unidades)} = \frac{A_m}{257 \text{ m}^2}$$

Seguidamente, la cantidad de árboles cortados es expresado en m³ para determinar el valor del recurso extraído a partir del precio promedio expresado en S/ por m³. El factor utilizado por la Procuraduría en la valorización de daños—sobre la base de lo estimado por Arce (2006)— es de 4.5 m³ por árbol como el rendimiento por árbol.

$$\text{Árboles (m}^3\text{)} = \text{Árboles (unidades)} \times 4.5 \text{ m}^3$$

A continuación, se presenta un ejemplo de la aplicación de la propuesta metodológica para aproximar la cantidad de árboles afectados por la minería aluvial.

Ejemplo para hallar la cantidad de árboles afectados en m³

Siguiendo el ejemplo anterior de minería ilegal aluvial, para extraer ilegalmente el mineral oro en la región de Iquitos, se afectó 500 m² de área. A partir de este valor, se puede determinar la cantidad de árboles afectados.

$$\text{Árboles (unidades)} = \frac{2,350 \text{ m}^2}{257 \text{ m}^2} = 9.14 \text{ árboles afectados}$$

No obstante, para hacer uso del precio, la cantidad de árboles extraído se expresa en m³ a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Árboles (m}^3\text{)} = 9.14 \text{ árboles} \times 4.5 \text{ m}^3 = 41.15 \text{ m}^3$$

De manera similar, se puede adaptar la formulación con parámetros que permitan aproximar la cantidad de los recursos no maderables extraídos ilegalmente a partir de la extensión del área afectada.

- El precio del recurso extraído se puede aproximar a partir del precio promedio de las categorías de especies maderables, el cual corresponde a S/15.8 por m³.

⁴¹ Arce (2006). Avances hacia un manejo forestal sostenible en concesiones con fines maderables: estudio de caso en el departamento de Ucayali, Amazonia Peruana.

Tabla N°XXV. VEN según categoría de la especie

CATEGORÍA	DENOMINACIÓN	VEN (S/ POR M ³ DE MADERA ROLLIZA)
A	Altamente valiosas	55
B	Valiosas	12
C	Intermedias	6
D	Potenciales	4
E	Otras especies	2
Promedio		15.8

Fuente: OSINFOR (2018).

Adicionalmente, se pueden utilizar las siguientes fuentes de información disponibles para obtener o aproximar el precio de los recursos forestales no maderables extraídos ilegalmente:

- **Precios de mercado del lugar de afectación:** los precios de mercado del lugar de afectación pueden provenir de informes de supervisión del OSINFOR, informes de cálculo de multa del OSINFOR, así como de reportes oficiales de los gobiernos regionales en el lugar de afectación.
- **Precios estimados por entidades oficiales:** se puede considerar información del “Anuario de Precios de Productos Forestales Maderables y No Maderables” del SERFOR. Para utilizar estos precios se identifica la región y provincia donde se registró el delito y la especie y/o producto analizado.

Cabe mencionar que cuando el año del delito es distinto al año del registro del precio seleccionado de cualquiera de las tres fuentes de información, se realiza un ajuste por inflación a partir del Índice de precios al consumidor (IPC). Para hallar el precio del recurso en el año del delito, se necesita del precio del recurso en el año disponible más reciente (P_j), el IPC del ese año (IPC_j) y el IPC del año en el que se realizó el daño (IPC_i). A partir de ello, se aplicará la siguiente fórmula:

$$P_i = P_j \times \frac{IPC_i}{IPC_j}$$

A continuación, se presenta un ejemplo que la aplicación del precio según los criterios previamente mencionados.

Ejemplo para hallar el valor del recurso forestal extraído
<p>Siguiendo el ejemplo anterior de minería aluvial, la extracción ilegal del mineral oro en la región de Loreto implicó la deforestación de 41.13 m³ de árboles. A partir de este valor, se puede determinar el valor del recurso extraído.</p> $VE = 41.13 \times 16.42 = S/676$ <p>Nota: Precios actualizados al año del delito.</p>

A partir del cálculo del valor extraído de los recursos minerales y forestales, se obtiene el valor del recurso extraído en el delito de minería ilegal.

Ejemplo para hallar el valor del recurso extraído en el delito de minería ilegal
<p>Luego de estimar el valor de extracción de los recursos naturales y forestales, se obtiene que el valor del recurso extraído total de la minería aluvial ilegal asciende a S/77 mil.</p> $VE_{MA} = S/76,473 + S/676 = S/77,149$

2.2. COSTO DE RESTAURACIÓN (CR)

En el caso la minería ilegal, la restauración del daño se puede realizar en el suelo y en el cauce del río (Conservation Strategy Fund, 2021).⁴²

Respecto a la **restauración del suelo**, se considera consideran dos procesos:

- Relleno de tierra en los pozos,⁴³ y
- Reforestación

Por otro lado, en el **cauce del río**, se considera un proceso:

- Enderezamiento o dragado del cauce del río

Así, el cálculo de la restauración por minería se resume de la siguiente manera:

$$CR_{MA} = CR_{suelo} + CR_{río}$$
$$CR_{MA} = (Cat + Cre) + Ce$$

CR_{MA} : Costo de restauración de la minería
 CR_{suelo} : Costo de restauración del suelo afectado por la minería

⁴² A la fecha del presente estudio, no se ha encontrado literatura que permita estimar y sustentar los costos de restauración dentro del río para la minería de dragado para el caso peruano. Sin embargo, se tiene a disposición el documento de síntesis científica realizado por el CINCIA sobre los impactos ambientales previstos de la minería de oro en cuerpos de agua de la Amazonía peruana (CINCIA, 2021).

⁴³ En el Perú no se tiene evidencia de la contaminación de suelos por mercurio; por ello, no se consideran los costos de biorremediación o fitorremediación. Sin embargo, se presentarse el caso, se podrían considerar el costo de estas técnicas (Mosquera, Chavez, Pachas, & Moschella, 2009).

- $CR_{río}$: Costo de restauración del cauce del río afectado por la minería
 Cat : Costo del relleno de tierra en los pozos
 Cre : Costo de reforestación
 Ce : Costo de enderezamiento del cauce del río

Se sugiere utilizar como referencia el costo de restauración por hectárea de un proyecto de inversión pública de restauración próximo al área de afectación. Los costos de restauración varían en función de las condiciones geográficas, accesibilidad, costo mano de obra, entre otros factores. Por ello, se sugiere tomar en cuenta los proyectos de inversión pública próximos al área de afectación como fuente de información para determinar los costos de restauración.

Sin embargo, en caso de no contar con información sobre proyectos de inversión de restauración de áreas afectadas por minería ilegal, se puede recurrir a los datos de fuentes oficiales y fuentes secundarias como las que se describen a continuación.

I. Restauración del suelo

La extracción del mineral conlleva la generación de pozos los cuales deben ser rellenados para su restauración. Por ello, el primer proceso a seguir consiste en el **relleno de tierra en los pozos**. La estabilización del suelo se realiza mediante el relleno de los pozos con suelo normal en la capa más profunda y con suelo fértil en la capa superficial (CID PUCESE-PRAS, 2011).

Dado ambos tipos de suelo, el costo del relleno sanitario se obtiene con la siguiente fórmula:

$$Cat = (A_m \times Pf \times Psf) \times Cmtf + (A_m \times Pf \times Psn) \times Clt$$

A continuación, se detallan las variables necesarias para el cálculo de los costos para el relleno de tierra en los pozos de la minería ilegal aluvial.

Tabla XXVI. Variables necesarias para el cálculo del costo del relleno de tierra en los pozos

N	VARIABLE		UNIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR APROX.
1	A_m	Área impactada	m ²	Superficie dañada por la extracción del sedimento.	-
2	P_f	Profundidad del pozo	M	La profundidad varía de acuerdo con los casos.	-
3	P_{sf}	Proporción del área que pertenece a la capa superficial del suelo fértil	%	Como aproximación a la distribución de los tipos de suelo en el relleno de las fosas, el suelo fértil abarcaría el 40% de la fosa (Conservation Strategy Fund, 2021).	40%
4	P_{sn}	Proporción del área que pertenece al suelo normal	%	Como aproximación a la distribución de los tipos de suelo en el relleno de las fosas, el suelo normal abarcaría el 60% de la fosa (Conservation Strategy Fund, 2021).	60%
5	C_{mtf}	Costo por mover un m ³ de tierra fértil	S/ por m ³	Como aproximación a los costos por el movimiento de tierras fértiles, se considera un valor de S/6 (transferencia de valor) (Tonietto & Silva, 2011). ^{44,45}	S/6 por m ³
6	C_{lt}	Costo local en la Amazonia por servicios de movimientos de tierras	S/ por m ³	Como aproximación a los costos por el movimiento de tierras, se considera un valor de S/0.5 (transferencia de valor) (Policía Federal, 2014; Policía Federal, 2018). ^{46,47}	S/0.5 por m ³

Nota: Los precios presentados en la tabla corresponde a la metodología planteada por el CSF en Brasil y son referenciales. Estos precios deben actualizarse con información específica para el caso peruano.

Fuente: Conservation Strategy Fund.

De esta manera, considerando los parámetros estimados, la fórmula que se utilizaría en cada caso solo dependería del área impactada y la profundidad del pozo:

$$Cat = A \times P_f \times (40\% \times S/6 + 60\% \times S/0.5)$$

$$Cat = A \times P_f \times S/2.7$$

El relleno de la tierra en pozos tiene además costos logísticos que se añaden a la cuantificación. Estos costos incluyen: (i) el precio de flete de una maquinaria hasta la ubicación (ida y vuelta), para ello CSF (2021) considera el costo de transporte de una retroexcavadora, el precio del combustible y el pago al conductor; y (ii) el número de maquinarias necesarias para la operación. En el caso peruano se podría incluir el costo logístico; sin embargo, es necesario contar con información primaria o secundaria de estudios que estimen estos costos para la selva amazónica peruana.

A su vez, los costos de **reforestación** consisten en los costos que conlleva recuperar áreas cuya cobertura boscosa ha sido afectada por la minería ilegal. Para el caso

⁴⁴ Este valor se debe ajustar al caso peruano en cuanto se cuente con información local o investigaciones que lo estimen de manera más específica.

⁴⁵ Se utiliza la metodología de transferencia de valores ajustada que se describe en el Anexo I.

