

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 CONCEPTUALIZACION DE PASIVOS AMBIENTALES

2.1.1 Antecedentes

El término Pasivo Ambiental tiene un carácter eminentemente económico y se inscribe dentro de aquellas Teorías del Desarrollo más recientes basadas en la gestión y administración de los cuatro tipos de capitales de que dispone o con los que se puede contar, tanto desde el ámbito de toda una sociedad hasta el del propio individuo *homo economicus*. Los cuatro capitales mencionados son, el Reproducible o hecho y manufacturado por la humanidad, el Humano o capacidad técnica y habilidad de los individuos para solucionar problemas, el Social o confianza que existe entre los miembros o hacia los miembros de una sociedad y el Natural o todo aquel “regalo de la naturaleza”.

Siguiendo esta línea de pensamiento abierta por la economía ambiental, se entiende que el acervo agregado de estos capitales resulta ser la riqueza verdadera que permite seguir la senda del desarrollo, pero para lo cual hay que mantener en el tiempo el valor de esta riqueza, transformando posibles disminuciones en alguno de los capitales en el aumento de los otros, con lo cual se estaría manteniendo la capacidad de generar sustentablemente rentas económicas derivadas del acervo o existencias de capitales.

Para hacer productivo cualquiera de los cuatro tipos de capital mencionados, se constituyen activos y pasivos económicos que permiten su aprovechamiento y cuyo saldo muestra el rendimiento que ofrece según el caso cada tipo de capital. El administrar económicamente el capital Natural de igual forma y similar consideración a como tradicionalmente se ha venido haciendo con el Reproducible, supone admitir que en el momento de constituir activos económicos con fines de lucro, estos pueden estar causando daños ambientales o pérdidas inducidas en el capital Natural. Si estas pérdidas inducidas son tomadas en cuenta en términos económicos, se deberán considerar como una deuda contraída con el propietario del capital Natural o Pasivo Ambiental surgido de la actividad económica².

² Econ. AJAMIL César , IBARRA Silvana Ecuambiente Consulting Group, Metodología para la Identificación y Descripción de Pasivos Ambientales, Agosto 2001, Quito – Ecuador.

2.1.2 Pasivos ambientales en el sector hidrocarburífero del Ecuador

Dado que los yacimientos de petróleo en Ecuador se encuentran en una zona que atesora un gran capital Natural, en el momento que la actividad hidrocarburífera instala en la amazonía sus activos basados en la extracción de petróleo cruda siendo con ello capaz de generar amplios beneficios económicos, necesariamente se constituyen también Pasivos Ambientales.

Estos Pasivos Ambientales aparecen en la medida en que se cause la pérdida de otros bienes y servicios que proporciona el capital Natural del área, que no sean estrictamente los yacimientos de petróleo y la cantidad de crudo extraído. Se considera par tanto que, Activos y Pasivos Ambientales son las dos caras del mismo negocio petrolero y, que ambas deben considerarse con un mismo nivel de interés y rigor contable, para realizar una gestión exitosa del sector.

Si los Activos ambientales de carácter económico con que cuenta el sector petrolero en la amazonía, son todas aquellas facilidades que permite obtener beneficios económicos del capital Natural allí presente, por su parte los Pasivos Ambientales serán las facilidades instaladas o los efectos en el medio de éstas, cuando estén causando costes económicos sobre el capital Natural o el capital Reproducible allí instalado.

Los Pasivos Ambientales vinculados a activos utilizados por la actividad petrolera, aparecen desde el momento en el que el activo, además de cumplir con su función en la operación, produce un daño o efecto externo negativo en el entorno ambiental que le rodea. Los Pasivos Ambientales suponen un gasto, coste o daño ambiental valorable económicamente, que en algunos casos afecta directa y en otras indirectamente a la rentabilidad real y acumulada del sector³.

2.1.3 Tipificación de los Pasivos Ambientales en Acumulados y Flujo

Los Pasivos Ambientales de la operación petrolera pueden ser considerados como todas aquellas infraestructuras y áreas utilizadas por la actividad, que estén causando un daño ambiental y cuyo efecto pueda ser evaluado, monitoreado y valorado económicamente, con relación a la situación que supondría que la actividad petrolera no estuviese allí presente.

³ Econ. AJAMIL César, IBARRA Silvana Ecuambiente Consulting Group, Metodología para la Identificación y Descripción de Pasivos Ambientales, Agosto 2001, Quito – Ecuador.

El uso normal y continuo hace que indefectiblemente todos los Activos Económicos de Operación y facilidades petroleras, pasen a ser en algún momento Pasivos Ambientales, bien de tipo Acumulado o bien Flujo.

Los **Pasivos Ambientales Acumulados** se originan tras el abandono de un Activo o Pasivo Flujo determinado o, como consecuencia de los efectos no remediados causados por un Pasivo Flujo en funcionamiento. Se puede entender que todo Activo Económico de Operación instalado, puede convertirse en Pasivo Flujo mientras aún sigue en funcionamiento, desde el momento en que estuviese causando un daño que puede ser evaluado, monitoreado y valorado económicamente y, en un Pasivo Acumulado en el caso que se abandonase sin otra consideración al fin de su vida útil. Así mismo, mientras que la eliminación de un Pasivo Flujo generalmente tiene un efecto positivo sobre la operación petrolera, sin embargo, hacer lo propio con un Pasivo Acumulado no trae consigo un efecto beneficioso directo y evidente sobre la actividad productora de petróleo.

Los **Pasivos Ambientales Flujo** son consecuencia directa de la operación, al ser las facilidades o activos instalados en funcionamiento los que mientras son utilizados, causan un daño ambiental que puede expresarse en unidades monetarias. El hecho de que estén en uso, les confiere según la contabilidad tradicional el carácter de Activos Económicos de Operación, ya que el sistema de producción depende de ellos al ser parte operativa de la actividad petrolera. En este caso, por sentido común parece obvio que la responsabilidad del Pasivo Ambiental recae por completo sobre quien al estar bajo su competencia, decide que ese Pasivo siga existiendo y aportando a la producción.

Se debe precisar que cada Pasivo Ambiental, bien sea Flujo o Acumulado, debe ser considerado como una deuda independiente, por lo que su verificación, evaluación y valoración debe ser de manera independiente, lo que supone disponer de una ficha específica para cada pasivo registrado⁴.

2.1.4 Consideraciones sobre los Pasivos Sociales de la Actividad Hidrocarburífera

A la hora de pretender establecer los Pasivos causados por la explotación petrolera, se debe tener clara la distinción entre aquellos que consideraríamos Ambientales de aquellos otros que serían Sociales. Es menester precisar que las consideraciones en torno a ambos pueden ser muy diferentes y difícilmente pudieran tener un tratamiento similar.

⁴ Econ. AJAMIL César, IBARRA Silvana Ecuambiente Consulting Group, Metodología para la Identificación y Descripción de Pasivos Ambientales, Agosto 2001, Quito – Ecuador.

Sobre los Pasivos Ambientales ya se han hecho con anterioridad las precisiones oportunas, sobre los Pasivos Sociales cabrían ciertas consideraciones tales como las siguientes:

- Se entiende por Pasivo Social de la actividad petrolera como toda aquella aptitud de rechazo premeditado que por parte de la sociedad circundante sufra la Operadora actual y que dificulte con ello la producción. Este pasivo, es conceptualmente diferente a los efectos que en la sociedad tiene un Pasivo Ambiental concreto, que en este caso sí pueden ser con mayor precisión objeto de valoración en unidades monetarias.
- Que la operación actual se tenga que desenvolver en un ambiente deteriorado de desconfianza, fruto de la actitud pasada de la actividad petrolera, es un Pasivo Social que no puede manejarse económicamente como se plantea que se haga para los Ambientales y que requeriría otras consideraciones.
- La desintegración social, la reducida satisfacción de necesidades y las múltiples carencias que padecen los miembros de las sociedades que rodean la operación petrolera, tendría que ser objeto de otro tipo de análisis diferente, a través del cual identificar en qué medida estas circunstancias son consecuencia y responsabilidad de los operadores actuales o pasados.
- Así mismo, otros efectos sociales nocivos inducidos por la operación petrolera en general, deben ser considerados aparte de los Pasivos Ambientales. De igual forma, las responsabilidades sociales que debe asumir el operador actual con la población que le rodea, deben ser objeto de otro tipo de análisis⁵.

Cabe señalar que el presente trabajo no va a incluir información sobre los pasivos sociales, ya que presentan un mayor análisis por su situación referida anteriormente. Otro motivo es que la información ha de ser analizada no contempla el estudio de los mismos.

