

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades
Maestría en Estudios Ambientales



PROGRAMA AMBIENTAL PARA EL ABANDONO DE ÁREAS
PETROLERAS

Modelo de Trabajo Profesional presentado por
Glenda Maureen López Sett
Para optar al grado de Maestría en Estudios Ambientales

Guatemala 2005

**PROGRAMA AMBIENTAL PARA EL ABANDONO DE ÁREAS
PETROLERAS**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades
Maestría en Estudios Ambientales



PROGRAMA AMBIENTAL PARA EL ABANDONO DE ÁREAS
PETROLERAS


Modelo de Trabajo Profesional presentado por
Glenda Maureen López Sett
Para optar al grado de Maestría en Estudios Ambientales

Guatemala
2005


Vo.Bo.:


Msc. Ing. Ana Gabriela Pereira

Tribunal:


Dr. Edwin Castellanos


Ing. Carlos Mancilla


Msc. Ing. Ana Gabriela Pereira

Fecha de Aprobación: 10 de junio de 2005.

PREFACIO

El presente trabajo es un modelo de trabajo profesional y presenta un “Programa Ambiental para el Abandono de Áreas Petroleras”, para optar al Título de Maestría en Estudios Ambientales. Surgió a raíz de la terminación del contrato petrolero 1-85 y la falta de lineamientos y vacíos ambientales que indiquen los procedimientos a seguir cuando se abandona un área de explotación petrolera.

Una de las principales limitaciones fue la falta de normativa nacional específica en este tema, así como también la disponibilidad de información bibliográfica sobre procedimientos de abandono en otras partes. Una de las mayores dificultades que se observó fue el destino que tendrá el contrato 1-85, ya que el mismo no será abandonado sino será traspasado a otra operadora, por lo que el programa de abandono para dicha área no fue de un cierre definitivo. El tiempo fue un factor importante ya que los trabajos y actividades de abandono se llevaron a cabo de forma tardía. La finalización del contrato 1-85 y la experiencia que se tenga en el abandono del mismo ayudará a enfatizar la necesidad de un programa de abandono establecido y que tenga el respaldo legal del Ministerio de Energía y Minas.

La mayor parte de la información se obtuvo del Ministerio de Energía y Minas por parte de la Dirección General de Hidrocarburos y sus diferentes departamentos. También de los documentos e información presentados por Perenco Guatemala Limited y de los reportes realizados por Asesoría en Geología, Petróleo y Medio Ambiente.

Este trabajo toma en consideración que las medidas de recuperación del área, incluido el taponamiento de pozos, desmantelamiento de instalaciones y la disposición de desechos, se realicen de forma que los impactos al ambiente y las molestias causadas a las comunidades aledañas a los proyectos sean mínimos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida y por siempre brindarme las mejores oportunidades para poder desenvolverme en mi vida profesional.

A la Virgen María por darme la fuerza y ejemplo de perseverar.

A mis padres por creer siempre en mí y apoyarme incondicionalmente en todas las etapas y situaciones de mi vida.

A mi asesora por su dedicación y compromiso en la elaboración de este trabajo.

A mis familiares, amigos y amigas por acompañarme en los buenos y malos momentos.

Al Ministerio de Energía y Minas quien a través de la Dirección de Hidrocarburos y sus diferentes departamentos brindaron la información, documentación y ayuda necesaria para la realización de este trabajo.

A Perenco Guatemala Limited por la información, documentos y atención prestada en las inspecciones de campo

RESUMEN

El propósito de este trabajo profesional fue elaborar un programa ambiental para el plan de abandono de áreas petroleras, con el fin de que éste sirva como una herramienta a ser adoptada por parte de las compañías operadoras de contratos de explotación y exploración de hidrocarburos. Este programa tiene como finalidad minimizar los daños al ambiente y agilizar los procesos de recuperación y remediación del mismo. El programa se desarrolló a partir de una investigación extensa, en donde se realizó un análisis de la legislación nacional e internacional existente y que sea aplicable a nuestro país y a este tipo de industria. Asimismo se describió la experiencia de otros contratos que han sido abandonados anteriormente.

El programa ambiental propuesto brinda un proceso dividido en seis etapas, las cuales detallan los pasos que se deben seguir al abandonar un área. Este programa brinda cierta flexibilidad por lo que puede ser aplicado en áreas de abandono definitivo o temporal.

Tener una visión preventiva y el uso de buenas prácticas ambientales dentro de la industria petrolera aportará al cuidado y protección del medio ambiente. La voluntad política para integrar el sector ambiental en la legislación nacional y en proyectos que se desarrollan en el país es de suma importancia para poder alcanzar un desarrollo sostenible.

ABSTRACT

The purpose of this research was to design an Environmental Program for the abandonment of oil sites, and may ultimately be used as a tool to be adopted by the oil companies. The goal of this paper is to mitigate the damages caused to the environment and to hasten the recuperation and remediation of the area where the project developed. The first step was an extensive literature review, which analyzed the existing local and international legislation that can be applied to our country and to this type of industry. In addition, the experience of other contracts that have been previously abandoned was studied.

The Environmental Program proposed presents a six-staged process, which details the steps to be followed when abandoning an oil site. This program provides for certain flexibility so that it can be applied to a definitive or temporary abandonment.

A preventive vision and good environmental practices in the oil industry would guarantee care for and protection of the environment. It is extremely important to have political will to include the environmental sector in national legislation in reaching sustainable development.

CONTENIDO

PREFACIO.....	VI
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
LISTA DE CUADROS.....	XI
LISTA DE FIGURAS.....	XII
I. INTRODUCCIÓN	1
A. Objetivos	2
B. Marco Teórico	3
C. Justificación.....	14
II. Metodología	15
III. RESULTADOS	16
A. Legislación nacional ambiental petrolera	16
B. Legislación internacional ambiental petrolera.....	23
C. Programa de abandono ambiental 1-85	28
D. Programa ambiental para el abandono de áreas petroleras	30
IV. DISCUSIÓN.....	42
V. CONCLUSIONES.....	44
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	46
APÉNDICE A.....	51
APÉNDICE B.....	53
APÉNDICE C.....	54
APÉNDICE D.....	59
APÉNDICE E.....	60
APÉNDICE G.....	64

LISTA DE CUADROS

- 1. Impactos Ambientales en la Industria Petrolera.....5
- 2. Contratos Petroleros en Guatemala.....10
- 3. Bloques del Contrato 1-85.....12
- 4. Estándares de Contaminantes Atmosféricos, Banco Mundial.....25
- 5. Estándares de Contaminantes Atmosféricos, OMS.....27

LISTA DE FIGURAS

1. Esquema del Programa Ambiental para el Abandono de Áreas
Petroleras.....31

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el petróleo es uno de los principales recursos que impulsan a la industria y a la economía en el mundo (Guatemala, 2005a.) Su demanda representa una mayor necesidad de exploración y explotación de este recurso natural no renovable. Esto resulta en un desafío ambiental debido a que las actividades de exploración y explotación tienen un gran impacto ambiental en las áreas y comunidades donde se llevan a cabo. Los procesos involucrados en estas actividades son varios, sin embargo, uno de los que presentan un mayor reto en Guatemala es el abandono de estas áreas de trabajo, así como la recuperación de las mismas.