⁴⁶ Este valor se debe ajustar al caso peruano en cuanto se cuente con información local o investigaciones que lo estimen de manera más específica.

⁴⁷ Se utiliza la metodología de transferencia de valores ajustada que se describe en el Anexo I.

peruano, OSINFOR presenta –en su directiva para la compensación del pago de multas mediante el mecanismo de recuperación de áreas degradadas⁴⁸– una estimación de los costos de restauración por hectárea de áreas degradadas por minería. Además, establece un periodo de cinco años como periodo de compromiso para la aplicación de las medidas de restauración (OSINFOR, 2018).⁴⁹ De esta forma, su estimación se considera la siguiente fórmula:

$$CR = \sum_{t=0}^T R_i \times A_m \times (1 + r)^{-t}$$

A continuación, se detallan las variables necesarias para el cálculo de los costos de reforestación en el caso de la minería ilegal aluvial.

Tabla XXVI. Variables necesarias para el cálculo del costo de reforestación

N.º	VARIABLE	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR APROX.	
1	R_i	Costo anual de reforestación por minería	S/ por ha	Los costos de reforestación se obtienen de OSINFOR y ascienden a S/2,584 por ha (OSINFOR, 2018).	S/2,584
2	A_m	Área impactada en ha	ha	Superficie dañada por la extracción del sedimento.	-
3	r	Tasa de descuento para actualizar valores en el tiempo	%	Se propone utilizar la tasa social de descuento para proyectos de inversión pública ambientales estimada por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF, 2011). ⁵⁰	4%
4	t	Tiempo	año	Año para el cual se estima el costo de reforestación.	-
5	T	Tiempo total de implementación de la reforestación	años	Años que demora implementar toda la estrategia de reforestación. Se pueden utilizar valores referenciales propuestos por OSINFOR (2018).	5

$$Cat = 2,350 \times 5 \times S/2.7 = S/31,451 \quad CR = \sum_{t=0}^4 S/2,584 \times 0.235 \times (1 + 4\%)^{-t} = S/2,922$$

Ejemplo para el cálculo de la restauración del suelo

Siguiendo el ejemplo del componente de valor del recurso extraído (VE) para la minería ilegal aluvial, el infractor extrajo 385 gr de oro en un área de 2,350 m², con profundidad de 5 m. Para obtener el costo de restauración del suelo, del primer año, debe considerarse los dos componentes explicados en esta subsección:

1. Relleno de tierra en pozos:

$$Cat = 2,350 \times 5 \times S/2.7 = S/31,451$$

2. Costo de reforestación:

⁴⁸ Directiva N° 018-2016-OSINFOR/05.2, "Directiva para la compensación del pago de multas mediante el mecanismo de recuperación de áreas degradadas", aprobada por la Resolución Presidencial N° 129-2016- OSINFOR y modificada por la Resolución Presidencial N°073-2018-OSINFOR

⁴⁹ OSINFOR considera dentro de estos costos: la georreferenciación y señalización de las unidades y modelos a restaurar, instalación de vivero y producción de plántones, apertura de hoyos, establecimiento de la plantación, recalce, presentación de carta de comunicado instalación de plantación, poda, limpieza, deshierbo, vigilancia y control, capacitación, presentación del informe de ejecución anual y la inspección de verificación.

⁵⁰ Tasa social de descuento que se utiliza para proyectos ambientales de servicios ambientales de reducción o mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (MEF, 2011).

Ejemplo para el cálculo de la restauración del suelo
$CR = \sum_{t=0}^4 S/2,584 \times 0.235 \times (1 + 4\%)^{-t} = S/2,922$
El costo total de la restauración del suelo es de S/34,373.

II. Restauración del cauce del río

Por último, el **enderezamiento** del cauce del río consiste en restaurar el daño causado por los sedimentos depositados en el río y la turbidez en el agua generada al momento de la extracción del mineral (Conservation Strategy Fund, 2021). Para calcular el costo estimado, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Ce = A_m \times Pf \times R \times P_s$$

A continuación, se detallan las variables necesarias para el cálculo de los costos por el enderezamiento del cauce del río en la minería aluvial.

Tabla XXVII. Variables necesarias para el cálculo del costo del enderezamiento del cauce del río

N.º	VARIABLE	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR APROX.	
1	A_m	Área impactada	m ²	Superficie dañada por la extracción del sedimento.	-
2	Pf	Profundidad del pozo	m	La profundidad varía de acuerdo con los casos.	-
3	R	Proporción de los sedimentos que se envían al río	%	Se supone que el 15% de todos los sedimentos alterados se enviarán a los ríos (Costa, 2016).	15%
4	P_s	Costo de la succión	S/ por m ³	Una draga de succión entre 8" y 12" tiene un costo promedio de S/13 por m ³ (transferencia de valor) (Costa, 2016). ⁵¹	S/13 por m ³

Nota: Los precios presentados en el cuadro pertenecen a Brasil y son referenciales. Estos precios deben actualizarse con información específica para el caso peruano.

Fuente: Conservation Strategy Fund. Elaboración: APOYO Consultoría

Ejemplo para el cálculo de la restauración del cauce de río
<p>Siguiendo el ejemplo del componente de valor del recurso extraído (VE), el infractor extrajo 385 gr de oro en un área de 2,350 m², con profundidad de 5 m. Para obtener el costo de restauración del cauce del río, se considera el costo del enderezamiento:</p> <p>1. Enderezamiento o dragado:</p> $Ce = 2,350 \times 5 \times 15\% \times S/13 = S/23,621$ <p>}</p>

⁵¹ Se utiliza la metodología de transferencia de valores ajustada que se describe en el Anexo I.

Finalmente, el costo de restauración total se consolida en el siguiente ejemplo.

Ejemplo para el cálculo del costo de restauración de la minería aluvial

Luego de estimar los costos de restauración del suelo y del cauce del río, se obtiene que el costo total para la restauración de la minería ilegal asciende a S/57,994.

$$CR_{MA} = 34,373 + 23,621 = S/57,994$$

2.3. VALOR DE LA PÉRDIDA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS (VS)

El valor de la pérdida de servicios ecosistémicos captura el daño social asociado a la alteración del medio natural ocasionado por el delito. En el caso de la minería aluvial, el delito se realiza en los bosques; por ello, su estimación requiere cuantificar el valor de los servicios ecosistémicos del bosque que se deja de percibir a causa del daño. En esa línea, la propuesta metodológica plantea valorar la pérdida de servicios ecosistémicos mediante el valor económico total (VET) que brinda el ecosistema. El enfoque del VET incorpora el valor económico de los servicios ecosistémicos de provisión, regulación, cultural y soporte.

Para su cálculo, se valora la pérdida de los servicios ecosistémicos del área afectada como consecuencia del daño ambiental del delito analizado. Para ello, se sigue los lineamientos y pautas establecidas en la Guía de Valoración Económica del Patrimonio Natural del MINAM (2016) y los Lineamientos para la Valoración Económica de la Diversidad Forestal y Fauna Silvestre del MINAM (2021). Ello involucra (i) la identificación del ámbito en el que se desarrolló el daño, (ii) la identificación de los bienes y servicios afectados, (iii) la identificación y caracterización de los actores involucrados, (iv) el análisis y priorización de los servicios ecosistémicos a ser valorados y, (v) la elección y aplicación de los métodos de valoración.

No obstante, cabe precisar que uno de los principales inconvenientes para determinar el VET de los ecosistemas radica en que la mayor parte de los servicios ecosistémicos carecen de mercados establecidos, y por lo tanto carecen de un valor de mercado. Asimismo, la elección y aplicación de un método de valoración considera las dificultades reportadas en el recojo de información de campo y los limitados recursos (monetarios y de tiempo) de las entidades encargadas de la valorización de daños.⁵²

Ante ello, se propone utilizar la metodología de transferencia de valores para el cálculo del VET.⁵³ De esta forma, la cuantificación del valor de la pérdida de servicios ecosistémicos (VS) se puede aproximar a partir de la siguiente fórmula:

$$VS = \sum_{t=0}^T VET_t \times A_{total} \times (1 + r)^{-t} \times IGD$$

VET_t : valor económico total ofrecido por el ecosistema afectado

A_{total} : área total afectada por el delito (ha)

r : tasa de descuento para actualizar valores en el tiempo (%)

⁵² “Cuando se tiene restricciones financieras y limitaciones de tiempo para llevar a cabo una valoración económica, una alternativa viable es considerar el enfoque de transferencia de beneficios.” [p.39 – Guía de Valoración Económica del Patrimonio Natural del MINAM (2016)]

⁵³ Se utiliza la metodología de transferencia de valores ajustada que se describe en el Anexo I.

- t*: tiempo (años)
IGD: índice de gravedad del daño (ponderador)
T: tiempo total de recuperación de los servicios ecosistémicos (años)

El OEFA ha realizado un importante esfuerzo de sistematización de literatura para la identificación de la valoración de los servicios ecosistémicos (US\$ por hectárea) en entornos similares a aquellos definidos según el Mapa Nacional de Ecosistemas del MINAM que puede tomarse de manera referencial.⁵⁴ En línea con ello, para la aplicación de la transferencia de valores resulta necesario considerar factores de ajuste por tipo de cambio e inflación, según corresponda (Labandeira et al., 2007) mediante la siguiente fórmula:⁵⁵

$$VET_{it} = VET_{i2019} \times Tc_{2019} \times \frac{IPC_t}{IPC_{2019}}$$

VET_{it}: valor económico total del ecosistema *i* en el periodo del daño (*t*)

Tc₂₀₁₉: tipo de cambio del año 2019

IPC_t: índice de precios al consumidor en el periodo del daño (*t*)

IPC₂₀₁₉: índice de precios al consumidor en el año 2019

Si bien el VET estimado a través de la transferencia de valores del OEFA para algunos ecosistemas no captura el valor total de todos los servicios ecosistémicos, la sistematización de literatura representa un esfuerzo importante para estimar el VET de cada ecosistema en función a la información disponible. Es importante mencionar que los valores mostrados son referenciales, y lo recomendable es utilizar informes, estudios, tesis u otros documentos de valorización económica ambiental publicados por entidades oficiales para cada caso particular.

Como se describió anteriormente, la técnica de transferencia de valores representa una alternativa ante las limitaciones de información primaria; por ello, es importante que la información considerada en la sistematización del VET de cada ecosistema se actualice de forma permanente. Asimismo, se recomienda analizar las fuentes originales utilizadas para el cálculo del VET y validar que las características socioeconómicas del caso analizado sean similares para aplicar la técnica de transferencia de valores.