⁵ Econ. AJAMIL César, IBARRA Silvana Ecuambiente Consulting Group, Metodología para la Identificación y Descripción de Pasivos Ambientales, Agosto 2001, Quito – Ecuador.

2.1.5 Identificación, Caracterización, Evaluación y Valoración de pasivos ambientales

Para el análisis de los pasivos ambientales, ya sean acumulados o de flujo, se requiere el estudio y desarrollo de cuatro etapas, que son las siguientes:

1. **Identificación:** se busca básicamente el determinar la existencia del pasivo ambiental y clasificarlo según sea acumulado o de flujo dependiendo de la afectación que cause y las circunstancias en las cuales se ha dado esa afectación.
2. **Caracterización:** se describen las características del pasivo que puede ser acumulado o de flujo, en donde se detalla el estado actual del pasivo y sus componentes, las afectaciones que estos tienen con el medio ambiente, cuales son las circunstancias por las que se ha generado el pasivo, los responsables del pasivo, etc. Es en sí la información técnica-histórica necesaria para la posterior evaluación y valoración.
3. **Evaluación:** describe la importancia y gravedad que el pasivo ha causado sobre el capital Natural o Reproducible en base a una cuantificación de los factores afectados y determinados en la segunda etapa.
4. **Valoración:** en esta etapa se busca determinar los planes de rehabilitación y los costos económicos que generan estos, para que desaparezca o disminuya la afectación del pasivo, de acuerdo con la importancia y gravedad que se determina en la evaluación.

Las dos primeras etapas están relacionadas entre sí, estas se desarrollarán principalmente en el campo con una ficha diseñada para este propósito, luego se diseñará otra ficha de gabinete que obtendrá la información levantada en el campo con un análisis más profundo de esta, la información obtenida será relevante para el análisis de las dos últimas etapas, en donde de igual manera se desarrollará otra ficha de gabinete para este propósito.

2.1.6 Marco legal

Los pasivos ambientales no se encuentran descritos dentro de la legislación ecuatoriana, pero existen ciertas leyes y reglamentos incluyendo a la Constitución de la República, que se pueden aplicar dentro de la definición de pasivos ambientales. Sabemos que estos causan un deterioro al medio ambiente y que son sujetos de control y rehabilitación dependiendo de la afectación y las circunstancias por la que se ha dado esa alteración, por lo tanto se puede aplicar ciertas regulaciones que van dirigidas a controlar estas

circunstancias que reflejan los pasivos ambientales que se han generado por la actividad de la industria hidrocarburífera. El Reglamento que aplica para nuestro estudio es el siguiente:

2.1.6.1 Decreto Ejecutivo 1215

El decreto ejecutivo 1215 es el Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador, tiene por objeto, regular las actividades hidrocarburíferas de exploración, desarrollo y producción, almacenamiento, transporte, industrialización y comercialización de petróleo crudo, derivados del petróleo, gas natural y afines, susceptibles de producir impactos ambientales en el área de influencia directa, definida en cada caso por un Estudio Ambiental respectivo.

Este reglamento contiene algunas disposiciones, entre ellas aquellas referidas al tipo de infraestructura que deben contar los sitios o áreas y equipos para que la operación sea ambientalmente válida. Estas pueden ser:

- **Contrapozo.-** “Alrededor del cabezal del pozo se deberá construir un dique (contrapozo) impermeabilizado a fin de recolectar residuos de crudo provenientes del cabezal y así evitar contaminación del sitio”.
- **Canales Perimetrales.-** “Las plataformas de perforación en el área efectiva de operaciones serán niveladas, compactadas y apropiadamente drenadas”.
- **Valla Perimetral.-** “Se construirán vallas adecuadas alrededor de las instalaciones de producción con el fin de proteger la vida silvestre”.
- **Cubetos impermeabilizados.-** “Los tanques, grupos de tanques o recipientes para crudo y sus derivados así como para combustibles se deberán mantenerse herméticamente cerrados, a nivel del suelo y estar aislados mediante un material impermeable para evitar filtraciones y contaminación del ambiente, y rodeados de un cubeto técnicamente diseñado para el efecto, con un volumen igual o mayor al 110% del tanque mayor”.
- **Revegetación de Taludes.-** “Los taludes deberán ser tratados y revegetados de tal manera que se eviten los deslizamientos y la erosión”.

Dentro del trabajo de tesis se identificarán aquellos incumplimientos que tengan relación con lo enunciado anteriormente para posteriormente valorar su costo de implementación, ya que estas, son necesidades básicas que de una u otra forma evitan el riesgo de un impacto hacia el ambiente y no cumplir con estas disposiciones podrán generar pasivos ambientales.

2.2 IDENTIFICACION DE TIPOS DE PASIVOS AMBIENTALES

La identificación parte de la definición que se tiene de pasivos ambientales acumulados y pasivos ambientales de flujo. De esta manera, se podrá clasificar cada tipo de pasivo que se ha observado. A continuación se nombrarán algunos ejemplos de tipos de pasivos ambientales que se pueden presentar en un área petrolera, producto de la actividad hidrocarburífera.

Acumulados	
Tipo de Pasivo	Descripción
Infraestructura abandonada	Son equipos o obras civiles que han sido abandonadas durante el tiempo y actualmente no tienen uso (casetas, tanques, tubería, etc.)
Espacio ocupado por plataformas abandonadas	Es el sitio donde se instalaron las facilidades necesarias para la actividad petrolera y que ha sido abandonado durante el tiempo, ya que no presenta algún beneficio para la actividad.
Piscinas con crudo abandonadas	Son los sitios donde se disponían los lodos de perforación o se realizaban las pruebas de producción y que actualmente se encuentran abandonadas sin ningún proceso de remediación.
Botaderos indiscriminados	Son los sitios en donde se han dispuesto chatarra y basura y que ha sido abandonada durante el tiempo
Superficies ocupadas por derrames no remediados	Son los sitios donde existió un derrame y que ha sido abandonado durante el tiempo sin ningún proceso de remediación
Maquinaria abandonada	Son los vehículos que han sido abandonados durante el tiempo ya que no presentan algún beneficio para la actividad
Espacio ocupado por carreteras abandonadas usadas en la operación petrolera	Es el sitio donde funcionaba una carretera utilizada para la operación petrolera la cual ha sido abandonada durante el tiempo y esta no cumple con ninguna función de uso por terceras personas.
Causes hídricos modificados	Son sitios en donde se han obstaculizado el drenaje natural del cause hídrico debido a la construcción de una obra civil.
Piscinas taponadas con afloramiento de crudo	Son sitios destinados al depósito de crudo, las cuales han sido taponadas con tierra sin retirar el crudo presente en ellas, y que durante el tiempo ha existido migración del crudo a la superficie.
Taludes desnudos abandonados	Son sitios que carecen de recubrimiento vegetal causados por la construcción de una obra civil.

FUENTE: Econ. AJAMIL César, IBARRA Silvana Ecuambiente Consulting Group, Metodología para la Identificación y Descripción de Pasivos Ambientales, Agosto 2001, Quito – Ecuador.

Flujo	
Tipo de Pasivo	Descripción
Espacio ocupado por plataformas en uso	Son los sitios destinados para el desarrollo de la actividad hidrocarburífera que se encuentran en operación
Generadores que emiten gases y humos provenientes de su funcionamiento.	Es el equipo que por su funcionamiento, en buenas o en malas condiciones, emiten gases y humo hacia la atmósfera.
Equipos en general que generan liqueos	Es el equipo que por defectos en sus componentes generan un liqueo de algún tipo de sustancia.
Minas y Canteras en uso	Son sitios en donde se extrae el material petreo para la construcción de una obra civil
Sumideros con crudo	Son los sitios de recepción de liqueos que se encuentran llenos de la sustancia que reciben
Superficies con presencia de derrames o liqueos	Son sitios o áreas que reciben el constante liqueo o derrame de una sustancia específica por parte de cierto equipo
Cubetos con presencia de derrames o liqueos	Es el sitio o área en donde se observa un derrame o liqueo proveniente del equipo que se encuentra ubicado en el cubeto.
Mecheros en funcionamiento	Es el equipo que quema el gas residual, el cual emite gases hacia la atmósfera y salpicaduras de crudo hacia el suelo.
Sitios utilizados para la disposición de residuos sólidos	Son sitios o áreas en donde se disponen residuos sólidos que pueden ser orgánicos y/o inorgánicos.
Descargas de aguas negras y grises al ambiente sin tratamiento	Son los desechos líquidos provenientes de los campamentos que se descargan al ambiente sin tratamiento alguno.
Piscinas en uso	Son sitios donde se almacena un fluido determinado el cual se encuentra en espera para su disposición. El sitio en sí no presenta con la infraestructura necesaria para su almacenamiento.