Este año en Guatemala, se termina el contrato petrolero 1-85, el cual se refiere a un campo petrolero de mucha importancia. Este contrato llega a su finalización después de 25 años. La Ley de Hidrocarburos no cuenta con procedimientos ambientales que se deban seguir cuando se abandone un área petrolera. La falta del tema ambiental en la legislación nacional representa una limitante en el desarrollo de las actividades petroleras en Guatemala, ya que no se cuenta con reglamentos que brinden los parámetros o procedimientos a seguir en este tipo de industria. Por tal razón se presenta este trabajo profesional, en el cual se elaboró un Programa Ambiental para el abandono de áreas petroleras en Guatemala. Este programa brinda una herramienta para la restauración y recuperación de las áreas intervenidas. El programa contiene etapas las cuales brindan los lineamientos a seguir para el abandono de un área petrolera.

En la actualidad es importante abordar una perspectiva diferente en lo que respecta al tema ambiental y las actividades petroleras, integrando una ética ambiental en todos los procesos y operaciones. Se debe reconocer que el tener lineamientos ambientales eficientes, así como un desarrollo responsable, resulta en la exitosa protección del medio ambiente.

A. Objetivos

1. Objetivo general

Desarrollar un programa ambiental para el abandono de áreas petroleras, propiciando una herramienta adecuada para la restauración y recuperación del área intervenida, adaptándose a la realidad guatemalteca.

2. Objetivos específicos

- a) Revisar la regulación e información relacionada con los programas de abandono en el ámbito nacional e internacional.
- b) Revisar y analizar los programas de abandono de otros casos llevados a cabo en Guatemala, en específico la terminación del contrato 1-85.
- c) Proveer los lineamientos ambientales para el abandono de áreas petroleras en Guatemala, presentado como el Programa Ambiental para el Abandono de Áreas Petroleras.
- d) Promover la inclusión de éste programa ambiental, dentro del marco regulatorio del subsector hidrocarburos, brindando una herramienta ambiental para el cierre de futuros proyectos petroleros.

B. Marco Teórico

1. Exploración y explotación petrolera

a. Fase de exploración. La actividad petrolera inicia con la exploración o búsqueda de yacimientos petroleros. El primer paso en la etapa exploratoria consiste en tomar fotografías satelitales de la zona determinada, y luego se procede a realizar los estudios sísmicos.

«La sísmica consiste en producir temblores artificiales en la tierra a través de la detonación de explosivos subterráneos a intervalos regulares. A través del registro de las ondas sonoras en la tierra se puede detectar la presencia potencial de reservas petroleras» (acción ecológica, 2002).

Existen dos tipos de sísmica: 2 D o en dos dimensiones y 3D o tridimensional. La diferencia está en la distancia entre las líneas sísmicas o densidad de la malla que es mayor en la sísmica 3D. La sísmica 3 D brinda mayor cantidad de información que la 2 D.

Los métodos geofísicos más utilizados en la exploración petrolera son: Magnetometría, Gravimetría y Sísmica, siendo este último el más utilizado, y dentro de esta metodología, la sísmica de reflexión es la más importante por su precisión. Actualmente en Guatemala ya se utiliza la sísmica tridimensional (3D), que es un método más avanzado en el cual se obtiene una interpretación de las estructuras más detallada, las estructuras se pueden observar en tres dimensiones (Guatemala, 2005a).

b. Fase de perforación. Concluidos los estudios sísmicos, para confirmar la presencia de yacimientos petroleros, las empresas inician la perforación de pozos. Los primeros pozos que perforan en un campo se les conoce como exploratorios, los siguientes se denominan de desarrollo. El pozo exploratorio es aquel que se perfora inicialmente en la estructura de interés. Por el otro lado el pozo de desarrollo es perforado en un campo de petróleo ya conocido (Guatemala, 2005a).

La perforación es un proceso que consiste en realizar en el subsuelo un hueco vertical, inclinado u horizontal, para alcanzar profundidades que van en promedio de 3 a 6 Km de extensión con el objetivo de llegar a sitios conocidos como formaciones posiblemente productoras que pueden tener hidrocarburos (crudo, gas, condensados o una mezcla de estos). El hueco se conoce como pozo petrolero (acción ecológica, 2002). Cuando se perforan los pozos exploratorios en un campo, se confirma si en las estructuras hay o no un yacimiento petrolero. Si el pozo no contiene ningún hidrocarburo se llama seco, pero si lo contiene, se llama productor.

Una vez montado el equipo se inicia la perforación del pozo a través del tubo conductor cuyo diámetro se va disminuyendo a mayor profundidad. El pozo es revestido con tubería para evitar la contaminación del manto freático. El siguiente paso es, la captación de agua y la preparación del sitio para la disposición de materiales de perforación. Al borde de cada plataforma, las compañías excavan dos hoyos, llamados *fosas* las cuales sirven de recipiente de desechos. Usualmente una de estas fosas son para los desechos de lodos de perforación y cementos, y la otra fosa es de agua dulce para abastecer la mezcla de lodos de perforación.