En la siguiente tabla, se presentan los valores obtenidos para los ecosistemas de selva tropical y los ríos; se destaca que la información utilizada para su elaboración es de carácter público y se encuentra detallada en las fuentes y la bibliografía correspondiente.

⁵⁴ Resolución Ministerial N° 440-2018-MINAM.

⁵⁵ Los datos que se consideran para los factores de ajuste pueden ser obtenidos de la base de datos del BCRP (tipo de cambio) y el INEI (índice de precios al consumidor). Asimismo, no se incluye el PBI per cápita como variable de ajuste porque los estudios de los cuales se obtienen los VET fueron realizados en Perú.

Tabla N XXIX. VET de los ecosistemas de la selva tropical

ECOSISTEMAS	VET (US\$ / ha / año)	SERVICIOS DE REGULACIÓN (US\$)	SERVICIOS DE SOPORTE (US\$)	SERVICIOS CULTURALES (US\$)	ESTUDIOS DE SUSTENTO
Pantano herbáceo-arbustivo	1,516.51	1,507.68	-	8.83	(A)
Sabana húmeda con palmeras	2,643.93	-	-	-	(B)
Pantano de palmeras	2,643.93	-	-	-	(B)
Bosque aluvial inundable	979.94	974.23	-	5.71	(A)
Bosque aluvial inundable de agua negra (igapó)	979.94	974.23	-	5.71	(A)
Bosque de terraza no inundable	2,643.93	-	-	-	(B)
Varillal	270.68	269.24	-	1.45	(A)
Bosque de colina baja	2,643.93	-	-	-	(B)
Bosque de colina alta	2,643.93	-	-	-	(B)
Bosque de colina de sierra del divisor	2,643.93	-	-	-	(B)
Bosque estacionalmente seco oriental	2,643.93	-	-	-	(B)
Lago y laguna	2,443.84	432.94	-	1,754.74	(C)
Río	252.41	250.34	-	2.07	(D)

(A) SASE Consultores (2010) Informe final de consultoría: Elaboración del estudio piloto de la economía de los ecosistemas y la biodiversidad de San Martín. (B) Orihuela, C. (2009) Incorporando los servicios ambientales para el análisis costo beneficio: una aplicación al bosque tropical. (C) Um, Erika (2003). "Valoración económica ambiental de la laguna Llanganuco como una herramienta para la conservación del área natural protegida". Instituto Nacional de Recurso Naturales. (D) Gómez & Guerrero (2015). "Valoración económica de bienes públicos: estudio de caso del río Lerma, La Piedad, Michoacán". Región y Sociedad, 27. P.97 – 126.

Nota: No se considera el servicio de provisión con la finalidad de evitar una doble contabilidad con el Valor del recurso extraído (VE). Valores actualizados al 2019.

Fuente: OEFA en base a las fuentes bibliográficas indicadas.

Es importante considerar que hay casos que podrían no contar con información de la ubicación exacta (coordenadas geográficas) del delito. En estos casos, no es posible geolocalizar la ubicación del área afectada y, en consecuencia, no se puede identificar el ecosistema afectado en el Mapa de Ecosistemas para obtener el VET. Ante ello, surge la necesidad de establecer algunos lineamientos para seleccionar el ecosistema afectado a partir de la información disponible sobre la ubicación del delito.

En estos casos, es posible aproximar el ecosistema afectado a partir de la información de la región, provincia o distrito del delito. De esta forma, se propone considerar que el ecosistema dañado es aquel que tiene la mayor presencia en la región, provincia o distrito del delito; dependiendo del detalle de la información disponible del caso.⁵⁶

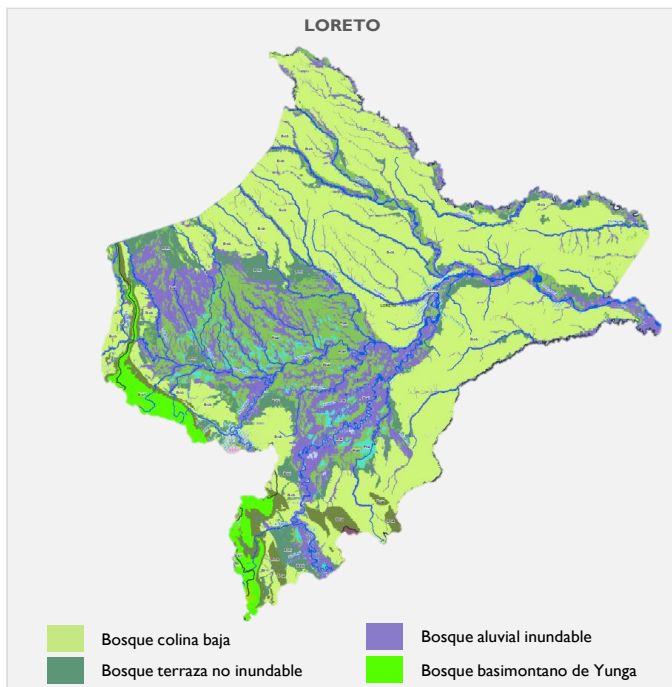
Asimismo, en caso de que el daño ambiental afecte a más de un ecosistema, se delimita el área afectada (ha.) en cada ecosistema y a partir de ello, aplicar el VET correspondiente a cada área según el ecosistema que le corresponda. En caso de que ello no sea posible, se propone considerar el ecosistema con mayor presencia dentro del área afectada.

Por último, en los casos en los que la minería ilegal afecte a recursos hídricos, se considera que el VET total corresponde a la suma del VET del ecosistema del bosque selvático más el VET de río o laguna. De esta manera se valorizan tanto los servicios ecosistémicos que brinda el bosque como los servicios ecosistémicos de los recursos hídricos afectados.

Ejemplos para el cálculo del VET cuando no se cuenta con la ubicación exacta

Información de la región

Supongamos que, en el caso hipotético, la información es muy limitada y solo se sabe que el delito ocurrió en la región de Loreto. Por ello, para aproximar el ecosistema dañado, se asumirá que el delito se realizó en el ecosistema de bosque colina baja dado que tiene una mayor participación dentro de la región Loreto.



Fuente: Mapa Nacional de Ecosistemas del MINAM.

Por otro lado, la estimación de la pérdida de servicios ecosistémicos requiere identificar el tiempo (T) de recuperación de los servicios ecosistémicos. Para ello, los intervalos del tiempo

⁵⁶ Se prioriza la información más específica para la selección del ecosistema predominante: distrito, seguido de la provincia y luego la región.

de recuperación se definen en función a la actividad que ocasionó el daño. Ello debido a que el tipo de actividad tiene una incidencia directa en la gravedad del daño y, por lo tanto, en el tiempo de recuperación (OSINFOR, 2019).^{57 58}

Para el caso de minería, la evaluación del tiempo de recuperación se realiza en cada caso particular en función a la información secundaria disponible y la de otras fuentes oficiales que permitan sustentar el tiempo estimado. De manera referencial se considera un tiempo mayor a 20 años, el cual, si bien no responde al tiempo en el que el bosque alcanza su maduración completa, considera el tiempo necesario para empezar a recibir algunos de los beneficios de los servicios ecosistémicos.⁵⁹

A continuación, la **Error! Reference source not found.** presenta los criterios de selección para identificar el tiempo de recuperación del daño para el delito de minería ilegal.

Tabla N° XXX. Cálculo del tiempo de recuperación

ACTIVIDAD	INTERVALO DE TIEMPO (AÑOS)
Minería ilegal	+20 años

Con respecto a la tasa de descuento que se utiliza para actualizar los valores en el tiempo, al igual que en el costo de restauración (CR), se propone utilizar la tasa social de descuento para proyectos de inversión pública ambientales estimada por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF, 2011). Esta tasa de descuento asciende a 4% (MEF, 2011).⁶⁰

A continuación, se desarrolla un caso aplicado del método propuesto para el cálculo del VS:

Caso aplicado para el cálculo del valor de la pérdida de servicios ecosistémicos

Continuando con el caso de minería ilegal aluvial en la región Loreto en el año 2020, para estimar el VET, se debe identificar el ecosistema en el que se encuentra el área afectada. El caso solo brinda la información de la región, por lo que se infiere que el ecosistema afectado es el de bosque colina baja dado que tiene una mayor participación dentro de la región Loreto.

De acuerdo con los datos consolidados de estudios sobre el VET en ecosistemas de selva tropical, el VET estimado para el ecosistema de bosque colina baja es de US\$2,643.93 anuales por hectárea en el 2019. Asimismo, debido a que el delito se cometió en el 2020, el monto del VET se actualizó a partir de un factor de ajuste por tipo de cambio (2019) e inflación (IPC_{2020}/IPC_{2019}) de la siguiente forma:

$$VET = US\$2,643.93 \times 3.34 \times 1.02 = S/9,005 \text{ ha / año}$$

Por otro lado, se evaluó el índice de gravedad del daño. En cuanto al grado de amenaza de la especie afectada, se identificó que las especie no eran amenazadas. Con respecto a la ubicación, se determinó que se trataba de una asociación vegetal no boscosa. Por otro lado, el grado de afectación es alto al tratarse de una actividad de minería ilegal aluvial.

⁵⁷ “Criterios para estimar la gravedad del daño ‘por la comisión de infracciones en materia forestal’ – OSINFOR (2019). El aprovechamiento maderable no autorizado es la actividad con un menor grado de afectación; mientras que, la minería es la actividad que tiene el mayor grado de afectación.

⁵⁸ Se reconoce que el tiempo de recuperación del daño puede tardar más años; sin embargo, se espera que los rangos definidos consideren el tiempo mínimo para recuperar parte de los servicios ecosistémicos brindados por los bosques antes de la afectación bajo el supuesto de implementación de medidas de restauración.

⁵⁹ Se considera el intervalo de tiempo en función a lo acordado en las reuniones con los especialistas de minería que se entrevistaron en el desarrollo de la metodología.

⁶⁰ Tasa social de descuento que se utiliza para proyectos ambientales de servicios ambientales de reducción o mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (MEF, 2011).