FUENTE: Econ. AJAMIL César, IBARRA Silvana Ecuambiente Consulting Group, Metodología para la Identificación y Descripción de Pasivos Ambientales, Agosto 2001, Quito – Ecuador.

2.3 TECNICAS DE MUESTREO

El muestreo ambiental constituye una actividad cuyo objetivo es coleccionar una porción de material (muestra) que sea representativa de un universo y, asegurar en la medida de lo posible que la calidad de la muestra al llegar al laboratorio de prueba, sea "igual" al momento de su colecta. A partir de la composición y/o comportamiento de la muestra, será posible inferir la composición y/o comportamiento del universo en estudio⁶.

⁶ www.uacj.mx/IIT/MaesAmbi/Cursos/angelina_dominguez/practica_no1.htm

No obstante existe una gran diversidad de métodos técnicos y científicos de muestreo ambiental, por consiguiente se realizará el muestreo de los factores ambientales que posiblemente estén afectados, según lo observado en el campo. El muestreo y análisis será aplicado según la norma vigente relacionada a la actividad hidrocarburífera⁷.

El objetivo del muestreo a realizarse es el de determinar la importancia del daño ambiental, si este existiera, para de esta manera lograr la cuantificación del impacto ambiental ya identificado en base a una matriz diseñada para este efecto en la etapa de evaluación de impactos.

En base a lo mencionado el muestreo deberá contemplar los siguientes puntos:

Sustrato a muestrear. Para este caso, se identificará el factor ambiental que se encuentre afectado por la acción del pasivo ambiental. Estos sustratos pueden ser Agua, Suelo, Aire y Biota

Identificación del sitio. Por medio de un mapa o croquis se identificará y ubicará los puntos de muestreo a realizarse. Se diseñará una tabla en donde se identifique el tipo de muestra, la fecha, un código, etc.

Tipo de muestra. Se tomarán muestras puntuales o compuestas. Se debe referir según lo que estipule el reglamento legal aplicable.

Número de muestras: Se considerará la dimensión del sustrato a muestrear afectado y referirse a lo que estipula el reglamento legal aplicable.

Tipo de toma de muestra. Se considerará el tipo de toma de muestra que puede ser manual o automática., dependiendo de los recursos con los que se cuente.

Equipo y materiales de muestreo. Se contarán con equipos y materiales específicos para cada sustrato a muestrear, dependiendo de la afectación observada.

Parámetros físicos, químicos y biológicos a analizarse. Se considerarán aquellos parámetros que se encuentren estipulados en la reglamentación legal aplicable.

Procedimientos de análisis recomendados y reglamentados. Se considerarán procedimientos de análisis recomendados por la reglamentación legal aplicable.

Transporte, preservación y almacenamiento de muestras. Se tomará

⁷ Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador

en cuenta lo relacionado al transporte, preservación y almacenamiento de muestras según lo estipulado por el laboratorio concerniente.

2.4 TECNICAS DE EVALUACION

Antes de describir la metodología que nos ayudará en la evaluación y valoración de pasivos ambientales, se deben establecer dos puntos importantes que se deberán analizar y desarrollar para la identificación, caracterización, evaluación y valoración de pasivos ambientales. Estos son los siguientes:

2.4.1 Área de influencia

Se refiere a la parte del medio ambiente que interacciona con la actividad hidrocarburífera que va ser afectado directa o indirectamente por dicha actividad.

El área de influencia directa se podría señalar a nivel de Área Petrolera o Campo Petrolero que se encuentra delimitado, suponiendo que se va a realizar el estudio de los pasivos ambientales de toda esa área o campo. El área de influencia indirecta será definida donde de una u otra forma son perceptibles los efectos producidos por las diferentes actividades de la actividad hidrocarburífera.

2.4.2 Línea Base

Se describen las condiciones ambientales del área de influencia, las cuales permiten obtener la información básica que posibilitará desarrollar un soporte en el cual se sustentará la siguiente etapa de evaluación. En lo posible la línea base deberá reflejar las condiciones ambientales antes de la actividad petrolera en cuyo caso se tomarán estudios realizados por terceros, de no ser así, se realizará dicho inventario que contemplará los siguientes puntos de acuerdo con la legislación aplicable para la actividad hidrocarburífera⁸:

- **Medio Físico.-** Se evaluará detalladamente los aspectos ambientales generales de la zona de influencia en cuanto a su geología, geomorfología, hidrología, climatología, tipos y usos del suelo, calidad de aguas, niveles de ruido, paisaje natural.
- **Medio Biótico.-** Se identificará los ecosistemas terrestres, cobertura vegetal, fauna y flora, ecosistemas acuáticos o marinos de ser el caso. Identificación de zonas sensibles, especies de fauna y flora únicas, raras o en peligro y potenciales amenazas al ecosistema.

La legislación nos pide realizar la evaluación del Medio Socio-Económico. Este Medio no comprende en nuestro tema de tesis, ya que está relacionado con la

⁸ Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador

parte que involucra a los Pasivos Sociales, situación antes referida a la que no se entrará en análisis.

Definido lo anterior, se obtendrá un diagnóstico del estado actual en que se encuentra el área estudiada, por lo que el diagnóstico de las condiciones actuales, de manera evidente mostrará el deterioro (el impacto) del medio (físico, biótico, socio-económico) cuando se compara por ejemplo, la superficie de bosque remanente (y se establece el porcentaje) con la superficie estudiada que se supone estuvo cubierta totalmente por ellos o cuando se contrasta la calidad del agua en un curso antes de ingresar al campo y luego de atravesarlo.

En este sentido, de manera explícita, en la línea base se establecen los impactos ambientales, los cuales se identifican y califican tomando en cuenta por un lado el deterioro ambiental identificado en el área y las condiciones remanentes de los factores ambientales y por otro, las acciones que la industria petrolera continuará desarrollando y que podrían incrementar el deterioro o mejorar las condiciones con la introducción de nuevas prácticas ambientales⁹.

2.4.3 Evaluación

Se han elaborado muchas técnicas o métodos como ayuda para la identificación y evaluación de impactos, pero no hay una metodología que pueda aplicarse sistemáticamente incluso a un mismo tipo de proyecto, porque cada proyecto en cada lugar tiene condiciones singulares.

Del análisis realizado de los diferentes métodos existentes, se puede aplicar una metodología en particular. Esta comienza generando una matriz en donde se identifique el subsistema, medio y factor que son susceptibles a recibir impactos. Estas están definidas en el siguiente árbol genérico:

Subsistema Físico Natural. Sistema constituido por los elementos del medio natural tal y como se encuentran en la actualidad.

Medio Inerte. Sustrato inerte del subsistema físico natural: aire, agua, suelo.

Factor Aire. Calidad del aire expresada en términos de ausencia o presencia de contaminantes.

Factor Agua. Calidad del agua expresada en términos de ausencia o presencia de contaminantes.

Factor Suelo. Calidad del suelo expresada en términos de ausencia o presencia de contaminantes.

Medio Biótico. Biocenosis (vegetal y animal). Conjunto de seres vivos.

Factor Flora. Conjunto de especies vegetales y su estado.

Factor Fauna. Conjunto de especies animales y su estado.

Medio Perceptual. Expresión externa y perceptible del medio por los diversos sentidos.

Factor Paisaje. Porciones de un territorio que se perciben por sus

⁹ Línea Base Ambiental del Campo de Producción Shushufindi, Envirotec Cia. Ltda., Enero 2002

características singulares y denotan su estado.

Una vez identificado los factores ambientales se denotarán los impactos generados por la acción de uno o varios pasivos denotándolos en el subsistema, medio y factor que es susceptible a recibir la afectación. Así por ejemplo:

PASIVOS			
SUBSISTEMA	MEDIO	FACTOR	IMPACTO
FISICO NATURAL	INERTE	Aire:	Contaminación del aire por emisiones gaseosas del generador
			Contaminación del aire por ruido, generado por el funcionamiento del generador
		Agua:	Contaminación del agua del estero por hidrocarburos generado por las descargas del sumidero del generador
			Suelo:
	BIOTICO	Flora:	Quema de la vegetación circundante por el mechero
		Fauna:	No se ha observado afectación alguna
			Ahuyentamiento de especies animales por generación de ruido producido por el generador
PERCEPTUAL	Paisaje:	Afectación del paisaje original de la zona por piscina de crudo	

Determinado el impacto sobre el subsistema, medio y factor afectado se procederá a evaluar de forma cualitativa la Importancia (I), que es la severidad y la forma de la alteración de ese impacto de acuerdo a una serie de atributos que caracterizan dicha alteración¹⁰.