Para el proceso de perforación se utilizan lubricantes o lodos de perforación que son mezclas preparadas con gran cantidad de aditivos químicos. Estos lodos sirven como lubricante y refrigerante de; la broca, levantan la roca cortada por la broca hasta la superficie, evitan el derrumbe de las paredes del pozo y crean un peso adicional sobre la broca que le ayudan a avanzar en el corte, y una contrapresión, que evite que los líquidos del subsuelo fluyan sin control hacia la superficie (acción ecológica, 2002.)

c. Fase de producción o explotación. Encontrados los yacimientos, las compañías proceden a extraer el petróleo, para ello colocan en la boca de cada pozo el *árbol de navidad* o *muñeco* que constituye un conjunto de tubos y válvulas que tienen la finalidad de regular la salida del petróleo hacia la estación recolectora donde se almacena el crudo de varios pozos (Guatemala, 2005a). Al principio, el petróleo fluye por la fuerza de la presión natural. Conforme avanza la explotación, disminuye, hasta el punto que son necesarios métodos artificiales de extracción. Posteriormente se coloca una malla metálica para cercar el pozo.

En cada campo petrolero se habilita una superficie para las instalaciones de producción, vías de acceso, fuentes de materiales, tratamiento y disposición de desechos. La principal instalación de producción constituye las estaciones de separación y bombeo. Se procede a construir las líneas de flujo y troncales, ubicación de fuentes para captación y vertimientos de agua, la instalación de campamentos y la construcción y montaje de equipos (acción ecológica, 2002.)

El crudo de los diferentes pozos es conducido a las estaciones de separación a través de líneas de flujo secundarias. En la estación se procede a separar el crudo del agua de formación que se encuentra en forma de emulsión. De esta forma se almacena el crudo en grandes tanques para ser conducido hacia el oleoducto.

En cada campo petrolero los pozos están conectados a la Estación de Separación por tuberías y cada estación a su vez se conecta por tuberías con los tanques de almacenamiento para finalmente transportar el crudo por el Sistema Estacionario de Transporte de Hidrocarburos (SETH).

2. Impactos ambientales de la industria petrolera.

Los procesos que se llevan a cabo dentro de las actividades petroleras tienen el potencial de generar diferentes tipos de impacto sobre el ambiente. Estos impactos dependen del tipo de actividad, tamaño y complejidad del proyecto, la naturaleza y sensibilidad del área, así como también el tipo de control, manejo y planificación que se tenga contemplado para el desarrollo del proyecto. Los impactos a generar son de tipo económico, social, cultural, atmosféricos, acuáticos, terrestres, biológicos y visuales (Vid Apéndice 3).

a. Impactos socioeconómicos y culturales. Las operaciones de exploración y explotación petrolera tienden a crear cambios económicos, sociales y culturales. Estos cambios son de importancia en los grupos locales donde se desarrollan los proyectos, especialmente en comunidades indígenas como suele pasar en Guatemala (UNEP, 1997).

Los impactos pueden tener un efecto positivo o negativo. Los principales impactos socioeconómicos y culturales que se pueden originar son:

Cuadro No. 1 – Impactos ambientales en la industria petrolera.

TIPOS DE IMPACTO	EFFECTOS DEL IMPACTO
Cambios sobre el uso del suelo	Agricultura, pesca, caza, invasiones, carreteras nuevas, rutas de acceso, explotación de recursos en nuevas áreas.
Población local	Migración, crecimiento
Cambios en sistemas socioeconómicos	Empleo, salarios, competitividad, crecimiento local
Cambios culturales	Cambios en estructuras sociales, folklore, creencias.
Infraestructura	Disponibilidad y acceso servicios básicos.
Conflictos sociales	Grupos políticos, ONG, grupos sociedad civil.
Problemas de Planificación	Conflictos con otros proyectos, áreas protegidas, sitios arqueológicos, turismo.
Sistemas de Transporte	Ruido, tráfico, accidentes, mantenimiento, disponibilidad de equipo
Estéticos	Ruido, visual

También se pueden observar impactos positivos como lo son fuentes de empleo y disponibilidad de recursos básicos como agua, luz, educación, entre otros. Sin embargo, por las características de las poblaciones donde usualmente se desarrollan este tipo de actividades los efectos pueden ser muy impredecibles. Con un manejo adecuado, consultas y buenas negociaciones entre los encargados de los proyectos y las comunidades muchos de estos impactos se pueden prever.

b. Impactos atmosféricos. Los impactos atmosféricos son los de mayor preocupación dentro de la industria petrolera debido tanto a los efectos locales como a los efectos globales que se puedan originar.

Las fuentes principales de las emisiones atmosféricas dentro de los proyectos petroleros son (UNEP, 1997):

- «Gas de quema, venteo de gases.
- Procesos de combustión de motores y generadores.
- Gases fugitivos de operaciones de llenado de tanques, y pérdidas en equipos de proceso.
- Partículas suspendidas debido al movimiento de maquinaria y tráfico de vehículos.
- Partículas de otros procesos de quema (basura, pruebas en pozos, etc.).
- Sistemas de transporte, fugas, perforaciones de pozos. »

Los gases que se emiten son: dióxido de carbono, monóxido de carbono, metano, compuestos volátiles orgánicos y óxidos nitrosos. También se emiten dióxidos de sulfuro e hidróxidos de sulfuro pero estos dependen de la concentración de sulfuro presente en los hidrocarburos. El volumen y concentración de las emisiones atmosféricas y los impactos potenciales que se puedan originar dependen de las características de los procesos que se estén llevando a cabo.

El potencial que existe de causar algún impacto a raíz de las emisiones atmosféricas en la etapa de exploración es muy baja. Sin embargo, durante la etapa de producción donde las actividades se intensifican, las emisiones aumentan en los alrededores del proyecto (UNEP, 1997). La fuente de emisiones de mayor prioridad es la quema del gas producido, especialmente si el mismo no es aprovechado. De las operaciones de producción la quema del gas producido, la ventilación y la combustión son las fuentes primarias de dióxido de carbono, metano, entre otras.

Los impactos de las emisiones atmosféricas se pueden controlar teniendo maquinaria y equipo en buen estado. Así como implementando nuevas tecnologías para tener eficiencia no solamente en los equipos sino también en los procesos que se realicen.

c. Impactos acuáticos. Los principales desechos líquidos que resultan de la exploración y explotación petrolera son:

- Agua de Producción
- Fluidos de perforación, químicos utilizados en los pozos.
- Aguas de proceso
- Aguas negras y aguas residuales
- Derrames y fugas
- Agua de enfriamiento

El volumen depende de la etapa del proceso que se esté llevando a cabo. Durante las actividades de sísmica, los volúmenes de agua de desecho son mínimos. Estas aguas son principalmente aguas residuales provenientes de los campamentos. En las etapas de explotación y perforación los desechos líquidos que se generan provienen de los lodos y químicos utilizados en los pozos. Cuando éstos se han completado y se empieza con la etapa de producción, los principales desechos líquidos son aguas de producción.