Caso aplicado para el cálculo del valor de la pérdida de servicios ecosistémicos

Además, en cuanto a la extensión afectada, se consideró una extensión baja 2,350 m² (0.235 ha), equivalente al 3.5% del área máxima que considera OSINFOR para la actividad de minería.⁶¹

Con ello, el IGD cuenta con cuatro dimensiones de análisis. En el siguiente cuadro, se detallan los valores considerados para el cálculo del IGD en el caso analizado.

DIMENSIONES	VALOR DE EVALUACIÓN	(A) VALOR ESTANDARIZADO	(B) PONDERACIÓN DEL CRITERIO	(A) X (B) VALOR PONDERADO
Grado de afectación (G)	3	100	40%	40
Extensión (E)	1	25	20%	5
Grado de amenaza (A)	1	25	20%	5
Ubicación (U)	1	25	20%	5
Total	-	-	-	55

Por último, para estimar el número de periodos en los que persiste el daño ambiental hasta que se recuperen los servicios ecosistémicos es necesario considerar la actividad de afectación del ecosistema y la velocidad de crecimiento de la especie afectada. Al ser minería ilegal la actividad que ocasiona el daño, el tiempo recuperación es mayor a 20 años. Asimismo, considerando la velocidad de crecimiento de las especies afectadas se procede a tomar el valor mínimo de 20 años.

ACTIVIDAD	INTERVALO DE TIEMPO (AÑOS)
Minería ilegal	+20

De esta forma, el cálculo del valor de la pérdida de servicios ecosistémicos es el siguiente:

$$VS = \sum_{t=0}^{19} S/9,005 \times 0.235 \times (1 + 4\%)^{-t} \times 55\% = S/16,450$$

El valor de la pérdida de servicios ecosistémicos (VS) asciende a S/16,450.

Finalmente, el valor total del daño se obtiene de la suma de los tres componentes calculados. A continuación, se presenta la estimación del valor total del daño en el caso aplicado:

Caso aplicado para el cálculo del valor total del daño

Teniendo en cuenta los criterios metodológicos expuestos, se estima que el valor económico total del daño ambiental para el caso de minería asciende a S/151,593. La siguiente tabla resume los montos obtenidos para cada componente del daño:

COMPONENTE DEL DAÑO	MONTO (S/)
Valor de extracción (VE)	77,149
Costo de restauración (CR)	57,994
Valor de la pérdida de servicios ecosistémicos (VS)	16,450
Total	151,593

⁶¹ Para la minería, OSINFOR considera que el área máxima de afectación es de 6.67 ha. Fuente: OSINFOR (2019)

CONSIDERACIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

De la presente propuesta metodológica para la valoración económica del daño ambiental para el delito de minería ilegal se desprenden las siguientes consideraciones a modo de resumen:

- El valor económico asociado al daño ambiental incluye tres componentes principales: (i) valor del recurso extraído (VE), (ii) costo de restauración (CR) y (iii) el valor de pérdida de servicios ecosistémicos (VS).
- El valor del recurso extraído (VE) corresponde al cálculo de la restitución del bien o recurso medioambiental que se extrajo de manera ilegal o sin los permisos correspondientes a través de la minería ilegal.
- El costo de restauración (CR) considera el daño biofísico a los recursos y al ecosistema ocasionado por la actividad ilegal. La estimación de este valor depende de los costos de los insumos que permitirán que el área afectada retorne a su estado de conservación previo. Este componente es parte de la indemnización de los daños y perjuicios; específicamente, corresponde al cálculo del daño emergente.
- El valor de pérdida de servicios ecosistémicos (VS) considera el daño social que ocasiona el delito al ecosistema mediante la alteración del medio natural. La estimación de este valor se calcula como la compensación necesaria para alcanzar un nivel similar de bienestar al que se disfrutaba antes del daño. Este componente es parte de la indemnización de los daños y perjuicios; específicamente, corresponde al cálculo del lucro cesante.

A partir de las principales consideraciones finales de la propuesta metodológica planteada para la valoración económica del daño ambiental, es posible establecer recomendaciones para su implementación y seguimiento que se detallan a continuación.

En primer lugar, la metodología propuesta es una primera aproximación a la valoración del daño ambiental producido por el delito de minería ilegal. Por ello, se recomienda su aplicación como base para cuantificar el valor total del daño ambiental a partir de los componentes definidos (valor de extracción, costo de restauración y valor de pérdida de servicios ecosistémicos). Su aplicación a cada caso específico depende de la información disponible y requiere la incorporación de ajustes correspondientes.

En segundo lugar, es importante considerar que la información medioambiental se actualiza de manera dinámica; por ello, es sumamente relevante promover un proceso continuo de investigación y capacitación en la materia de modo que contribuya a la mejora y actualización constante de los procesos de evaluación de daños ambientales. Asimismo, permite mejorar la capacidad nacional en términos de conocimiento, información y personal especializado.

La propuesta metodológica para estimar la valoración económica de cada componente del daño considera las posibles limitaciones en la disponibilidad de información y plantea la aplicación de fuentes secundarias y la técnica de transferencia de valores como posibles

alternativas en dichos casos. No obstante, es importante contar con información actualizada, consistente, sistemática y confiable sobre los recursos ambientales, los servicios ecosistémicos que brindan y los requerimientos relacionados con la restauración de recursos afectados.

En esa línea, se resalta la importancia de la promoción y difusión del desarrollo de metodologías de valoración con recolección información a nivel nacional. Ello permite generar información científica y técnica que permita fortalecer el sustento de los resultados de la aplicación de las metodologías utilizadas para la valoración económica de daños ambientales en el contexto de los delitos ambientales. Específicamente, para la implementación de la metodología propuesta, se identifican los siguientes requerimientos en términos de información:

- Información consolidada y actualizada de precios de comercialización de los recursos extraídos ilegalmente en los principales mercados
- Información técnica sobre las actividades y costos de restauración de los recursos naturales afectados por los delitos ambientales
- Información del valor de los servicios ecosistémicos brindados por los ecosistemas de selva tropical en la Amazonía peruana

En tercer lugar, para lograr una mayor efectividad en la aplicación de la metodología propuesta y una mayor eficiencia en el uso de la información disponible, se recomienda el fortalecimiento de la coordinación institucional entre las diferentes entidades gubernamentales encargadas de la valoración económica de daños ambientales. Ello implica, por ejemplo, establecer mecanismos de intercambio de información relevante que pueda ser utilizada para la evaluación económica de daños ambientales.

Finalmente, se requiere la implementación de procesos de capacitación constantes e involucramiento del personal de las entidades encargadas del proceso de valoración de daños ambientales, ello permite el fortalecimiento de la aplicación de metodologías de valoración. Esta estrategia contribuye a consolidar y profesionalizar la evaluación económica de daños ambientales.

III. TRAFICO ILEGAL DE FAUNA SILVESTRE

Asimismo, para la aplicación de la propuesta metodológica, se deben considerar las posibles limitaciones en la disponibilidad de información. Así, la aplicación de la propuesta metodológica requiere un listado de información mínima requerida de los casos del delito. La Tabla N° XXIII resume esta información mínima necesaria por cada componente de la metodología.

Tabla N° XXIII. Información mínima requerida en los casos de tráfico de fauna silvestre para la aplicación de la propuesta metodológica de valoración económica

COMPONENTE	INFORMACIÓN MÍNIMA REQUERIDA
Valor del recurso extraído (VE)	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de fauna traficada • Especies traficadas • Precio de las especies traficadas
Costo de restauración (CR)	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de fauna traficada • Tiempo de rehabilitación y/o conservación de las especies de fauna traficadas • Costo de rehabilitación y/o conservación de las especies de fauna traficadas
Valor de pérdida de servicios ecosistémicos (VS)	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de fauna traficada • Especies traficadas • Ubicación • Estado vital (vivo o muerto) • Presencia de hembras

Asimismo, se plantea considerar la siguiente ficha de recojo de información con el objetivo de incluir únicamente la información mínima e indispensable para lograr una correcta aplicación de la metodología en los casos de tráfico de fauna silvestre.

Tabla N° XXIV. Ficha de recojo de información para el delito de tráfico ilegal de fauna silvestre

FICHA DE RECOJO DE INFORMACIÓN – TRÁFICO DE FAUNA SILVESTRE	
INFORMACIÓN GENERAL	
Datos del daño ambiental	
Fecha de captura	
Ubicación geográfica	
Región	
Provincia	
Distrito	
Ubicación	Seleccionar: <ul style="list-style-type: none"> • Asociaciones vegetales no boscosas • Bosques de producción • Bosques para el aprovechamiento futuro • Área Nacional Protegida y bosques en comunidades nativas y campesinas
Características generales	
Estado vital:	Seleccionar: <ul style="list-style-type: none"> • Vivo • Muerto

FICHA DE RECOJO DE INFORMACIÓN – TRÁFICO DE FAUNA SILVESTRE

Disposición de la fauna decomisada:
(si la fauna es hallada con vida)

Seleccionar:

- Liberación inmediata
- Liberación gradual
- Cautiverio
- Eutanasia

Condición de especies vivas:

Seleccionar:

- Bueno
- Regular
- Malo
- No aplica (especie sin vida)

Descripción del daño:

DATOS DE LAS ESPECIES TRAFICADAS

N°	Especie	Cantidad	Presencia de hembras	Edad aprox.
			<ul style="list-style-type: none"> • Especie no hembra • Especie hembra no preñada u ovada • Especie preñada u ovada 	<ul style="list-style-type: none"> • Cría • Adulta

La aplicación más pertinente de la metodología requiere información primaria específica para cada caso investigado que se recoge a través de los informes de supervisión. La metodología propuesta se plantea considerando esta posibilidad; sin embargo, también se adapta a los casos en los que la disponibilidad de información es limitada. En estos últimos casos, se plantean alternativas de estimación utilizando fuentes de información secundaria oficiales.

La metodología propuesta es una primera aproximación a la valoración del daño ambiental. Se recomienda su aplicación como base para cuantificar el valor total del daño ambiental a partir de los componentes definidos (valor de extracción, costo de restauración y valor de pérdida de servicios ecosistémicos). Su aplicación a cada caso específico depende de la información disponible y requiere la incorporación de ajustes correspondientes. En los casos en los que no se cuente con información específica para el Perú, se propone la aplicación de la metodología de transferencia de valores ajustada que se describe en el Anexo I.

En esa línea, a continuación, se detallan las fuentes de información necesarias para la valoración económica de cada componente del daño para el delito de tráfico ilegal de fauna silvestre. Adicionalmente, se desarrollan ejemplos –basados en casos reales del delito– que permiten ilustrar la aplicación de la propuesta metodológica.