Estos atributos son de tipo cualitativo y para su mejor análisis se las ha desarrollado dándoles un carácter formal, que implica tipificar las formas en las que se puede describir cada atributo y atribuir un código numérico a cada forma acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y un mínimo para la más favorable, luego se aplicará una función, suma ponderada para obtener un valor, y finalmente, se estandarizará entre 0 y 1 los valores obtenidos mediante la expresión:

$$\text{Importancia}_{\text{EST}} = I - I_{\text{MIN.}} / I_{\text{MAX.}} - I_{\text{MIN.}}$$

Siendo:

I = el valor de importancia obtenida por un impacto

I_{MAX.} = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor.

I_{MIN.} = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor¹¹.

¹⁰ Domingo Gómez Orea, Evaluación del Impacto Ambiental, Metodología General para la realización de un Estudio de Impacto Ambiental.

¹¹ Domingo Gómez Orea, Evaluación del Impacto Ambiental, Metodología General para la realización de un Estudio de Impacto Ambiental.

Estos atributos se describen y se desarrollan de la siguiente manera:

Intensidad (I): Este término se refiere al grado de destrucción de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. Para su calificación se han adoptado la siguiente escala de valoración comprendida entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una destrucción total del factor en el área en el que se produce el efecto, y el 1 una afección mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias¹².

Baja	1
Media	2
Alta	4
Muy alta	8
Total	12

Extensión (EX): Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter Puntual (1). Si por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será Total, considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto Parcial o Local (2) y Extenso o Regional (4).

En el caso de que el efecto sea puntual pero se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de 4 unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta y, en el caso de considera que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras, habrá que buscar inmediatamente otra alternativa al proyecto, con el fin de anular la causa que nos produce este efecto.

Por ejemplo un vertido de un contaminante aguas arriba y próximo a una toma de agua, degradación paisajística a una zona muy visitada, etc.

Puntual	1
Local	2
Regional	4
Total	8
Critico puntual	(+4)

Momento (MO): Se refiere al plazo de manifestación estimado según el tiempo de reacción del factor que afecta. El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.

¹² Christian Zambrano y Frank Duque, Evaluación y Valoración de Pasivos Ambientales en los pozos 44, 67 y 123 del Campo Sacha Sur Operado por Petroproducción. Tesis de Grado. Universidad Central.

Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, Corto Plazo, asignándole en ambos casos un valor (4). Si es un período de tiempo que va de 1 a 5 años, Mediano Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, Largo Plazo, con valor asignado (1).

Si concurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de una o cuatro unidades por encima de las especificadas.

Por ejemplo ruido en las noches en las proximidades de un centro hospitalario, el momento es inmediato, por tanto tendríamos un valor de 4, pero al ser crítico daríamos un valor entre 5 y 8, dependiendo del efecto producido. Otro ejemplo podría ser la previsible aparición de una plaga en una finca, justo antes de la recolección, en este caso el momento es mediano plazo pero crítico, por tanto tendrá valores entre 3 y 6.

Largo plazo	1
Mediano plazo	2
Inmediato	4
Crítico	(+1,+2,+3 o +4)

Persistencia (PE): Estimado según el tiempo de duración. Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.

Si dura menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto Fugaz, asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 10 años. Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como Permanente asignándole un valor (4).

Fugaz	1
Temporal	2
Permanente	4

Reversibilidad (RV): Estimado por la recuperación natural en el tiempo. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.

Si es a Corto Plazo, se le asigna un valor (1), si es a Medio Plazo (2) y si el efecto es Irreversible le asignamos el valor (4). Los intervalos de tiempo que comprende estos períodos, son los mismos asignados en el parámetro anterior.

Corto plazo	1
Mediano plazo	2
Irreversible	4

Sinergia (SI): Estimado por el desencadenamiento de un impacto a partir de otro. Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).

Sin sinergismo (simple)	1
Sinérgico	2
Muy sinérgico	4

Acumulación (AC): Estimado por la acumulación del impacto en un solo factor. Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).

Simple	1
Acumulativo	4

Efecto (EF): Estimado por la afectación directa o indirecta. Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.

El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta.

En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. Por ejemplo un compuesto puede contaminar el aire, pero mediante otra reacción con el mismo compuesto puede afectar la capa de ozono.

Este término toma el Valor (1) en el caso de que el efecto sea secundario y el valor (4) cuando sea directo.

Indirecto (secundario)	1
Directo	4

Periodicidad (PR): Estimado por los intervalos de tiempo en que se producirán los impactos. La Periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).

A los efectos continuos se les asigna un valor (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1).

Irregular	1
Periódico	2
Continuo	4

Recuperabilidad (RC): Estimado por la capacidad de recuperación natural del medio o por las medidas correctivas que se apliquen. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).

Si el efecto es totalmente Recuperable, se le asigna un valor de (1) o (2), según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es Mitigable, y toma un valor (4). Cuando el efecto es Irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor de (8).

Se hace notar que también es posible, mediante la aplicación de medidas correctoras, disminuir el tiempo de retorno a las condiciones iniciales previas a la implantación de la actividad por medios naturales, o sea acelerar la reversibilidad, y lo que es lo mismo disminuir la persistencia.

Recuperación inmediata	1
Recuperación a mediano plazo	2
Mitigable	4
Irrecuperable	8

Una vez definido los atributos se calculará la Importancia (I) de acuerdo a la siguiente ecuación, la cual ha sido elaborada de acuerdo a las necesidades y experiencias de los profesionales involucrados en el área:

$$I = (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + RC)$$

Tras la aplicación de la fórmula de la Importancia a cada uno de los impactos ambientales, se obtiene un valor, comprendido entre unos máximos y unos mínimos. Siendo I_{MAX} e I_{MIN} los valores máximo y mínimo que puede tomar la fórmula; que serán de 13 y 88.

El valor de la importancia final del impacto, que expresa la importancia del efecto, ha de ser finalmente estandarizada entre 0 y 1 mediante la expresión:

$$\text{Importancia}_{EST.} = I - I_{MIN.} / I_{MAX.} - I_{MIN.}$$

La Importancia de un Impacto fluctúa entre valores máximos de 1 y mínimos de 0. Se considera a un impacto que ha recibido la calificación de 1, como un impacto de total trascendencia y directa influencia en el entorno. Los valores de Importancia que sean similares al valor de 0 denotan poca trascendencia y casi ninguna influencia sobre el entorno¹³.

Se ha elaborado un comparativo para calificar a la importancia de acuerdo al valor que haya tomado y con lo enunciado anteriormente, para facilitar el proceso de valoración de aquellos factores que denoten gran importancia.

< 0.25	→	MINIMA
0.25 – 0.50	→	MODERADO
0.50 – 0.75	→	SEVERO
> 0.75	→	CRITICO

Este cuadro nos servirá como referencia, para valorar aquellos impactos que denoten Severo y Crítico.

2.4.4 Medidas Correctoras

Uno de los propósitos de la evaluación es identificar y valorar los efectos ambientales potenciales que se han producido por la acción de uno o varios pasivos. Los resultados de la etapa de evaluación no tendrían sentido a menos que en una fase posterior se efectúe un análisis de las posibles soluciones a tomarse para lograr la eliminación de estos efectos, su mitigación o minimización. A este tipo de acciones se las denominada en forma general Medidas Correctoras, las cuales se pueden clasificar en distintas formas dependiendo su acción. Para el caso de Pasivos Ambientales la medida a tomarse será la siguiente:

¹³ Domingo Gómez Orea, Evaluación del Impacto Ambiental, Metodología General para la realización de un Estudio de Impacto Ambiental.

2.4.4.1 Medidas de Rehabilitación o Mitigación

Este tipo de medidas tienden a minimizar los efectos negativos mediante la ejecución de una serie de acciones que se realizarán sobre los pasivos que causan esos efectos negativos. Estas acciones abarcan tecnologías que se aplicaran para remediar ese impacto sobre el factor afectado y que nos servirán para determinar los costos que implican estas para tratar el pasivo ambiental.

Es importante recalcar que para poder seleccionar una técnica de rehabilitación óptima, se deben realizar una serie de análisis de aquellos factores ambientales que han sido sujetos de alteración por un impacto producido. Por lo tanto se hace necesario realizar un muestreo de esos factores para su posterior análisis de laboratorio, que con sus resultados se podrá proponer una tecnología que ayude a rehabilitar ese impacto.

De esta manera, se ha examinado información con relación a las tecnologías que involucran a la remediación ambiental las cuales se aplican actualmente en la industria hidrocarburífera.