Se ha demostrado que los fluidos de perforación tienen efectos limitados sobre el ambiente. Los principales componentes son barro y bentonita los cuales son químicamente inertes y no tóxicos (UNEP, 1997). Otros componentes son biodegradables, en cuanto otros son levemente tóxicos cuando se diluyen. Los efectos de los metales pesados (bario, cadmio, zinc, plomo) asociados con los fluidos de perforación son mínimos, ya que los metales están unidos a minerales por lo cual tienen poca biodisponibilidad. Los fluidos de perforación tienen un efecto acumulativo debido a la toxicidad y potencial de reducción, usualmente contienen un elevado pH y alto contenido de sales.

Las aguas de producción son las que generan mayor volumen de agua de desecho, y dentro de los elementos que la componen están: sales inorgánicas, metales pesados, sólidos, químicos de producción, hidrocarburos, benceno, etc. Los volúmenes de aguas producidas varían dependiendo el tipo de actividad y el tiempo de vida del campo de producción.

Los desechos líquidos que se generan en cualquiera de los procesos de las actividades petroleras no se debieran descargar a ningún cuerpo receptor (río, lago o mar). Los contaminantes que estos puedan acarrear pueden causar contaminación a cuerpos de agua superficiales o subterráneos que sirven de agua de consumo. Esto afectaría la salud humana de las comunidades cercanas. Si se decide descargar estos desechos, se debieran de reducir o eliminar los contaminantes que puedan contener. Comparar el agua a descargar con los parámetros establecidos por diferentes entidades (OMS, EPA, BM) y verificar que se encuentren dentro de las normas establecidas para este tipo de actividades.

d. Impactos terrestres. Los impactos terrestres que se originan en esta industria surgen principalmente de:

- Alteraciones generadas por la construcción de instalaciones.
- Contaminación proveniente de fugas y derrames o disposición de desechos.
- Impactos indirectos por la apertura de nuevos caminos, carreteras y rutas de acceso.

Otros impactos que puedan surgir son erosión del suelo por el mal diseño de instalaciones lo cual afecta la estructura del suelo. Así mismo las áreas sin vegetación tienden a erosionarse, lo cual puede ocasionar efectos secundarios como cambio en la hidrología superficial del suelo y patrones de drenaje. Posteriormente esto genera impactos en los ecosistemas, reduciendo la capacidad del ambiente para mantener la fauna y flora del lugar.

Las talas en los lugares donde se desarrollaran las actividades no sólo ocasionan erosión, al mismo tiempo propician tala de nuevas áreas por parte de las comunidades aledañas a los proyectos petroleros.

En las actividades de explotación es muy común enterrar los desechos sólidos y líquidos. En el pasado se solían excavar fosas en donde se enterraban materiales inertes, no reciclables, sólidos producidos en las perforaciones, almacenamiento y evaporación de agua de producción, fluidos restantes de cualquier otra actividad (UNEP,1997). Sin embargo, este sistema de tratamiento de desechos presentaba muchos riesgos, ya que puede haber migración de contaminantes y dañar los suelos y aguas subterráneas y superficiales.

Actualmente se practica mucho lo que se conoce como *landfarming*. Es un sistema de tratamiento de suelos que elimina la presencia de aceites, petróleo y materiales aceitosos. Sin embargo, existen impactos potenciales en donde las concentraciones tóxicas de los materiales pueden contaminar el suelo o los recursos hídricos, si se encuentra alguna ruta de exposición. En el caso de los lodos se debe considerar que estos desechos probablemente contengan altas concentraciones de sales. El *landfarming* es una buena opción para el tratamiento de suelos si es bien manejado y se siguen los requerimientos adecuados.

La contaminación de suelos también se puede ocasionar por derrames o fugas de químicos o de petróleo, afectando posiblemente a la flora y fauna del lugar. Con sistemas de recolección y drenajes se puede mitigar este impacto y minimizar los efectos que se puedan originar. Así mismo teniendo un sistema de mantenimiento a las instalaciones y técnicas preventivas se pueden evitar los derrames.

Los impactos terrestres que se generan en las actividades petroleras en su mayoría se pueden prevenir con un buen sistema de manejo de desechos y con técnicas preventivas en el manejo de equipo y en el desarrollo de las actividades de operación.

e. Impactos a los ecosistemas. La fauna y la flora también se pueden ver afectada por las actividades petroleras. Debido a los cambios en el ambiente a través de las variaciones de calidad de agua, sedimentos, disturbios originados por ruido, iluminación y cambio en la cobertura vegetal se origina un impacto en los diferentes ecosistemas. Se tiene influencia sobre hábitat, alimento, suplemento de nutrientes, áreas de apareamiento, rutas de migración, patrones de conducta, etc.

Si no se aplican controles efectivos de manejo y buenas prácticas ambientales dentro de los procesos de las actividades petroleras, se puede tener impactos directos sobre los diferentes ecosistemas que rodean a los proyectos. Es importante tomar en cuenta que los cambios (migración de especies, caza, pérdida de hábitat, etc.) que se puedan ocasionar en la fauna y la flora también pueden afectar a las comunidades locales.

3. Historia de la exploración y explotación de hidrocarburos en Guatemala.

La actividad petrolera en Guatemala se ha llevado a cabo desde hace más de 60 años. El primer pozo exploratorio, Castillo Armas-1, fue perforado en 1958 en el Departamento de Izabal. Con esto dio inicio una intensa campaña de perforación de 10 pozos exploratorios perforados entre 1958 y 1961. De estos pozos el pozo Chinajá-1, descubre petróleo de buena calidad. Por problemas técnicos la compañía abandonó el pozo. La exploración declinó en 1961 con varias renunciadas y solamente dos pozos exploratorios más fueron perforados: El Canchacán-1 y la Pita-1 (Guatemala, 2005a).

La siguiente fase exploratoria en el país inició en 1964 cuando Esso y Texaco mostraron interés en la cuenca del Pacífico. Aquí se lleva a cabo el primer levantamiento sísmico mar adentro de alrededor de 1200 kilómetros de la orilla de la playa.