3.1. VALOR DEL RECURSO EXTRAÍDO (VE)

Como se describió anteriormente, el cálculo del VE requiere la cantidad (q_i) y el precio (p_i) de la fauna silvestre traficada. De esta forma, la cuantificación del valor del recurso extraído (VE) se aproxima con la siguiente fórmula:

$$VE = \sum_{i=1}^R p_i q_i$$

- p_i : precio unitario de la especie de fauna traficada i (S/ / unidad)
 q_i : cantidad de la especie de fauna silvestre traficada i (unidades)
 R : especies de fauna silvestre traficadas

La información sobre la cantidad extraída proviene del reporte del caso analizado; mientras que, para el precio unitario, se propone utilizar el siguiente orden de selección de precios a partir de la información disponible:⁶²

Tabla N° XXV. Orden para la selección de precios, según la disponibilidad de la información

N°	TIPO DE PRECIOS	FUENTE DE INFORMACIÓN
1	Precios de mercado del lugar de afectación	Informe de supervisión de OSINFOR del caso analizado
2	Precios estimados por entidades oficiales	Valor comercial de las especies – OSINFOR ^{1/}
3	Valor en Estado Natural (VEN)	Valor en Estado Natural – SERFOR ^{2/}

1/ OSINFOR (2018). Anexo 4 de la Metodología de cálculo del monto de las multas a imponer por infracción a la legislación.

2/ SERFOR (2018). Metodología para la determinación del Valor al Estado Natural (VEN) para los ejemplares de las especies de fauna silvestre nativa para el pago del derecho de aprovechamiento.

Elaboración: APOYO Consultoría.

A continuación, se describen las fuentes de información disponibles para obtener o aproximar el precio de las especies de fauna silvestre traficadas:

- **Precios de mercado de la especie afectada en el lugar de afectación:** para el uso del precio de mercado en el lugar de afectación, la información del caso debe contener el informe de supervisión del OSINFOR que suele reportar los precios de mercado registrados en el lugar del delito.
- **Precios estimados por entidades oficiales:** el siguiente precio que debe ser considerado se obtiene a partir del Valor comercial de las especies de OSINFOR.⁶³ Para utilizar estos precios, se identifica la clase y nombre común de la especie traficada (invertebrado, anfibio, ave, mamífero o reptil).
- **Valor en Estado Natural (VEN):** por último, cuando no es posible identificar el precio por ninguna de las dos fuentes anteriores, se procede a utilizar el precio máximo derivado del VEN de la especie.⁶⁴

Cabe mencionar que cuando el año del delito es distinto al año del registro del precio seleccionado de cualquiera de las tres fuentes de información, se realiza un ajuste por inflación a partir del Índice de precios al consumidor (IPC). Para hallar el precio del recurso en el año del delito, se necesita el precio del recurso en el año disponible más reciente (P_j), el IPC del ese año (IPC_j) y el IPC del año en el que se realizó el daño (IPC_i). A partir de ello, se aplica la siguiente fórmula:

$$P_i = P_j \times \frac{IPC_i}{IPC_j}$$

A continuación, se presentan tres ejemplos que ilustran la selección de precios según los criterios previamente mencionados:

⁶² SERFOR (2018). Lineamientos para la aplicación de los criterios de gradualidad para la imposición de la sanción pecuniaria.

⁶³ OSINFOR (2017) Anexo 4 de la Metodología de cálculo del monto de las multas a imponer por infracción a la legislación.

⁶⁴ SERFOR (2018) Metodología para la determinación del Valor al Estado Natural (VEN) para los ejemplares de las especies de fauna silvestre nativa para el pago del derecho de aprovechamiento.

Ejemplos para la selección de precios

Primer criterio: precios de mercado de la especie afectada en el lugar de afectación

Supongamos que, en un caso tráfico ilegal de fauna silvestre en el 2016, el infractor habría extraído un tigrillo (*Leopardus wiedii*) de su hábitat natural para ser comercializado. El tigrillo fue rescatado por el SERFOR, la policía y la fiscalía. Luego de su evaluación veterinaria, se dispuso la eutanasia para el ejemplar.

Dado que el ejemplar no podrá ser restituido a su hábitat natural, corresponde calcular el valor del recurso extraído como parte de la restitución del bien dentro de la reparación del daño ambiental. En este caso, se cuenta con el informe de supervisión de OSINFOR donde se reportan los precios de mercado en el lugar de afectación. Por ello, se deberá utilizar el precio reportado en dicho informe.

Segundo criterio: precios estimados por entidades oficiales

Supongamos que, en un segundo caso de tráfico ilegal de fauna silvestre en el 2020, el infractor habría extraído 20 charapas (*Podocnemis expansa*) de su hábitat natural para ser comercializadas. Asimismo, se sabe que los ejemplares fueron hallados sin vida. La carpeta de este caso no reporta el informe de supervisión de OSINFOR, por lo que no es posible identificar los precios de mercado en el lugar de afectación. Ante ello, se deberá utilizar el segundo criterio de selección de precios.

De acuerdo con el Valor comercial de las especies de OSINFOR (2017), el precio de esta especie en 2017 fue S/5 por animal. Dado que el año del delito es distinto al año del anuario, se debe realizar un ajuste por inflación. Por lo que el precio de la charapa en 2020 es de S/5.31.

ESPECIE	(A) CANTIDAD (ANIMAL)	(B) PRECIO 2017 (S/ POR ANIMAL)	(C=B AJUSTADO) PRECIO A 2020 (S/ POR ANIMAL)	(D=AXC) VALOR DE LA ESPECIE TRAFICADA (S/)
Charapa	20	5	5.31	106

Tercer criterio: VEN

Ahora supongamos que, en otro caso de tráfico ilegal de fauna silvestre, el infractor habría extraído 3 tigrillos (*Leopardus pardalis*) de su hábitat natural para ser comercializados, en el año 2020. Al igual que en el ejemplo anterior, se dispuso la eutanasia para los ejemplares decomisados debido a su grave estado de salud. De acuerdo con el SERFOR (2018), la especie tigrillo cuesta como máximo S/127.50 por animal. Dado que el año del delito es distinto al año del anuario, se debe realizar un ajuste por inflación. Por lo que el precio de la especie tigrillo en 2020 es de S/132.49.

ESPECIE	(A) CANTIDAD (ANIMAL)	(B) PRECIO 2016 (S/ POR ANIMAL)	(C=B AJUSTADO) PRECIO A 2020 (S/ POR M ³ R)	(D=AXC) VALOR DEL RECURSO EXTRAÍDO (S/)
Tigrillo	3	127.50	132.49	397.46

A continuación, se desarrolla un caso aplicado del método propuesto para el cálculo del VE:

Caso aplicado para el cálculo del valor del recurso extraído

Supongamos que, en un caso de daño ambiental ocasionado por tráfico ilegal de fauna silvestre, el delito se cometió en la región Ucayali y provincia de Coronel Portillo en el año 2020. En este caso, se encontraron 25 tortugas almacenadas (20 Taricayas jóvenes y 5 Charapas jóvenes) en la vivienda de la implicada, sin contar con un permiso o certificado válido.

Respecto al precio de las especies, se utilizan los precios de mercado reportados en el Informe de Supervisión del OSINFOR. Asimismo, se realizó un ajuste por inflación con el IPC dado que el anuario del OSINFOR reporta precios del 2017 y el daño ambiental ocurrió en el 2020.⁶⁵

⁶⁵ Para realizar el ajuste por inflación de los precios, se aplicó la siguiente fórmula: $P_i = P_j \times \frac{IPC_i}{IPC_j}$, donde IPC_j es el IPC del año disponible más reciente y IPC_i es el IPC del año de la ocurrencia del daño.

Caso aplicado para el cálculo del valor del recurso extraído

A partir de la aplicación de la fórmula para el cálculo del valor del recurso extraído, el tráfico ilegal de 20 taricayas y 5 charapas presenta un valor comercial total de S/2,230. En la siguiente tabla, se presentan los cálculos realizados para la estimación del valor de extracción.

NOMBRE DE LA ESPECIE	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/ POR UNIDAD)	VALOR TOTAL (S/)
Taricaya	20	85	1,699
Charapa	5	106	531
Total	25	-	2,230

No obstante, en este caso particular, el informe de supervisión de OSINFOR indica que los ejemplares intervenidos fueron hallados con vida y, luego de su evaluación, fueron liberados a su hábitat natural. De esta forma, las especies de fauna silvestre traficadas pudieron ser restituidos y, por lo tanto, el pago del valor del recurso extraído no será parte de la reparación del daño ambiental.

3.2. COSTO DE RESTAURACIÓN (CR)

El costo de restauración depende del precio y la cantidad de todos los insumos y las actividades requeridas para la rehabilitación de las especies de fauna silvestre traficadas. De esta forma, se incluyen los costos de alimentación, atención veterinaria, personal a cargo del cuidado y protección de los especímenes, entre otros; para que las especies traficadas se recuperen y puedan retornar a su condición inicial antes del daño. Al igual que en el caso anterior, este delito puede involucrar más de una especie a la vez, por lo que el valor total de rehabilitación considera la suma de todos los costos particulares a cada especie.

De esta forma, la cuantificación del costo de restauración (CR) se puede aproximar a partir de la siguiente fórmula:

$$CR = \sum_{t=0}^T \sum_{i=1}^R R_{it} \times q_i \times (1+r)^{-t}$$

- R_{it} : costo diario de rehabilitación y/o conservación de la especie de fauna silvestre traficada i (S/ / unidad)
- q_i : cantidad de la especie de fauna silvestre traficada i (unidades)
- r : tasa de descuento para actualizar valores en el tiempo (%)
- t : tiempo (días)
- R : especies de fauna silvestre traficadas
- T : tiempo total de implementación de la restauración (días)

Ante restricciones de información de cada caso, los costos de restauración (CR_i) se pueden aproximar a partir de los costos estimados por el SERFOR en el marco del Decreto de Urgencia N° 061-2020, que dicta medidas extraordinarias en materia económica y financiera para la adquisición de módulos temporales de vivienda y dictan otras disposiciones. Mediante dicho decreto el SERFOR otorgó subvenciones a los centros de cría a nivel nacional con el fin de brindar apoyo económico que permitiera mantener a los especímenes de fauna silvestre en cautividad en el contexto del estado de emergencia nacional por COVID-19. El financiamiento estuvo dirigido a atender gastos de alimentación, atención veterinaria y personal encargado del cuidado de los especímenes, entre otros conceptos.