Proceso Térmico

El tratamiento térmico para ciertos compuestos (hidrocarburos, disolventes) mezclados con tierras arcillas y otros materiales, para su remediación, se lo está realizando en base a la desorción térmica, este proceso se realiza con calentadores desde 90 hasta 540 °C. La desorción térmica usa al calor para separar físicamente los contaminantes de la tierra, después se someten a un tratamiento posterior mientras que la incineración usa el calor para destruir los contaminantes.

Las temperaturas suficientemente altas permiten oxidar los contaminantes orgánicos por completo. Sin embargo el control y monitoreo de las emisiones gaseosas, son críticos en esta técnica de remediación.

Este consta de diferentes pasos como lo describiremos a continuación:

- Se cúbica el material a ser tratado, posteriormente se realizan trabajos de limpieza de basura sobre la superficie de la piscina, y con una retro excavadora se coloca el material a ser tratado sobre un vacum o bañeras (volquetas serradas en forma de tanques) dependiendo del grado API.
- Este material es traslado a la planta de tratamiento, el mismo que es sometido a temperaturas que oscilan entre 110 y 120 °C, conjuntamente con procesos de tamizado continuo.

- Este crudo pasa por varios sistemas hasta lograr que el crudo en tratamiento, alcance los 15 ° API y un BSW menores al 1%, a fin de ser devuelto a Producción.
- Los residuos obtenidos son incinerados a T° superiores a los 1500 ° C .Resulta importante mencionar que el proceso de tratamiento dura entre 20 a24 horas y su capacidad de 150 a 200 barriles por día
- En relación al suelo desbrozado, este es tratado cubierto y revegetado según lo estipula la ley ambiental y los requerimientos de la empresa contratante.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Es usada en crudo de API considerados como pesado • Se recupera crudo para inyectarlo a producción. • No se requieren de factores ambientales específicos para la aplicación de esta técnica • No se necesita de tratamiento adicional del suelo ya que es trasladado en su mayor parte a la planta • Existen productos que disminuyen su viscosidad en el mercado • Corto tiempo de tratamiento • Cumplimiento de la Ley para la empresa • Prestigio a nivel institucional 	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere trasladar el material contaminado a la planta. • Se necesita reductor de viscosidad para que el material a tratar sea manejable con el vacuum. • Después del retiro de material, se necesita material adicional para reconformar la piscina o área contaminada. • Altos costos de operación y transporte. • La incineración de los desechos finales produce contaminación

Land Farming

El land farming es un proceso de Biorremediación usado para la descontaminación de suelos que contienen hidrocarburos. Este método es el menos costoso biotratamiento que permite la remediación biológica de suelos, lodos y aguas contaminados con hidrocarburos especialmente en áreas tropicales y con un alto índice de humedad.

Subsecuentemente, este tratamiento es aplicable cuando las emisiones de hidrocarburos volátiles no son un problema. Sin embargo, una consideración importante para la aplicación de esta técnica, es la disponibilidad de terreno que

se tenga para la construcción de la celda de tratamiento. Si existe la posibilidad de contaminar aguas subterráneas, se debe colocar un *liner* (Geomembrana) de recolección de lechadas cuando se construya la unidad de tratamiento.

El proceso ha seguir de manera resumida es el siguiente:

- *Adición de Nutrientes*.-Los nutrientes deben ser añadidos a la zona de landfarming y deben ser incorporados al suelo mediante arado y técnicas de cultivo.
- *Aireación*.-La Biodegradación aeróbica del petróleo deberá ser mantenida mediante arado periódico. La programación del arado debe ser desarrollado para cada caso dependiendo del grado de contaminación y del tipo de suelo. Como mínimo, el suelo debe ser arado por lo menos una vez al mes.
- *Irrigación*.-El factor crítico en el éxito de una biodegradación mejorada por landfaring, es la apropiada dosificación de agua durante periodos secos. Todos los landfaring deben ser irrigados periódicamente cuando existen periodos secos. La irrigación deberá proveer solo la cantidad de agua suficiente para llenar el suelo de acuerdo a la capacidad de retención del mismo. Cualquier exceso de agua puede conducir a la migración de contaminantes al agua subterránea. El agua irrigada deberá ser aplicada a una rata menor que la rata de infiltración para evitar que se presenten aguas de escorrentía.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo económico en la implantación de esta técnica • Buenos resultados comprobados • Fácil verificación de resultados mediante análisis físico-químicos • Cumplimiento de la Ley para la empresa • Se evita en los posible problemas sociales • Causa beneficio a la salud por mejoramiento ambiental y genera • Prestigio a nivel institucional 	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de población microbial activa • Extensión del terreno necesarios para la biodegradación • Tiempo prolongado de tratamiento • La biorremediación no es aplicable en el tratamiento de: Metales, cianuros y algunos compuestos clorados • Si es ex situ, el traslado de material contaminado causa problemas.

Estabilización y confinamiento.

La estabilización y confinamiento no se puede considerar como una tecnología de tratamiento ya que la estabilización, no destruye y/o modifica la carga contaminante, solo la confina. Esta técnica es aceptable si se va a reciclar suelos contaminados con hidrocarburos y la concentración no es mayor al 10 % en peso.

Si se trata de suelos y sólidos de partículas muy finas resulta muy complicado incorporar a las formulaciones de concreto, ya que tiende a rendir concretos de menor resistencia que los suelos arenosos.

Por otra parte al tratarse de crudo intemperizado, se lo podría utilizar al material contaminante como asfalto; el proceso es el siguiente:

- Se retira el material contaminado a tratarse.
- Se dispone y limpia la superficie de confinamiento y se construye la obra civil del emplazamiento.
- Al material contaminado, se agregan un producto formulado en base a minerales como la piedra pómez, cal, caolín, carbonato de calcio, OBM encapsulados, asfalto líquido y agregados de cantera. Con estos elementos se consigue la estabilización del crudo y el aglutinamiento de los metales pétreos.
- Finalmente se confina y tapa con concreto el lugar de almacenamiento.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none">• Cumplimiento de la Ley para la empresa• Es adecuada cuando se tiene metales pesados como contaminantes.• No se necesita mayormente de personal especializado.	<ul style="list-style-type: none">• No es considerado como un método de remediación.• No se elimina la contaminación• Altos costos de construcción.• Aprobación de la comunidad para su construcción.

Adicionalmente para los demás pasivos identificados, estos tendrán el mismo trato en torno a soluciones ambientales, a fin de que las áreas afectadas queden en las mejores condiciones posibles.

2.5 VALORACION DE PASIVOS AMBIENTALES

2.5.1 Metodología para la valoración de la rehabilitación del daño ambiental.

La valoración económica del daño ambiental para el presente estudio se centra básicamente en determinar el costo real que implica la remediación efectiva de los pasivos ambientales.

El daño ambiental¹⁴ representa la diferencia entre la situación del recurso antes de la afectación y después de ella, lo que obliga a conocer su condición antes y después de la afectación. El Gráfico 1 permite una ilustración más precisa del daño ambiental, donde se muestra cómo se afecta el recurso natural (que en el gráfico se indica como "factor ambiental") una vez que la operación que causa el daño ha entrado en actividad. Por lo tanto, para evaluar dicho daño ambiental, se necesita estimar estos dos estados, pues el daño comprendería la diferencia entre el estado ambiental antes de la intervención y después de la intervención humana que ocasionó el daño. En términos matemáticos, el daño se expresaría por DA_j , el que está dado por el área entre las curvas f_1 y f_2 a partir del inicio t_0 , de modo que:

$$DA_j = \int_{t_0}^x [f_1(t) - f_2(t)] dt$$

donde,

DA : es el daño ocasionado al recurso natural j

$f_1(t)$: explica el comportamiento del recurso natural (o factor ambiental) *sin* presencia de la actividad económica particular (o sea, *antes* del daño)

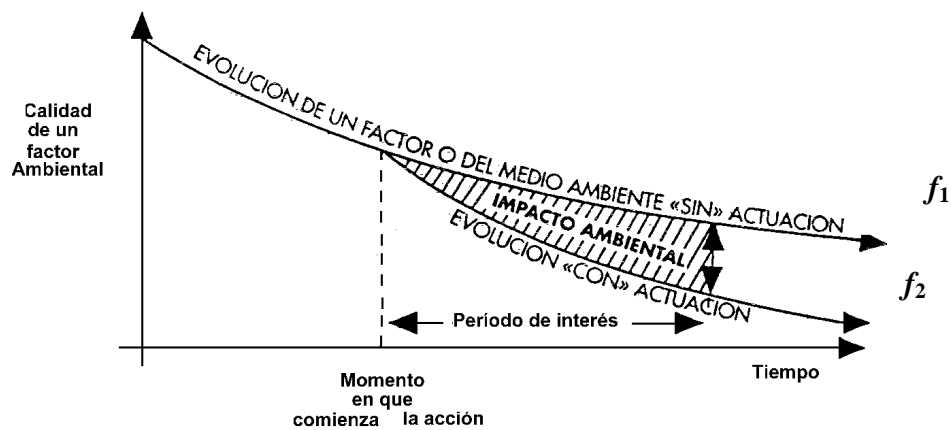
$f_2(t)$: explica el comportamiento del recurso natural una vez que entra en operación la actividad económica (o sea, *después* del daño)

t : tiempo

x : tiempo que perdura la afectación en el factor j

Gráfico 1. El impacto es la diferencia entre la evolución del medio ambiente "sin" y "con" la alteración ocasionada.