La compañía Recursos del Norte y sus asociados iniciaron trabajos para la exploración mineral, específicamente azufre, en el domo salino de Tortugas; sin embargo, las perforaciones exploratorias en los pozos 63-4 y 63-5 produjeron petróleo. Este acontecimiento incentivó la prospección petrolera en esta área y como resultado, en 1974, el Grupo Shenandoah, hizo su primer descubrimiento comercial en Guatemala con el pozo Rubelsanto-1. La prueba de producción obtuvo 3,000 barriles/día de petróleo. En Octubre de 1976, el grupo declaró el campo petrolero Rubelsanto como comercial (Guatemala, 2005a).

En el año de 1978, el consorcio Shenandoah, Saga Petroleum y Basic, inician la construcción del oleoducto Rubelsanto-Santo Tomás. Tiene una longitud de 235 kilómetros, diseñado para transportar un promedio de 35,000 barriles diarios desde el campo Rubelsanto hacia la terminal de almacenamiento Piedras Negras en el Puerto de Santo Tomás de Castilla. El objetivo es transportar petróleo para su exportación. Inició sus operaciones de transporte en enero de 1980.

En los pozos Caribe, San Diego, Yalpamech y Tierra Blanca se descubrieron hidrocarburos durante el período de 1980 a 1983, sumándose a los de Chinajá Oeste, Tortugas y Rubelsanto, todos estos ubicados en la cuenca Petén Sur. Esto es lo que ahora forma parte del contrato 1-85 (DGH, 2005a).

La compañía Texaco Exploration Guatemala Inc. perforó cuatro pozos exploratorios, siendo uno de ellos el pozo Xan-1. En 1985 se suscribe el contrato de operaciones petroleras de participación de la Producción número 2-85, del campo Xan, con el consorcio Hispanoil-Basic. Debido a la estimación del petróleo en esta área (400 millones de barriles en el yacimiento) y al desarrollo programado, la compañía Basic Resources Bahama Ltd. construye el oleoducto Xan-Raxruha (232 kilómetros de longitud) en dos tramos. La construcción del primer tramo Xan-La Libertad se inicia en Agosto de 1994 y empiezan a operar el 16 de julio de 1995. Posteriormente se continuó con el tramo de La Libertad Raxruha, iniciando operaciones en diciembre de 1996. Actualmente este campo petrolero está produciendo un promedio de 25,000 barriles diarios (Guatemala, 2005a).

4. Contratos.

En Guatemala hasta la fecha se han perforado un total de 126 pozos, en un lapso de 60 años y son productores aproximadamente 34 pozos (Guatemala, 2005a). Dentro del marco legal del subsector hidrocarburos existen diferentes tipos de contratos, de exploración y explotación. Por Ley todos los contratos petroleros tienen una duración de 25 años. Estos mismos contratos están divididos en tres partes: sísmica (2 años obligatorios de trabajo), participación de la producción (3 años obligatorios de trabajo) y operaciones petroleras de la explotación. En cada una de estas etapas las compañías se comprometen a realizar diferentes actividades y tienen plazos para llevarlas a cabo. Si se encuentran hidrocarburos en el área y la compañía decide explotar el recurso entonces el tiempo del contrato es de 25 años. Los contratos existentes son los que se encuentran en el cuadro No. 2.

En el año 2001 se declaró la terminación automática del contrato 1-92 ya que no se descubrieron yacimientos de hidrocarburos comerciales. Por lo tanto la compañía procedió a presentar el plan de restauración para esta área, a efecto de dar cumplimiento con lo establecido en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) con relación a la restauración y rehabilitación en las áreas intervenidas. Este ha sido el único contrato que por el momento ha sido abandonado y en el cual todo el proceso desde el EIA hasta la Auditoría Ambiental de Abandono está documentado.

Cuadro No. 2 – Contratos petroleros en Guatemala.

Contrato	Bloques	Municipios	Departamentos	Tipo de contrato	No. de pozos perforado	Estado del Contrato	Fecha de inicio de contrato
Contrato 1-85	Rubelsanto Chinaja Caribe y Tierra Blanca	Chisec Sayaxche	Alta Verapaz Petèn	Explotación	16	vigente	13 de agosto de 1980
Contrato 2-85	Xan	San Andrés	Petèn	Explotación	36	vigente	13 de agosto de 1985
Contrato 1-91	Chocop Yalpemech	San Andrés Sayaxche Chisec	Petèn Alta Verapaz	Explotación	6	vigente	17 de mayo de 1991
Contrato 1-92	Laguna del Tigre	San Andres	Peten	Participación de la Producción	3	terminado/abandonado	24 de febrero de 1993
Contrato 2-92	San Román Atzam	Sayaxche	Petèn Alta Verapaz	Evaluación	3	Proceso de terminación	24 de febrero de 1993
Contrato 4-93	1 bloque	Sayaxche Chisec	Petèn Alta Verapaz	Participación de la Producción	5	Proceso de declaración de terminación	10 de enero de 1994
Contrato 6-93	Las Casas Huapac	Fray Bartolomé de las Casas	Alta Verapaz	Evaluación	3	vigente	8 de febrero de 1994
Contrato 1-97	Yalcanix	La Libertad	Peten	Explotación	1	vigente	30 de marzo de 1998

5. Contratos de explotación petrolera terminados y por terminar

a. Contratos terminados (1-92). El contrato 1-92 ubicado en la parte norte de Guatemala comprendió originalmente un área total de 192,233.17. Las operaciones que se realizaron dentro de esta área fueron las siguientes:

- En los primeros tres años de contrato (fase de perforación obligatoria), el reprocesamiento y reinterpretación de una longitud de 723.9 kilómetros de líneas sísmicas, localizadas en el área de contrato y a realizar un mínimo de 75 kilómetros de líneas sísmicas (Basic, 2001a).
- En los primeros tres años de contrato (fase de perforación obligatoria), por lo menos la perforación de 1 pozo exploratorio, hasta una profundidad de 2500 metros, hasta llegar al basamento geológico o la formación límite, lo que ocurra primero (Basic, 2001a).

1) Fase de exploración indirecta (sísmica). Los trabajos de geofísica desarrollados en el área incluyeron el registro de un total de 333.13 Km de sísmica 2D, 202.39 Km de sísmica 3D, distribuidos en tres campañas.