De acuerdo con el procedimiento para la implementación del Decreto de Urgencia N° 061-2020, los montos de subvención fueron determinados en función a los siguientes criterios: (i) cantidad de animales, (ii) especies a las que pertenecen⁶⁶ y (iii) centros de cría con una mayor cantidad de animales e infraestructura de mayor tamaño requieren un mantenimiento más costoso debido a que presentan mayores gastos en personal. Para la implementación del financiamiento, la Dirección General de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre (DGGSPFFS) realizó un recojo de información de 143 centros de cría a nivel nacional.

Adicionalmente, una segunda alternativa consiste en la aproximación de los costos de restauración (CR_i) mediante la metodología de transferencia de valores. La aplicación de este método requiere identificar los costos a valorar, recopilar y revisar estudios referenciales y aplicar factores de ajuste a los datos obtenidos.

En términos generales, para la aplicación de la transferencia de valores resulta necesario considerar factores de ajuste por ingresos per cápita cuando existen diferencias en las características socioeconómicas entre el lugar de estudio y el lugar de política,⁶⁷ tipo de cambio e inflación según corresponda (Labandeira et al., 2007), mediante la siguiente fórmula:⁶⁸

$$R_{ik} = VR_{ik} \times \frac{y_k^{Perú}}{y_k^n} \times TC_k \times \frac{IPC_t}{IPC_k}$$

R_{ik} :	valor referencial del costo de rehabilitación del recurso afectado i en el periodo en el que se realizó el estudio referencial k
$y_k^{Perú}$:	ingreso per cápita del Perú en el periodo k
y_k^n :	ingreso per cápita del país o contexto al cual pertenece el estudio referencial en el periodo k
TC_k :	tipo de cambio del periodo en el que se realizó el estudio referencial k
IPC_t :	índice de precios al consumidor del periodo actual
IPC_k :	índice de precios al consumidor del periodo en el que se realizó el estudio referencial k

La información requerida para la estimación de estos costos de rehabilitación y mantenimiento de fauna silvestre decomisada en la Amazonía peruana es limitada. Por ello, se tiene a disposición los costos de rehabilitación y destino para aves, reptiles y mamíferos estimados en la metodología de valorización del daño del Ministerio Público de Brasil.⁶⁹ Sin embargo, a mediano y largo plazo, se opta por utilizar información local para lo cual es importante que se promuevan estudios similares de recojo de información de centros de rescate en el Perú.

En la siguiente tabla se detallan los costos de rehabilitación de fauna silvestre estimados en Brasil, los valores se reportan en US\$ del 2017 por día.

⁶⁶ Por ejemplo, se consideró que los carnívoros consumen alimentos de mayor costo que los herbívoros o determinadas especies especializadas consumen ciertos alimentos que son más costosos al ser más difíciles de conseguir.

⁶⁷ El lugar de política es el lugar en el que se llevó el estudio inicial del cual se transferirán los valores.

⁶⁸ Los datos que se consideran para los factores de ajuste pueden ser obtenidos de la base de datos del Banco Mundial (ingreso per cápita), del BCRP (PBI per cápita, tipo de cambio) y del INEI (índice de precios al consumidor).

⁶⁹ Estos costos fueron estimados a partir de encuestas a centros de rescate en el estado brasileño Mato Grosso do Sul para especies de selva tropical.

Tabla N° XXVI. Costos de rehabilitación de fauna silvestre en Brasil
(US\$ 2017 por día)

ESPECIES	COSTO DE REHABILITACIÓN
AVES	
Camachuelo (<i>Sporophila angolensis</i>)	US\$2.37
Picuda (<i>Oryzoborus maximiliani</i>)	
Canario terrestre (<i>Sicalis flaveola</i>)	
Pájaro negro (<i>Gnorimopsar chopi</i>)	
Candidiasis naranja (<i>Turdus rufiventris</i>)	
Sabiá-poca (<i>Tur amaurochalinus</i>)	
Coleirinho (<i>Sporophila caerulescens</i>)	
Guacamayos guacamayos (<i>Ara ararauna</i>)	US\$6.97
Guacamayo rojo (<i>Ara chloroptera</i>)	
Guacamayo azul (<i>Anodorhynchus hyacinthinus</i>)	
Loro (Amazona estética)	
Loro gallego (<i>Alipiopsitta xanthops</i>)	
Loro de manglar (<i>Amazonas amazonica</i>)	
Periquito de cara amarilla (<i>Brotogeris chiriri</i>)	
Periquito real (<i>Aratinga aurea</i>)	
Periquito (<i>Aratinga leucophthalmus</i>)	
charla blanca (<i>Myiopsitta monachus</i>)	
Maracaná de cara amarilla (<i>Orthopsittaca manilatus</i>)	
Tucán Ramphastos	
REPTILES	
Jabuti (<i>Geochelone carbonaria</i>)	US\$5.43
Tortuga (<i>Phrynops geoffroanus</i>)	
Boa (<i>Boa constrictor</i>)	
Sucuri (<i>Eunectes murinus</i>)	
Cocodrilo del Pantanal (<i>Caiman yacare</i>)	
Cocodrilo de cabeza amarilla (<i>Caimán latirostris</i>)	
Teiú (<i>Tupinambis</i> sp)	
MAMÍFEROS	
Carpincho (<i>Hydrochoerus hydrochoeris</i>)	US\$8.17
Cateto (<i>Pecari tajacu</i>)	
Queixada (<i>Tayassu pecari</i>)	
Ciervo de los humedales (<i>Blastocerus dichotomus</i>)	
Ciervo rojo (<i>Ozotoceros bezoarticus</i>)	
Ciervo rojo (<i>Mazama gouazoubira</i>)	
Ciervo de monte (<i>Mazama americano</i>)	
Paca (<i>Agouti paca</i>)	
Tapir (<i>Tapirus terrestris</i>)	
Oso hormiguero gigante (<i>Myrmecophaga tridactyla</i>)	
Oso hormiguero gigante (<i>Oso hormiguero tetradactyla</i>)	
Tití de pelo negro (<i>Callithrix penicillata</i>)	
Tití de pelo blanco (<i>Callithrix jacchus</i>)	
Mono capuchino (<i>Cayo Sapajus</i>)	
Aullador negro (<i>Alouatta caraya</i>)	

ESPECIES	COSTO DE REHABILITACIÓN
Armadillo (<i>Dasyopus novemcinctus</i>)	
Armadillo (<i>Euphractus sexcinctus</i>)	
Lobo guará (<i>Chrysocyon brachyurus</i>)	
Nutria (<i>Pteronura brasiliensis</i>)	
Nutria (<i>Nutria longicaudis</i>)	
Gato moro (<i>Felis yaguaroundi</i>)	
Ocelote (<i>Leopardus pardalis</i>)	
Puma (<i>Puma concolor</i>)	
Jaguar (<i>Panthera onca</i>)	

Fuente: MPMS (2018).

En cuanto al tiempo total requerido para el cálculo de los costos de restauración, se considera el tiempo estimado en el que el animal estará en el centro de rescate. De esta manera, la metodología reconoce los distintos tipos de disposición de fauna decomisada: (i) liberación inmediata, (ii) liberación gradual, (iii) cautiverio o (iv) eutanasia.⁷⁰ A excepción de la eutanasia, el resto de los escenarios presenta un tiempo distinto para el cálculo de los costos de restauración.

- **Liberación inmediata:** tener la certeza de que los animales se encuentran sanos, y que pertenecen a la zona elegida para la liberación. Asimismo, se considera que tengan la edad adecuada para sobrevivir por sí solos en la naturaleza.
- **Liberación gradual:** ocurre luego de que el animal decomisado ha pasado por un período de cuarentena; además, asegurar que no se encuentren enfermos o sean portadores de enfermedades. Este proceso también se hace en animales que presentan algún grado de amansamiento para que gocen de un periodo de adaptación a las condiciones silvestres.
- **Cautiverio:** se considera si los animales decomisados han sido mantenidos como mascotas más de cinco años o cuando no califican para formar parte de un programa de reintroducción.⁷¹ En estos casos, la fauna silvestre queda bajo vigilancia y cuidado permanente en un medio controlado en centros de cría por el tiempo de vida restante de la especie traficada.
- **Eutanasia:** se considera si la liberación es imposible o muy costosa, cuando la cautividad es imposible por el espacio, cuando han contraído enfermedades incurables, cuando presentan lesiones que afectan su calidad de vida y cuando presentan comportamientos agresivos que constituyen un riesgo para las personas y otros animales.

⁷⁰ “Lineamientos técnicos para la disposición de especímenes vivos de fauna silvestre decomisada o hallada en abandono” – MIDAGRI (2012)

⁷¹ Los programas de reintroducción están destinados únicamente para especies categorizadas como amenazadas por la legislación nacional o acuerdos internacionales suscritos (MIDAGRI, 2012).

Tabla N° XXVII. Tiempo de implementación según el tipo de disposición de la fauna silvestre decomisada

TIPO DE DISPOSICIÓN	DÍAS DE IMPLEMENTACIÓN
Liberación inmediata	10
Liberación gradual	40
Cautiverio	Indefinido ^{1/}
Eutanasia	-

1/ En el caso del cautiverio, el tiempo en el que permanece la especie de fauna decomisada en el centro de cría es indefinido; por ello, se utiliza un aproximado del tiempo en el que la especie será conservada en cautiverio.

Fuente: MIDAGRI (2012).

Con respecto a la tasa de descuento que se utiliza para actualizar los valores en el tiempo, no existe una tasa social de descuento específica para proyectos de inversión pública relacionados con la conservación de fauna silvestre. Ante ello, se propone utilizar la tasa social de descuento estimada por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF, 2021). Esta tasa de descuento anual asciende a 8% (MEF, 2021).

A continuación, se desarrolla la aplicación del método propuesto para el cálculo del VR, a partir de los datos planteados:

Caso aplicado para el cálculo del costo de restauración

Continuando con el caso de tráfico ilegal de fauna silvestre en la región Ucayali y provincia de Coronel Portillo en el año 2020, en el informe del caso analizado se reporta que la disposición de las especies afectadas fue una liberación inmediata. A partir de esta información, se procede a estimar el CR en función a la cantidad de especies traficadas y el costo de rehabilitación.