¹⁴ Barrantes Gerardo, Evaluación del Servicio Ambiental Hídrico y del Daño Ambiental, Costa Rica Noviembre 2003

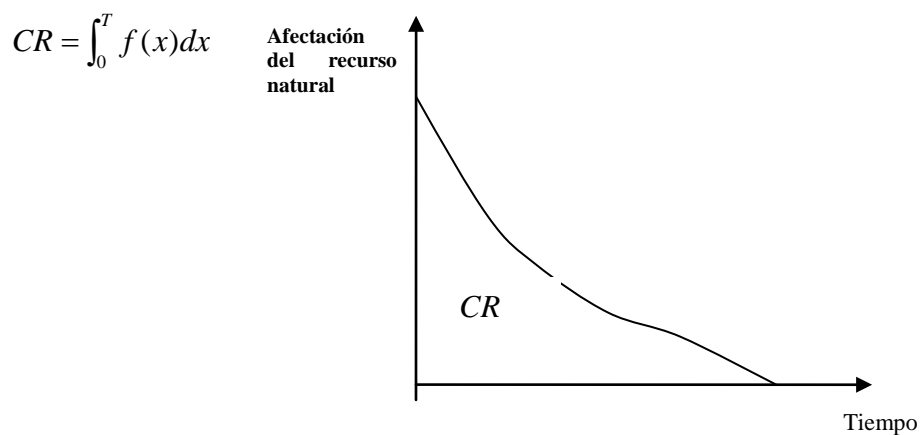


Fuente: Barrantes y Chávez " Evaluación del servicio ambiental y del daño ambiental"

Se debe procurar la restauración, de un recurso natural cuando a éste se le ha ocasionado un daño biofísico. En este caso, para realizar la cuantificación económica asociada a esta restauración, debe identificarse los niveles presentes en el recurso antes de la alteración.

La recuperación del recurso natural hasta los niveles aceptables está determinada por la magnitud del daño ocasionado, las características del recurso natural, el tiempo de la recuperación y el área afectada. Analíticamente, el costo de recuperación (CR) sería el área correspondiente bajo la curva $f(x)$ en el intervalo de tiempo $(0, T)$, donde x es un vector de variables que explican la afectación biofísica del recurso natural.

Gráfico 2. Aproximación del costo de recuperación del recurso natural afectado.



Fuente: Barrantes y Chávez "Evaluación del servicio ambiental y del daño ambiental"

La restauración de un recurso natural hasta su estado inicial previo a la alteración, implica la ejecución de una serie de actividades que tienen que desarrollarse y que representan costos que deben ser cubiertos por quien causó el daño. Estos dependen de la magnitud del daño y del tiempo de restauración del recurso natural afectado, así como el nivel de restauración que se deba alcanzar, determinado por el estado de conservación en que se encontraba el recurso en el momento en que fue afectado.

La estimación del costo total de restauración del recurso natural dependerá de las características intrínsecas del mismo, ya que éstas determinarán, a la vez, el conjunto de actividades que deberán realizarse en la restauración. Entre más complejo sea el factor, más elementos por recuperar se presentarán. Cada una de las actividades a realizar demanda una serie de recursos y de insumos. Los precios y las cantidades de los recursos y de los insumos a utilizar explican el total de costos.

2.5.1.1 Valoración de los costos que implican las medidas de rehabilitación o mitigación

Para efectos de valorar todos y cada uno de los pasivos ambientales generados por la actividad petrolera, se propone una medida de rehabilitación acorde al pasivo observado, generando un presupuesto tentativo de los costos que implican actualmente la rehabilitación efectiva de las zonas afectadas.

Para esto se tendrá que buscar información de las compañías que realizan este tipo de servicios y generar cuadros que impliquen los costos que se aplican a la rehabilitación del daño ambiental. A continuación se resumen los costos unitarios aproximados obtenidos, guardando en sí la fuente de información debido a la confidencialidad y celo de las compañías:

Mantenimiento vial

ACTIVIDAD	COSTO UNITARIO
Revegetación de taludes	15,00 USD/m ² .
Mantenimiento de vía: mano de obra, maquinaria, desbroce de vegetación, mantenimiento de cunetas laterales, relleno de baches.	1250,00 USD/Km.
Mantenimiento y reparación de muros	125,00 USD/m ³ .
Limpieza de alcantarillas	14,26 USD/m ³ .
Mantenimiento de puentes: reparación de barandas laterales, pintura de barandas, relleno de baches, desbroce de vegetación en la base, limpieza del canal de agua, mano de obra.	800,00 USD/m.

Remediación de suelos contaminados con crudo

ACTIVIDAD	COSTO UNITARIO
Limpieza y remediación	70,00 USD/m ² .
Limpieza de plataformas de cemento contaminadas	10,00 USD/m ² .

Remediación por piscinas contaminadas con crudo

ACTIVIDAD	COSTO UNITARIO
Tratamiento completo: obtención de crudo limpio, remediación del suelo, remediación del agua, taponamiento de piscina, revegetación, seguimiento.	190,00 USD/m ³ .

Rehabilitación de plataformas abandonadas

ACTIVIDAD	COSTO UNITARIO
Recolección y transporte de material pétreo.	15 USD/m ³
Remoción y preparación capa arcillosa, colocación capa vegetal, reforestación y monitoreo.	14 USD/m ²

2.5.2 Metodología para valorar el daño ambiental ocasionado a los recursos naturales.

El capital natural está conformado por el aire, el suelo y el subsuelo, el agua, los mares y, en general, todos los recursos biológicos y todas sus interrelaciones. Parte del capital natural la constituyen el aire limpio, el agua disponible y no contaminada, los suelos fértiles, las especies y ecosistemas sanos, los paisajes disfrutables, los microclimas benignos y todo aquello que ayuda al bienestar y a la calidad de la vida, incluyendo todos los valores religiosos, culturales, éticos y estéticos que representan la existencia de los recursos naturales.

Su conservación productiva se vincula al bienestar de las sociedades por su contribución real y potencial a la riqueza de las naciones. La humanidad se beneficia de este capital natural a través de la provisión de bienes tales como alimentos, medicinas, materias primas; de los servicios ambientales, como la conservación y almacenamiento de agua, la calidad del aire, del agua y del suelo; y los servicios de recreación para las generaciones presentes y futuras.

Sin embargo, a pesar de todos estos beneficios, las cifras mundiales arrojan otra realidad: la creciente degradación y agotamiento de los recursos biológicos y de su biodiversidad. Esto ha llevado a la extinción de un numeroso conjunto de especies de plantas y animales, y a que otras estén amenazadas con

desaparecer. La pérdida de biodiversidad es considerada como uno de los problemas globales más importantes. Adicionalmente, la actividad económica no reconoce de manera explícita el valor de uso de los recursos biológicos y de los servicios que proveen, provocando frecuentemente el agotamiento, la degradación y la cancelación de los usos presentes y futuros de dichos recursos. La ausencia de esta valoración ha permitido que durante mucho tiempo sólo se tomaran decisiones basadas en las estrictas señales de mercado (cuando existen mercados formales o que proporcionan elementos para su seguimiento) o en las necesidades primarias del desarrollo. La distorsión de precios en mercados subsidiados ha generado incentivos para el uso excesivo de los recursos y propiciado su creciente escasez.

Los servicios ambientales de los ecosistemas y la conservación de la biodiversidad son generalmente desatendidos por las políticas de subsidios, o por la rentabilidad comercial, que favorecen la apertura de tierras para actividades agropecuarias, el crecimiento urbano desordenado, la concentración industrial excesiva y la sobreexplotación de los recursos biológicos. En similar situación se encuentran otros recursos naturales comunes, como el agua o el aire limpios, que, por no tener valores económicos asociados, son explotados por unos en perjuicio de otros.