2) Fase de exploración directa. Los trabajos desarrollados dentro de esta fase incluyeron la perforación del pozo exploratorio Guacamaya 1 (2508.54 m). Posteriormente este pozo fue convertido en pozo inyector. También se perforó un pozo exploratorio Itzamná Norte-1 a la profundidad de (2562.52 m). Asimismo se realizó la localización del sitio del emplazamiento del pozo Chiclero-1, sin embargo, este pozo posteriormente fue cambiado de sitio, para desarrollarlo dentro de otro contrato (Basic, 2001a).

3) Plan de abandono. Este contrato tuvo una duración de seis años y se dio por terminado porque no se encontró hidrocarburos en el área. El plan de abandono del área de contrato comprendió (Basic, 2001b):

- Taponamiento de los tres pozos y colocación de monumento de identificación del pozo.
- Desmovilización y remoción de equipos del equipo de superficie
- Remediación de suelos con hidrocarburos
- Conformación del terreno
- Revegetación de los sitios

Como parte del programa de restauración del Área de Contrato 1-92 está incluido el Desarrollo de una Auditoria Externa, Fase I (Auditoria de Cumplimiento del BM). Esta auditoria deberá realizarse de acuerdo a la guía y metodología para Auditorias Fase I del Banco Mundial.

b. Contrato por terminar 1-85. Este contrato comprende un área de 27,307.22 Hectáreas; y está ubicado en Chisec, Alta Verapaz y cubre parte de Sayaxché, Petén (Vid Apéndice 4). Está compuesto por cuatro bloques:

Cuadro No. 3 – Bloques del Contrato 1-85.

BLOQUE	AREA
Rubelsanto	9,213.41 Has.
Chinajá Oeste	6,578.78 Has
Caribe	5,261.63 Has
Tierra Blanca	6,254.50 Has

El tipo de contrato es de Participación en la Producción, entró en vigencia el 13 de agosto de 1980. El 13 de agosto de 2005 se vence este contrato por haber completado los 25 años de trabajo.

1) Fases del contrato. Fase de Perforación exploratoria: comprendió el primer año del contrato.

- Subfase de Perforación Optativa: comprendieron los primeros 4 años siguientes de la fase exploratoria.
- Fase de Explotación: comprendió los años restantes hasta la actualidad después de la declaratoria de área de explotación.

2) Características del área

«Se han realizado dos campañas sísmicas desde la vigencia del contrato y un reprocesamiento del mismo. Así como, una reinterpretación reciente de las líneas existentes para esta área de contrato. Se han perforado 22 pozos de los cuales 3 se usan como pozos inyectoros, 14 son pozos productores y 5 están abandonados» (DGH, 2005b).

3) Bloque Rubelsanto. El área utilizada y ocupada cuenta con los siguientes pozos: Rubelsanto 1, 2, 3,4, 5, 7, 101,102 y Rubelsuj. Todos están protegidos por una cerca de malla y armazón y tubería alrededor del contrapozo. En este mismo bloque se encuentra la planta de proceso en donde se encuentran los tanques de almacenamiento, y todas las instalaciones y equipo necesario para llevar a cabo las diferentes operaciones petroleras. El campamento y las oficinas también se localizan dentro de este bloque. Otras áreas de importancia son : clínica, antiguo destacamento militar, bodegas, estación de combustibles, talleres, y el área de *landfarming*, entre otros.

4) Bloque Chinajá Oeste. Esta área abarca la planta de proceso de separación Chinajá, los emplazamientos de los pozos Chinajá Oeste 1, 2, 3 y 4. Así como también los derechos de paso de las líneas de flujo. Además cuenta con una oficina, dormitorios, área de comedor y un laboratorio pequeño.

5) Bloque Caribe. Esta área abarca el centro de separación Caribe y los emplazamientos de los pozos Caribe 1, 2 y 101. Así como los derechos de paso de las líneas de flujo.

6) Bloque Tierra Blanca

Esta área abarca los emplazamientos de los pozos Tierra Blanca 1, 2 y 3, 4 y 5. Todos están rodeados por un cerco perimetral. También abarca los derechos de paso de las líneas de flujo. En el pozo Tierra Blanca 3 se encuentra un centro de separación y sus respectivas instalaciones.

7) Condiciones de los alrededores. «El área del contrato pertenece al ecosistema de bosque subtropical húmedo cálido. La vegetación arbórea tiene un promedio de 18 a 25 metros de altura combinada con vegetación arbustiva y áreas de sabana con pastos naturales, dentro de lo que se denomina provincia fisiográfica de las tierras Bajas de Petén. Sin embargo, el ecosistema original está intervenido como resultado de la actividad agrícola y ganadera principalmente» (Basic, 2002.)

Una parte del bloque de Tierra Blanca se encuentra dentro de la zona de uso múltiple de la Reserva San Román. De igual manera parte del bloque Chinajá se encuentra dentro del área de protección especial Sierra de Chinajá. Sin embargo, es importante mencionar que estas áreas fueron establecidas después de la existencia del contrato 1-85. Las operaciones petroleras en el área han propiciado la apertura de nuevos caminos y rutas de acceso. Y con esto la expansión de las comunidades que viven en los alrededores del área de contrato.

C. Justificación

La explotación petrolera tiene el potencial de causar daños ambientales no solamente al ambiente físico, sino a la salud, cultura, economía y estructura social de las comunidades rurales, donde la mayor parte de estas actividades se lleva a cabo.

A pesar de que dentro de la política del Ministerio de Energía y Minas, está el cumplir con responsabilidad la exploración y explotación de hidrocarburos; no existen dentro del marco legal los lineamientos ambientales a seguir en la fase de abandono de áreas petroleras. Es por esta razón que se realizó este trabajo profesional, cuyo propósito es el de elaborar un programa ambiental para el abandono de áreas petroleras. La finalidad es que este programa sea adoptado por parte de las compañías petroleras y así prevenir y minimizar los impactos ambientales causados al momento de ser abandonadas, teniendo uniformidad en los procesos de remediación y recuperación de áreas petroleras y que se adapte a las necesidades del país.

II. METODOLOGÍA

La metodología aplicada en este trabajo fue de tipo investigativo. Para desarrollar el programa ambiental primero se hizo un análisis de la legislación ambiental existente a escala nacional e internacional, con el propósito de evaluar los vacíos que existen en el marco legal ambiental-petrolero. Asimismo se realizó una evaluación / investigación de los posibles impactos que surgen en este tipo de industria.