En cuanto a los costos de rehabilitación, según la información de MPMS (2018), en 2017 el costo de rehabilitación mensual de una tortuga en Brasil fue US\$5.43. A este valor se le aplica el tipo de cambio del 2017 y se ajusta por la razón de los ingresos per cápita entre Perú y Brasil. Por último, este valor se ajusta por inflación a la fecha del delito y se divide entre la cantidad de días al mes (30 días), con lo cual el costo diario de rehabilitación es de S/10.47.

$$R_i = VR_{ik} \times \frac{y_k^{Perú}}{y_k^n} \times Tc_k \times \frac{IPC_t}{IPC_k}$$

$$R_i = US\$5.43 \times \frac{US\$6,030}{US\$10,815} \times S/3.26 \times \frac{135.32}{127.43} = S/10.49$$

En cuanto al tiempo, se tiene que, de acuerdo con el tipo de rehabilitación, la liberación inmediata tarda aproximadamente 10 días. Adicionalmente, se requiere convertir la tasa de descuento anual de 8%, tasa social de descuento del MEF, a una tasa de descuento diaria a través de la siguiente fórmula:

$$r = (1 + 8\%)^{1/365} - 1 = 0.02\%$$

A partir de estos valores, se considera un costo de restauración total de S/2,617.

$$CR = \sum_{t=0}^9 S/10.49 \times 25 \times (1 + 0.02\%)^{-t} = S/2,617$$

3.3. VALOR DE LA PERDIDA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS (VS)

El valor de la pérdida de servicios ecosistémicos captura el daño social asociado a la alteración del medio natural ocasionado por el delito. Por ello, su estimación requiere cuantificar el valor de los servicios ecosistémicos que se dejan de percibir a causa del daño.

Para su cálculo, se deben valorar la pérdida de los servicios ecosistémicos como consecuencia del daño ambiental del delito analizado. Para ello, se siguen los lineamientos y pautas establecidas en la Guía de Valoración Económica del Patrimonio Natural del MINAM (2016) y los Lineamientos para la Valoración Económica de la Diversidad Forestal y Fauna Silvestre del MINAM (2021). Ello involucra (i) la identificación del ámbito en el que se desarrolló el daño, (ii) la identificación de los bienes y servicios afectados, (iii) la identificación y caracterización de los actores involucrados, (iv) el análisis y priorización de los servicios ecosistémicos a ser valorados y, (v) la elección y aplicación de los métodos de valoración.

No obstante, ante la complejidad y las limitaciones de información para calcular el valor de los servicios ecosistémicos de cada especie de fauna silvestre, se propone utilizar el valor intrínseco de existencia de cada especie estimado a partir del Valor en Estado Natural (VEN) del SERFOR.⁷² El SERFOR cuenta con una metodología que determina el VEN de las especies de fauna silvestre nativas para el pago del derecho de aprovechamiento que también es utilizado para la imposición de sanciones.⁷³ De esta manera, se considera que la aproximación del valor intrínseco de las especies de fauna silvestre a través del VEN del SERFOR resulta acorde a la realidad peruana. De acuerdo con los lineamientos del SERFOR para los casos de infracciones a la legislación de fauna silvestre, se utiliza el VEN de mayor valor de las especies de fauna silvestre.

Asimismo, se propone la aplicación de un índice de gravedad del daño para fauna silvestre (IGD^{fauna}) que está orientado a recoger la gravedad del daño causado a la especie de fauna silvestre afectada. Para su cálculo se consideran cuatro dimensiones con ponderación equivalente: (i) ubicación, (ii) presencia de hembras, (iii) estado vital y (iv) edad. En caso de no poder determinar la ubicación del delito, esta dimensión tendría un peso de 0 y se redistribuiría la ponderación entre las otras tres dimensiones restantes (33% cada dimensión).

De esta forma, la cuantificación del valor de la pérdida de servicios ecosistémicos (VS) se puede aproximar a partir de la siguiente fórmula:

$$VS = \sum_{i=1}^R q_i \times VEN_i \times IGD_i^{fauna}$$

- q_i : cantidad de la especie de fauna silvestre traficada i (unidades)
- VEN_i : Valor en Estado Natural de la especie de fauna silvestre traficada i
- IGD_i^{fauna} : índice de gravedad del daño para la especie de fauna silvestre traficada i
- R : especies de fauna silvestre traficadas

A continuación, se desarrolla un caso aplicado del método propuesto para el cálculo del VS:

Caso aplicado para el cálculo del valor de la pérdida de servicios ecosistémicos

Continuando con el caso de tráfico ilegal de fauna silvestre en la región Ucayali y provincia de Coronel Portillo en el año 2020, para estimar el VEN, se identificó las especies afectadas en el Anexo I de la “Metodología para la determinación del valor al estado natural para los ejemplares de fauna silvestre” del SERFOR. Asimismo,

⁷² El cálculo del VEN considera lo siguiente: (i) precio de mercado –precio de transacción más cercano a las fuentes de aprovechamiento–; (ii) modalidad de acceso – captura plantel reproductor o genético, caza deportiva, caza comercial, entre otros–; y (iii) características de la especie – especie endémica, grado de amenaza y nivel trófico–. La fórmula es $[(P. mcdo * 0.25)] * [(1 + Endemismo + Cat. amenaza + Imp. trófica) * (Mod. de acceso)]$.

⁷³ RDE N° 241-2018-MINAGRI-SERFOR-DE – “Metodología para la determinación del valor al estado natural (VEN) para los ejemplares de las especies de fauna silvestre nativas para el pago del derecho de aprovechamiento”: “Artículo 5. Para la determinación de la multa a ser impuesta por la comisión de infracciones a la legislación de fauna silvestre, [...], se emplea el VEN de mayor valor de los ejemplares de las especies de fauna silvestre incluidas en la lista aprobada por el artículo 2 de la presente resolución”.

Caso aplicado para el cálculo del valor de la pérdida de servicios ecosistémicos

debido a que el delito se cometió en el 2020, el monto del VEN se actualizó a partir de un factor de ajuste por inflación (IPC_{2020}/IPC_{2017}).

NOMBRE DE LA ESPECIE	CANTIDAD	VEN 2017 (S/ POR CANTIDAD)	VEN 2020 (S/ POR CANTIDAD)	TOTAL (S/)
Taricaya	20	23	24	488
Charapa	5	20	21	106
Total	25	-	-	595

Fuente: SERFOR (2017). Elaboración: APOYO Consultoría

Por otro lado, se evaluó el índice de gravedad del daño. En este caso, la información disponible brindada por la implicada determina que la ubicación de la zona de extracción fue una "Asociación vegetal no boscosa". Asimismo, se conoce que las especies traficadas son jóvenes; sin embargo, se desconoce la presencia de hembras. Por otro lado, en cuanto al estado vital de las especies, se determina que estas se encuentran en buen estado debido a que se determina una liberación inmediata.⁷⁴

Con ello, el IGD cuenta con tres dimensiones de análisis, los cuales tienen una ponderación equitativa de 33% cada una. En el siguiente cuadro, se detallan los valores considerados para el cálculo del IGD en el caso analizado.

DIMENSIONES	VALOR DE EVALUACIÓN	(A) VALOR ESTANDARIZADO	(B) PONDERACIÓN DEL CRITERIO	(A) X (B) VALOR PONDERADO
Ubicación (U)	1	33	33%	11.00
Estado vital	1	33	33%	11.00
Edad (E)	2	100	33%	33.00
Total	-	-	-	55.56

Nota: El estado vital se determina en función de la disposición de fauna decomisada (liberación inmediata).

En esa línea, el valor por la pérdida de servicios ecosistémicos se estima en S/330 y se calcula de la siguiente forma:

$$VS = S/595 \times 55.56\% = S/330$$

Finalmente, el valor total del daño se obtiene de la suma de los tres componentes calculados. A continuación, se presenta la estimación del valor total del daño en el ejemplo planteado:

Caso aplicado para el cálculo del valor total del daño

Finalmente, teniendo en cuenta los criterios metodológicos expuestos, se estima que el valor económico total del daño ambiental asciende a S/2,948. La siguiente tabla resume los montos obtenidos para cada componente del daño:

COMPONENTE DEL DAÑO	MONTO (S/)
Valor de extracción (VE)	-
Costo de restauración (VR)	2,617
Valor de la pérdida de servicios ecosistémicos (VS)	330
Total	2,948

⁷⁴ Acta de liberación N° 021-2020-GRU-GGR-GERFFS/OFS-U

CONSIDERACIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

De la presente propuesta metodológica para la valoración económica del daño ambiental para el delito de tráfico ilegal de fauna silvestre se desprenden las siguientes consideraciones a modo de resumen:

- El valor económico asociado al daño ambiental incluye tres componentes principales: (i) valor del recurso extraído (VE), (ii) costo de restauración (CR) y (iii) el valor de pérdida de servicios ecosistémicos (VS).
- El valor del recurso extraído (VE) corresponde al cálculo de la restitución del bien o recurso medioambiental que se extrajo de manera ilegal o sin los permisos correspondientes a través del tráfico de fauna silvestre, cuando no es posible retornar los ejemplares de fauna silvestre a su hábitat natural.
- El costo de restauración (CR) considera el daño biofísico a los recursos y al ecosistema ocasionado por la actividad ilegal. La estimación de este valor depende de los costos de los insumos y actividades que permitan la rehabilitación de la fauna silvestre afectada por del delito. Este componente es parte de la indemnización de los daños y perjuicios; específicamente, corresponde al cálculo del daño emergente.
- El valor de pérdida de servicios ecosistémicos (VS) considera el daño social que ocasiona el delito al ecosistema mediante la alteración del medio natural. La estimación de este valor se calcula como la compensación necesaria para alcanzar un nivel similar de bienestar al que se disfrutaba antes del daño. Este componente es parte de la indemnización de los daños y perjuicios; específicamente, corresponde al cálculo del lucro cesante.

A partir de las principales consideraciones finales de la propuesta metodológica planteada para la valoración económica del daño ambiental, es posible establecer recomendaciones para su implementación y seguimiento que se detallan a continuación.