La valoración de los recursos naturales permitirá dar bases para que los gobiernos intervengan corrigiendo las acciones de los particulares o eliminando subsidios que distorsionan las decisiones y promueven comportamientos inapropiados en relación con los recursos naturales.

De esta forma la valoración de los recursos naturales permitirán deducir los costos ambientales causados por el desarrollo de proyectos.

Hay que hacer notar que el instrumento de valoración económica presenta aún diversos problemas en su desarrollo conceptual y metodológico, por lo que algunos autores dudan de su efectividad y utilidad. A pesar de ello, estas técnicas están siendo objeto de cada vez mayor atención para propósitos de formulación de políticas, establecimiento de programas y evaluación de proyectos, tanto por instituciones nacionales como en el ámbito internacional.

2.5.2.1 Clasificación para la valoración económica

Generalmente se ha aceptado una clasificación para la valoración económica de los recursos biológicos y su diversidad de acuerdo con el beneficio que aportan a la sociedad. Existen algunas variantes de esta clasificación, pero todas introducen el valor de uso de los recursos naturales y la biodiversidad, los valores alternos de este uso, los valores para futuras generaciones y los valores referidos a una convicción ética.

Esta clasificación reconoce los valores de uso y de no uso (**ver cuadro**).

Claramente, los valores descritos en ésta varían de acuerdo con el ecosistema, área, hábitat o especie al que se quieran aplicar, no sólo en cuanto al valor mismo, sino en cuanto a la aplicabilidad del concepto.

Los valores de uso a su vez se dividen en valor de uso directo, de uso indirecto y valor de opción. El valor de uso directo es el más accesible en su concepción, debido a que se reconoce de manera inmediata a través del consumo del recurso biológico (alimentos, producción de madera; la explotación pesquera; la obtención de carne, pieles y otros productos animales y vegetales; la recolección de leña, y el pastoreo del ganado, entre otras) o de su recepción por los individuos (ecoturismo, actividades recreativas). Algunas clasificaciones abren el valor directo en valor de uso extractivo y de uso no extractivo (**ver cuadro**).

El valor de uso indirecto se refiere a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios ambientales de los ecosistemas y de las funciones del hábitat. Algunos ejemplos son los servicios proporcionados por los bosques como la protección contra la erosión, la regeneración de suelos, la recarga de acuíferos, el control de inundaciones, el ciclaje de nutrientes, la protección de costas, la captación y el almacenamiento de carbono, el autosostenimiento del sistema biológico, entre otros.

A diferencia del valor de uso directo, el indirecto generalmente no requiere del acceso físico del usuario al recurso natural, pero sí de la existencia física del recurso en buenas condiciones.

<i>Directo</i>	<i>Valor de uso indirecto</i>	<i>De opción</i>	<i>Valor de no uso</i>	
			<i>De herencia</i>	<i>De existencia</i>
Productos de consumo o servicios directos	Beneficios funcionales	Uso directo o indirecto futuro	Valor de legar valores a los descendientes	Valores éticos
Usos extractivos: <ul style="list-style-type: none"> • Materia prima • Alimentos • Cultivo y pastoreo • Colecta de especímenes y material genético • Hábitat Humano 	Ecosistémicas: <ul style="list-style-type: none"> • Auto preservación y evolución del sistema • Ciclaje de nutrientes • Conocimiento e investigación científica actual • Hábitat migratorio • Fijación de nitrógeno 	<ul style="list-style-type: none"> • Continuidad del sistema • Obtención de nueva materia prima • Nuevos conocimientos 	<ul style="list-style-type: none"> • Protección del hábitat • Evitar cambios irreversibles 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de la Existencia • Protección del hábitat • Evitar cambios irreversibles • Culturales, estéticos y religiosos
Usos no extractivos: <ul style="list-style-type: none"> • Salud • Recreación <ul style="list-style-type: none"> - Ecoturismo - Deporte • Actividades culturales y religiosas • Navegación 	Ambientales: <ul style="list-style-type: none"> • Protección y regeneración de suelos • Captación y purificación del agua • Protección de cuencas • Control de plagas • Control de inundaciones • Protección contra tormentas • Regulación climática • Retención de carbono • Estabilización costera 			

El valor de opción se refiere al valor de los usos potenciales de los recursos biológicos para su utilización futura directa o indirecta. Por ejemplo, el uso potencial de plantas para fines farmacéuticos, para la obtención de nuevas materias primas o de especímenes para el control biológico de plagas, y para el avance del conocimiento humano sobre la vida en nuestro hábitat planetario. En adición a los valores de uso actuales o potenciales, los valores de no uso incluyen el valor de herencia, que se refiere al valor de legar los beneficios del recurso a las generaciones futuras; este valor implica un sentido de pertenencia o propiedad.

Finalmente, el valor de existencia es el valor de un bien ambiental simplemente porque existe: este valor es de orden ético, con implicaciones estéticas, culturales o religiosas. Por ejemplo, uno puede valorar la existencia de selvas, jaguares o ballenas, sin implicaciones de posesión o de uso directo o indirecto de ellos.

2.5.2.2 Métodos de medición

En general, los recursos biológicos son comercializados para su uso directo en el consumo intermedio o final, así que existen mercados donde se fijan sus precios. En otros casos, los recursos se valoran a través del precio de recursos asociados o sustitutos que se comercializan.

Para la valoración de los usos indirectos que proporcionan los servicios ambientales, en general no existen mercados, y la valoración tiene que recurrir a mercados simulados y a otros métodos de valoración.

Los métodos de medición del valor económico se pueden agrupar de acuerdo con el tipo de mercado que se utiliza para su cálculo: a partir de un mercado real, un mercado sustituto o un mercado simulado.

En el caso de mercados reales se utiliza la información de los precios de mercado como un índice del valor monetario del recurso biológico, suponiendo que este precio describa razonablemente el valor.

Existen otras técnicas como la del cambio de productividad. Por ejemplo, la pérdida de los bosques puede disminuir la productividad agrícola al degradarse los servicios ambientales prestados por ellos, tales como la conservación del suelo y el agua, el control de inundaciones o la protección contra el viento. El costo de oportunidad o el valor neto de la producción perdida se convierte en una medida de valor del servicio ambiental del bosque para la agricultura. Esta valoración se hace sobre los precios de mercado de la producción perdida por la disminución de productividad. La ganancia perdida se puede considerar como la máxima disposición de los agricultores de pagar para evitar el daño. Este método puede ser usado para la valoración del uso indirecto.

Otra estrategia es utilizar un mercado sustituto, obteniéndose una curva de demanda subrogada. Se utiliza la información de precios en mercados reales para calcular de manera indirecta los beneficios de los bienes o servicios de la biodiversidad para los cuales no existen mercados. Algunas técnicas utilizadas son las de gastos de viaje, métodos hedónicos, gastos defensivos y otros. En el método de los precios hedónicos, se separa el componente ambiental y se compara el precio de mercado del bien con otro que carezca de los atributos ambientales. Por ejemplo, el valor adicional de un inmueble por encontrarse en un bosque o en un sitio con paisaje natural excepcional.

En el método de gastos de viaje, estos gastos se usan como una aproximación para valorar sitios recreacionales a través del gasto que efectúan los visitantes. El método sirve para valorar algunos usos directos como la recreación o el deporte. Las visitas por individuo se definen como una función de los gastos de viaje y de las condiciones socioeconómicas del usuario. Se realizan observaciones de las visitas realizadas tomando en cuenta las distancias de viaje. De esas observaciones se deriva una curva de demanda y se obtiene la disposición a pagar del usuario del servicio (el visitante al sitio recreacional) (Perrings C. *et al.*, 1995).

El método de los gastos preventivos y defensivos se usa para medir los gastos de gobiernos, empresas y particulares para reducir los efectos ambientales no deseados. En este método se interpretan los gastos como un indicador de los beneficios ambientales resultantes. El método, sin embargo, debe considerar la existencia de gastos efectuados en virtud de normas obligatorias, que pueden distorsionar el valor del beneficio obtenido.