La mayor parte de la información se obtuvo de la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas. Se consultó información y documentación sobre los contratos de interés, mapas y las actividades que se han llevado a cabo en los mismos. De esta misma forma se consultaron varios documentos de la Compañía Perenco Guatemala Limited, quien es encargada de las operaciones que se llevan a cabo en los contratos mencionados en este trabajo.

Posteriormente se realizaron dos visitas al área que está en proceso de abandono, el área del contrato 1-85, cuyo contrato está por terminar. Se tomaron las fotografías correspondientes y describieron las actividades realizadas en el área del contrato.

El resultado de este conjunto de investigaciones fue la elaboración del Programa Ambiental para el Abandono de Áreas Petroleras. Se compararon los procedimientos que se siguieron en el contrato 1-85 y los procedimientos del programa propuesto.

Uno de los objetivos de este trabajo es lograr que éste sea incluido dentro del marco legal del Ministerio de Energía y Minas, basándose en la información que proporcione esta tesis se podrá elaborar una circular informativa. Por lo que este trabajo se presentará en forma oral y escrita ante la Dirección General de Hidrocarburos para su evaluación.

III. RESULTADOS

A. Legislación nacional ambiental petrolera

En el desarrollo de cualquier actividad industrial el problema del deterioro ambiental y la degradación de los recursos naturales es una amenaza constante. Por lo que es necesario tener un marco legal que contenga los lineamientos adecuados para proteger y promover la protección al medio ambiente.

El marco legal ambiental en Guatemala cubre diferentes áreas a través de las diferentes legislaciones existentes. Sin embargo, no existe una integración entre las mismas, siendo éste el caso del Sector Petrolero. Este sector no cuenta con un componente ambiental a pesar de contar con una ley específica, creando un gran vacío dentro de la misma y la falta de integración con el marco legal ambiental de Guatemala.

A continuación se presenta la legislación nacional que tiene aplicación y relación entre los sectores ambiental y petrolero. Se principia con el marco legal general, la Constitución Política de la República de Guatemala, y se continúa con la legislación nacional específica ambiental y petrolera.

1. **Constitución política de la república de Guatemala.** La Constitución Política de la República de Guatemala es la ley suprema dentro del ordenamiento jurídico Guatemalteco. Las normas constitucionales relacionadas con el sector petrolero ambiental son las siguientes (Guatemala, 1985):

«Artículo 64: es de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la Nación y señala que mediante una ley específica, se garantizará la creación y protección de parques nacionales, reservas, los refugios naturales y la fauna y flora que en ellos exista.»

«Artículo 97: El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación. »

«Artículo 125: se declara de utilidad y necesidad públicas, la explotación técnica y racional de hidrocarburos, minerales y demás recursos naturales no renovables. »

«Artículo 126: se declara de urgencia nacional y de interés social, la reforestación del país y la conservación de los bosques. La ley determinará la forma y requisitos para la explotación de todos estos recursos forestales y su renovación, y fomentará su industrialización. La explotación de todos estos recursos corresponderá exclusivamente a personas guatemaltecas, individuales o jurídicas. Se establece que los bosques y vegetación en las riberas de los ríos y lagos, y en las cercanías fuentes de agua gozarán de especial protección. »

«Artículo 128: se establece que el aprovechamiento de aguas de los lagos y de los ríos, para fines agrícolas, agropecuarios, turísticos o de cualquier otra naturaleza, que contribuyan al desarrollo de la economía nacional, está al servicio de la comunidad y no de persona particular alguna, pero los

usuarios están obligados a reforestar las riberas y los causes correspondientes, así como a facilitar las vías de acceso. »

A partir de los artículos citados en la Constitución Política de la República de Guatemala, se emitieron las leyes y regulaciones que dan origen al marco legal del país para cada sector.

2. Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, decreto ley 68-86 y sus modificaciones. Esta ley emana del artículo 97 de la Constitución de la República, siendo promulgada en el año 1986. Esta ley es de gran importancia debido a que resguarda todas las normas para proteger el medio ambiente; su función es la de velar por el mantenimiento y equilibrio ecológico y la calidad del ambiente de los habitantes. Para prevenir la contaminación ambiental se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación. Por lo tanto, dentro de esta ley se dan las directrices y bases para crear el marco regulatorio ambiental en cada uno de las diferentes áreas mencionadas anteriormente. A continuación se presentan los artículos que son relevantes para el sector petrolero ambiental (Guatemala, 1986).

a. Estudios de impacto ambiental. Esta ley establece en el artículo 8 que todo proyecto, obra, industria o cualquier actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales, al ambiente o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional. Por lo tanto, todo proyecto que se realice dentro del territorio nacional deberá de presentar ante el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales un estudio de evaluación de impacto ambiental del proyecto a desarrollar.

Actualmente se cuenta con el reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental, acuerdo gubernativo 23-2003 y sus modificaciones. Este reglamento tiene como objetivo fundamental, normar los estudios de evaluación de impacto ambiental y organizar el sistema de control y seguimiento ambiental. Los proyectos que requieren un estudio de evaluación de impacto ambiental se muestran en listados anexos al Reglamento, y con base a estos listados, las operaciones petroleras de exploración y explotación requirieron de un estudio de evaluación de impacto ambiental.

b. Emisiones de gases. El artículo 14 establece que para prevenir la contaminación atmosférica y mantener la calidad del aire, el gobierno, por medio de la presente ley, emitirá los reglamentos correspondientes. Actualmente el gobierno de Guatemala no ha emitido ningún reglamento que regule los límites permisibles de emisiones de gases en el país, por lo que se toman en consideración las directrices del Banco Mundial u otras normas internacionales que delimiten las emisiones de gases a la atmósfera.

c. **Ruido.** El artículo 17 establece que el organismo ejecutivo, a través de sus respectivos ministerios o entidades, emitirá los reglamentos correspondientes que sean necesarios, en relación con la emisión de energía en forma de ruido, sonido, microondas, vibraciones, ultrasonido o acción que perjudiquen la salud física y mental y el bienestar humano, o que cause trastornos al equilibrio ecológico. Al igual que con el reglamento de emisiones de gases, el Gobierno no ha emitido ningún reglamento que regule los niveles de ruido en el país, por lo que se toman en consideración los lineamientos del Banco Mundial u otras normas internacionales que delimiten los niveles permisibles de ruido.

d. **Recurso hídrico.** En el artículo 15 de se establece que es el Gobierno quien velará por el mantenimiento de la cantidad de agua para el uso humano y otras actividades cuyo empleo sea indispensable, por lo que emitirá las disposiciones que sean necesarias y los reglamentos correspondientes. El Gobierno tampoco ha emitido ley ni los reglamentos necesarios para el manejo de este recurso. Sin embargo, actualmente hay un proyecto de Ley General de Aguas que está siendo analizado en el Congreso de la República.

e. **Estética y recursos visuales.** Se establece en el artículo 18 que es el organismo ejecutivo quien emitirá los reglamentos correspondientes, relacionados con las actividades que puedan causar alteración estética del paisaje y de los recursos naturales, provoquen ruptura del paisaje y otros factores considerados como agresión visual y cualesquiera otras situaciones de contaminación y de interferencia visual, que afecten la salud mental y física y la seguridad de las personas. Estos reglamentos aún no han sido emitidos.