En primer lugar, la metodología propuesta es una primera aproximación a la valoración del daño ambiental producido por el delito de tráfico ilegal de fauna silvestre. Por ello, se recomienda su aplicación como base para cuantificar el valor total del daño ambiental a partir de los componentes definidos (valor de extracción, costo de restauración y valor de pérdida de servicios ecosistémicos). Su aplicación a cada caso específico depende de la información disponible y requiere la incorporación de ajustes correspondientes.

En segundo lugar, es importante considerar que la información medioambiental se actualiza de manera dinámica; por ello, es sumamente relevante promover un proceso continuo de investigación y capacitación en la materia de modo que contribuya a la mejora y actualización constante de los procesos de evaluación de daños ambientales. Asimismo, permite mejorar la capacidad nacional en términos de conocimiento, información y personal especializado.

La propuesta metodológica para estimar la valoración económica de cada componente del daño considera las posibles limitaciones en la disponibilidad de información y plantea la aplicación de fuentes secundarias y la técnica de transferencia de valores como posibles alternativas en dichos casos. No obstante, es importante contar con información actualizada, consistente, sistemática y confiable sobre los recursos ambientales, los servicios

ecosistémicos que brindan y los requerimientos relacionados con la restauración de recursos afectados.

En esa línea, se resalta la importancia de la promoción y difusión del desarrollo de metodologías de valoración con recolección información a nivel nacional. Ello permite generar información científica y técnica que permita fortalecer el sustento de los resultados de la aplicación de las metodologías utilizadas para la valoración económica de daños ambientales en el contexto de los delitos ambientales. Específicamente, para la implementación de la metodología propuesta, se identifican los siguientes requerimientos en términos de información:

- Información consolidada y actualizada de precios de comercialización de los recursos extraídos ilegalmente en los principales mercados
- Información técnica sobre las actividades y costos de restauración de los recursos naturales afectados por los delitos ambientales
- Información del valor de los servicios ecosistémicos brindados por los ecosistemas de selva tropical en la Amazonía peruana

En tercer lugar, para lograr una mayor efectividad en la aplicación de la metodología propuesta y una mayor eficiencia en el uso de la información disponible, se recomienda el fortalecimiento de la coordinación institucional entre las diferentes entidades gubernamentales encargadas de la valoración económica de daños ambientales. Ello implica, por ejemplo, establecer mecanismos de intercambio de información relevante que pueda ser utilizada para la evaluación económica de daños ambientales.

Finalmente, se requiere la implementación de procesos de capacitación constantes e involucramiento del personal de las entidades encargadas del proceso de valoración de daños ambientales, ello permite el fortalecimiento de la aplicación de metodologías de valoración. Esta estrategia contribuye a consolidar y profesionalizar la evaluación económica de daños ambientales.

- Arce, J. (2006). *Avances hacia un manejo forestal sostenible en concesiones con fines maderables: estudio de caso en el departamento de Ucayali, Amazonía Peruana*.
- Bartczak, A. a. (2008). Review of benefit transfer studies in the forest context. *Scandinavian Forest Economics: Proceedings of the Biennial Meeting of the Scandinavian Society of Forest Economics*.
- Brack et al., A. (2000). *Perú: El Problema Agrario en Debate. Seminario Permanente de Investigación Agraria*.
- Brouwer, R. (2000). *Environmental Value Transfer: state of the arte and future prospects*. Ecological Economics.
- CARDER. (2012). *Guía de cubicación de madera*.
- CEEEP. (30 de Noviembre de 2020). *Operación Mercurio y minería ilegal en La Pampa*. Obtenido de <https://ceeeep.mil.pe/2020/11/30/operacion-mercurio-y-mineria-ilegal-en-la-pampa/>
- CID PUCESE-PRAS. (2011). Informe sobre Valoración de pasivos sociales y ambientales vinculados a la actividad minera ilegal de oro en el norte de Esmeraldas.
- CIN CIA. (2021). *Impactos ambientales previstos de la reactivación de la minería de oro en cuerpos de agua de la Amazonía peruana*. Puerto Maldonado, Perú: CIN CIA White Paper No. 1.
- Conservation Strategy Fund. (2021). *Metodología de valoración de impacto de minería ilegal en la Amazonía*. Rio de Janeiro.
- Costa, M. (2016). *Valoração econômica do serviço de provisão de água na Bacia do Rio Cassiporé, no estado do Amapá*. Brasilia: UnB.
- de Andrade Lima, L. R. (2007). Gold processing residue from Jacobina Basin: chemical and physical properties. *Revista Brasileira de Geociências*, 848-852.
- FAO. (2013). Biodegradación de Plaguicidas en Semillas Contaminadas.
- Furubotn, E. G. (1972). Property rights and economic theory: a survey of recent literature. *Journal of economic literature*, 1137-1162.
- Garzón, J., Rodríguez-Miranda, J., & Hernández-Gómez, C. (2017). *Aporte de la biorremediación para solucionar problemas de contaminación y su relación con el desarrollo sostenible*. Bogotá.
- Ipenza. (2018). *Manual de delitos ambientales*.
- IPS. (2001). *Metodología para la evaluación económica de daños ambientales en Costa Rica*. Costa Rica: Instituto de Políticas para la Sostenibilidad.
- IPS. (2003). *Informe final. Evaluación económica del daño ambiental ocasionado por la contaminación de los sectores Canal Batán, Barra del Pacuare, Lagunas Madre de Dios y Santa María*. Costa Rica: Instituto de Políticas para la Sostenibilidad.
- Kahhat, R., Parodi, E., Larrea-Gallegos, G., Mesta, C., & Rowe, I. (2019). Impactos ambientales del ciclo de vida de la minería aurífera aluvial en la selva amazónica peruana. *Ciencia del medio ambiente*.

- Labandeira et al., X. (2007). *Economía ambiental*.
- MEF. (2021). *Nota técnica para el uso de los precios sociales en la evaluación social de proyectos de inversión*.
- MEF. (2011). *Cálculo de la tasa social de descuento para proyectos de inversión pública ambientales*. Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico.
- MEM. (2019). *Anuario minero 2018*. Lima.
- MIDAGRI. (2012). *Lineamientos técnicos para la disposición de especímenes vivos de fauna silvestre decomisada o hallada en abandono*.
- MINAM. (2013). *Guía de valoración económica de impactos ambientales*.
- MINAM. (2013). *Minería ilegal. Diálogos ambientales con la prensa*.
- MINAM. (2015). *Manual de valoración económica del patrimonio natural*.
- MINAM. (2016). *Aprende a prevenir los efectos del mercurio*. Lima.
- MINAM. (2016). *Guía de valoración económica del patrimonio natural*.
- MINAM. (2021). *Lineamientos para la valoración económica de la diversidad forestal y fauna silvestre*.
- MINAMBIENTE. (2003). *Guía metodológica para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales*.
- MINAMBIENTE. (2010). *Metodología para el cálculo de multas por infracción a la normativa ambiental. Manual conceptual y procedimental*. Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Dirección de licencias, permisos y trámites ambientales.
- MINAMBIENTE. (2018). *Guía de aplicación de la valoración económica ambiental*. Bogotá.
- Mosquera, C., Chavez, M., Pachas, V., & Moschella, P. (2009). *Estudio diagnóstico de la actividad minera artesanal en Madre de Dios*.
- MPMGS - Ministério Público do Estado de Mato Grosso do Sul. (2018). *Nota técnica: Orientações para valoração de dano ambiental em procedimentos do Ministério Público de Mato Grosso do Sul*.
- MPMS. (2018). *Directrices de valoración de daños ambientales en procedimientos del Ministerio Público de Mato Grosson do Sul*.
- OEFA. (2013). *Metodología para el cálculo de las multas base y la aplicación de los factores agravantes y atenuantes a utilizar en la graduación de sanciones*.
- OSINFOR. (2016). *Directiva para la compensación del pago de multas mediante el mecanismo de recuperación de áreas degradadas"*.
- OSINFOR. (2018). *Metodología del cálculo del monto de las multas a imponer por el Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre - OSINFOR, por infracción a la Legislación Forestal y de Fauna Silvestre*.
- OSINFOR. (2019). *Criterios para estimar la gravedad del daño por la comisión de infracción en materia forestal*.

- Pagiola, S. (2008). *How Useful is Ecosystem Valuation?* Conference Paper. Economics and Conservation in the Tropics: A Strategic Dialogue.
- PNUMA. (2012). *Tala ilegal en los bosques del mundo*.
- Policia Federal. (2014). *Informe pericial federal en materia penal No. 71/2014*.
- Policía Federal. (2018). *Informe de Pericia Penal Federal No. 0155/2018*.
- SERFOR. (2014). *Anuario de Precios de Productos Forestales Maderables y No Maderables*.
- SERFOR. (2016). *Metodología para la determinación del valor al estado natural de la madera para el pago de derecho del aprovechamiento y los valores al estado natural de la madera*.
- SERFOR. (2017). *Estrategia nacional para reducir el tráfico ilegal de fauna silvestre en el Perú, periodo 2017-2027 y su Plan de Acción 2017-2022*.
- SERFOR. (2018). *Metodología para la determinación del valor al estado natural (VEN) para los ejemplares de las especies de fauna silvestre de fauna silvestre nativa para el pago del derecho de aprovechamiento*.
- SERFOR. (2019). *Guía de gestión forestal comunitaria N° 04 -¿Cómo se realiza el despacho, transporte y comercialización de madera?*
- SERFOR. (2019). *Informe del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre del Perú*.
- SERFOR. (2020). *Procedimiento para la implementación del Decreto de Urgencia que autoriza al Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre a brindar apoyo económico a los centros de cría a nivel nacional que mantienen especímenes de fauna silvestre en cautividad*.
- SERFOR. (2021). *Lineamientos para la evaluación del Plan General de Manejo Forestal de concesiones forestales con fines maderables*.
- SPDA. (2014). *Entidades de Fiscalización Ambiental: Informe fundamentado en los delitos ambientales*.
- Suarez Beltrán, R. M. (2013). *Guía de métodos de biorremediación para la recuperación de suelos contaminados por hidrocarburos*. Bogotá.
- Tonietto, A., & Silva, J. (2011). Valoración de daños en casos de minería de hierro en Brasil. *Revista Brasileña de Criminalística*.
- Wager, L. (2016). *Organized Crime and Illegally Mined Gold in Latin America*. Global Initiative against Transnational Organized Crime.
- Weimer, D. L. (1997). The political economy of property rights. *Institutional Change and Credibility in the Reform of Centrally Planned Economies*. Cambridge University