<i>Mercado real</i>	<i>Mercado sustituto</i>	<i>Mercado simulado</i>
Precio de mercado Cambio en la productividad	Gastos de viaje Métodos hedónicos Costos preventivos y defensivos	Valoración contingente

Cuando no existe un mercado, lo que es muy frecuente para valores de no uso y para los servicios ambientales, se utiliza un mercado simulado o construido. Se diseña una encuesta mediante la cual se construye una situación similar a un mercado. Las técnicas utilizadas son la valoración contingente y el grado de contingencia. Por ejemplo, en la valoración contingente se les pregunta a los encuestados cuánto estarían dispuestos a pagar para conservar una especie o una área natural, o bien, cuánto estarían dispuestos a recibir por la destrucción o desaparición de una especie o un área natural. Este pago puede ser en forma de contribución voluntaria, como cargo fiscal, o como un mayor precio por los productos y los servicios asociados. Al entrevistado se le proporcionan los antecedentes sobre la cantidad, calidad y cambios que pueden ocurrir en el bien, se escoge el instrumento de pago y, finalmente, se le pide hacer una selección de entre varias opciones para dar su respuesta. A partir de las respuestas, se deriva la disponibilidad de los individuos a pagar y, a través de ello, se calcula el valor actual neto del recurso.

El problema de la valoración económica no es sencillo. Además del adecuado conocimiento físico y biológico del recurso o servicio involucrado, es necesario contar con cuadros especializados y con entrenamiento en la materia, lo que ha llevado a plantear como objetivo en los propios países y a través de los organismos internacionales, impulsar el desarrollo y promoción de la aplicación de métodos para la valoración de bienes y servicios ambientales. Se llevan a cabo actividades de capacitación y formación de recursos humanos, de investigación, elaboración de manuales de valoración y realización de estudios de caso y encuestas¹⁵.

Para el presente trabajo se realizó la valoración para tres tipos de situaciones que a continuación se describen y desarrollan.

2.5.2.2.1 Valoración del Bosque Tropical

Para efectos del presente tema, se asumió el valor encontrado por el Proyecto PETRAMAZ en el año 2000¹⁶, puesto que se trata de una valoración realizada en la amazonía ecuatoriana y con un excelente soporte técnico.

El enfoque del mencionado documento basa el cálculo en la valoración de las Funciones Económicas y Ecológicas del Bosque en el Oriente. Para realizar el análisis correspondiente se consideró apropiada la cifra resultante de los siguientes costos estimados por PETRAMAZ:

- Productos No Maderables
- Valor de la Madera

Como productos no maderables se consideraron todas las posibilidades productivas del bosque a pequeña escala, dirigidas básicamente a la población local y que tienen que ver con la caza, la pesca, los cultivos de subsistencia, plantas medicinales, ornamentales, frutos, resinas, latex, etc. Esto produjo un valor de **US\$2.306 por hectárea**.

Por otro lado, como madera se entendió la explotación comercial de manera sustentable, partiendo del máximo rendimiento sostenible, lo que da una extracción regulada de madera, financieramente rentable con un rango de **\$70 a \$200 por hectárea**. Como se estima que el bosque en el Cuyabeno es bastante más rico que el del resto del Oriente, tal vez por sus condiciones de humedad y aislamiento climático y geográfico, se tomarán valores menores al máximo encontrado en la reserva Faunística del Cuyabeno.

¹⁵ www.conabio.gob.mx/institucion/estudio_pais/CAP7.PDF

¹⁶ Valoración Económica de las Funciones del Bosque Tropical Primario en la Reserva Faunística del Cuyabeno. Uzqueta, D. 2000

Para nuestro análisis del trabajo presente se asumirán los valores de US\$ 2.306 y de US\$ 70 por hectárea, de esta forma se obtiene el valor de **una hectárea de bosque en el Área Culebra-Yulebra-Yuca de US\$ 2.376**, resultante de la suma del valor de la madera y de la riqueza no maderable. Cabe recalcar que este valor no incluye el uso indirecto del bosque tropical, ya que si se añadiría incluso el valor de no uso (opción y existencia) tendríamos que esta valoración para la sociedad, superaría cualquier estimado comercial que podría tener el bosque tropical y su contenido de biodiversidad.

2.5.2.2.2 Valoración del Ahuyentamiento de la Fauna

En este tema se valorará la fauna que fue desplazada como consecuencia de las actividades petroleras, de manera paralela con la deforestación que redujo los ecosistemas que les servían de hábitat.

Este impacto no tiene solución en este momento, pero se presenta el análisis económico con base en la valoración contingente del atractivo turístico que representa. El cálculo se hizo a partir de datos suministrados por un operador turístico importante en el Oriente.¹⁷

- Costo que el total de los turistas que ingresan al Oriente (140.000 al año) con una visita promedio de 5 días, está dispuesto a pagar por ver el bosque tropical = US\$ 19.000/año

Para el cálculo de este valor se tendrá presente el número de años en que se inicio la actividad petrolera en el sitio de identificación. Con esta cifra, se multiplicará por los US\$ 19.000/año que representa lo que los turistas estarían dispuestos a pagar por ver el bosque tropical y el valor resultante será el costo que ha implicado el ahuyentamiento de la fauna.

2.5.2.2.3 Valoración de la Emisión de CO₂ a la Atmósfera

Las emisiones a la atmósfera por quemado del gas asociado con el petróleo y del funcionamiento de generadores durante los años en que se encuentra presente la actividad petrolera, constituyen un impacto ambiental de carácter global, imposible de compensar o remediar en este momento. Solamente es posible recomendar la suspensión de esta salida de gases lo más pronto posible, porque el daño al ambiente expresado como los gastos incurridos por contribuir al calentamiento global por tonelada de carbón (tC) lanzada a la atmósfera es US\$ 7 a US\$ 18 según Brown and Pearce¹⁸, y de US\$ 20 de acuerdo con los estudios de Fankhauser¹⁹.

¹⁷ Hostería La Casa del Suizo

¹⁸ 1994

¹⁹ 1994

Para determinar este valor se tendrá que estimar el volumen de gas lanzado anualmente por los equipos que se ubican en los sitios de identificación, de esta forma se obtendrá un valor total de gas lanzado durante un año. Conociendo la composición de estos gases se determinará el porcentaje de CO₂ que lo contiene y determinar el volumen lanzado de CO₂. Sabiendo el número de años en que se produce la quema de gas en estos sitios de identificación multiplicado por el volumen lanzado de CO₂ se conocerá el volumen total de CO₂ lanzado durante los años que representa.

Si se hace el cálculo del costo ambiental en cuanto a calentamiento global, con el promedio de los estimativos que se encuentran en la literatura, de US\$ 15 por tonelada de CO₂ lanzada a la atmósfera, la cifra resultante será el valor que representa la emisión de CO₂ a la atmósfera.

Para un mejor entendimiento del tema se tomará un ejemplo de un Diagnostico Ambiental realizado en el Campo Auca, de las emisiones gaseosas emitidas de una estación:

VOLUMEN DE GAS LANZADO MENSUALMENTE A LA ATMÓSFERA

PUNTO	VOLUMEN
Estación Auca X	1'000.000 pies cúbicos al mes

- De lo anterior da un volumen de 12'000.000 pies cúbicos/año
- El gas de petróleo es una mezcla de varios compuestos

COMPOSICIÓN DEL GAS ASOCIADO CON EL PETRÓLEO

COMPONENTE	PORCENTAJE (%)
N ₂	3,1
CH ₄	64,3
CO ₂	5,1
C ₂ H ₆	8,7
C ₃ H ₈	10,8
ISO-C ₄	2,1
N-C ₄	3,3
ISO-C ₅	1,1
N-C _{5,6,7}	1,0
	100

Fuente: PETROPRODUCCIÓN

Al quemar el gas se lanza a la atmósfera el 5,1% de CO₂. Por lo tanto, 12'000.000 de pies cúbicos anuales de gas que se queman en esta estación, lanzan a la atmósfera 612.000 pies cúbicos de CO₂, dando como resultado que

en 26 años se han emitido 15´912.000 pies cúbicos de CO₂ ²⁰. Esto en toneladas nos da 835 toneladas de CO2 aproximadamente.

Haciendo el cálculo del costo ambiental en cuanto al calentamiento global con el promedio encontrado de US\$ 15 por tonelada de CO2 lanzada a la atmósfera, el resultado será de US\$ 12.525.

Todos los costos anteriores generados son los valores mínimos de la afectación ambiental, puesto que muchos de los parámetros que deberían entrar en la cuantificación (farmacéutica, turística, paisajística, genética, entre otros) son difíciles de cuantificar en el estado actual de conocimiento.

2.5.3 Consideración sobre la responsabilidad de los daños ambientales causados a los recursos naturales

La valoración de lo daños ambientales causados a los recursos naturales durante la actividad petrolera aunque tienen gran importancia ambiental, no son imputables totalmente a la operadora del Área Petrolera, ya que se sabe que las áreas no fueron manejadas por una sola operadora por lo que se hace difícil identificar aquellos responsables que deben inducir en gastos para cancelar estos costos. Se deberá buscar una solución para determinar este problema.

²⁰ 1 m³ de CO₂ = 1,85387 kg