3. **Ley de áreas protegidas, decreto ley 4-89.** Esta ley se crea a partir del artículo 64 de la Constitución de la República, el cual declara de interés nacional la conservación y mejoramiento del patrimonio natural de la Nación y que mediante una Ley específica se garantizará la creación y protección de parques nacionales, reservas, los refugios naturales, y la fauna y flora que en ellos exista.

Los objetivos de esta ley son «asegurar el funcionamiento óptimo de los procesos ecológicos esenciales y de los sistemas naturales vitales para el beneficio de todos los guatemaltecos. Así como lograr la conservación de la diversidad biológica y alcanzar la capacidad de una utilización sostenida de las especies y los ecosistemas. Con ello se pretende defender y preservar el patrimonio nacional a través del establecimiento de las áreas protegidas necesarias en el territorio nacional, con carácter de utilidad pública e interés social. Para lo cual se crea el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP), integrado por todas las áreas protegidas e identidades que las administran. Esta ley contempla la creación del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) como la institución encargada de la coordinación y dirección del SIGAP» (Guatemala, 1989). Adicionalmente, esta ley establece la conformación y declaración de áreas protegidas, así como su categorización de acuerdo al manejo de las mismas.

En el artículo 20, esta ley establece que las empresas públicas y privadas que tengan actualmente o que en el futuro desarrollen instalaciones o actividades comerciales, industriales, turísticas, pesqueras, forestales, agropecuarias, experimentales o de transporte dentro del perímetro de las áreas protegidas, celebrarán de mutuo acuerdo con el CONAP, un contrato en el que se establecerán las condiciones y normas de operación determinadas por un estudio de impacto ambiental.

Asimismo, el artículo 88 indica que todas aquellas áreas protegidas que están legalmente establecidas mediante decreto legislativo, decreto ley o acuerdo gubernativo y se encuentren vigentes conforman el SIGAP. Y el artículo 89 estipula que todas aquellas áreas protegidas bajo manejo que aún no han sido declaradas, pero se encuentran protegidas y manejadas, o se encuentran en alguna fase de estudio para su aprobación legal, se declaran oficialmente establecidas por esta ley.

La Ley de Áreas protegidas es de mucha importancia en el sector petrolero ya que la mayoría de las licitaciones y contratos petroleros se desarrollan en áreas protegidas. En el pasado se ha tenido problemas porque varios de los contratos petroleros existentes surgieron antes de la creación de las áreas protegidas, lo cual causó grandes controversias entre el sector ambiental y el sector petrolero. Es de suma importancia que dentro de los planes de manejo de cada una de las áreas se contemple el desarrollo de este tipo de actividades y los lineamientos ambientales que se deben seguir según el área donde se localicen.

4. Ley forestal decreto ley 101-96. La ley forestal nace del artículo 126 de la Constitución Política de la República de Guatemala, Reforestación. Este declara de urgencia nacional y de interés social la reforestación y la conservación de los bosques, para lo cual se propiciara el desarrollo forestal y su desarrollo sostenible.

En el artículo 66 de esta ley se establece «que las personas que se dediquen a la explotación de recursos naturales no renovables o las que hagan obras de infraestructura en áreas con bosque, están obligadas a reforestar las áreas que utilicen conforme se eliminen la cubierta arbórea y a proporcionarles mantenimiento durante un mínimo de cuatro años, lo que deberá estipularse en la concesión, licencia o contrato o cualquier otro negocio vinculado a la explotación o las obras que se trate, incluyendo una fianza específica de cumplimiento. Si las condiciones del terreno fueren adversas al establecimiento real del nuevo bosque, la reforestación se hará en otra área de igual extensión, localizada en la jurisdicción del mismo municipio o departamento, como segunda opción» (Guatemala, 1996).

5. Reglamento de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, acuerdo gubernativo 66-2005 y reglamento de requisitos mínimos y sus límites máximos permisibles de contaminación para la descarga de aguas servidas, acuerdo gubernativo 60-89. El código de Salud, decreto 90-97 del Congreso de la República, establece la prohibición de descarga de contaminantes y el uso de aguas residuales que no hayan sido tratadas sin previo dictamen favorable del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y del Ministerio de Ambiente y Recursos

Naturales. A raíz de esto se elabora el Reglamento de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores.

Este reglamento tiene como objeto «regular las descargas directas de aguas residuales a cuerpos receptores de agua, sean estos superficiales, subterráneos o alcantarillados sanitarios, estableciendo para el efecto los límites máximos permisibles de los parámetros obligatorios, previo a ser vertidas, así como regular el reuso de las aguas residuales tratadas» (Guatemala, 2005).

En el artículo 6 de este reglamento se presentan los límites máximos permisibles de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores. Este reglamento, aunque es reciente, es de suma importancia para el sector petrolero ya que describe algunos parámetros (aceites y grasas y metales pesados) que son de utilidad para medir los niveles de descarga. Sin embargo por la particularidad de los desechos líquidos que se manejan en la industria petrolera, este reglamento no contempla desechos de tipo industrial.

Este reglamento quedó suspendido hasta el mes de julio, por lo que sigue en vigencia el reglamento anterior de descarga de aguas acuerdo gubernativo no. 69-89. Este último reglamento tiene como objetivo establecer los límites de contaminación permisibles para las descargas de aguas servidas o de desechos; procedentes de las industrias, explotaciones agropecuarias y municipalidades del país. No hace referencia a límites permisibles en la industria petrolera (Guatemala, 1989).

6. **Ley de hidrocarburos y su reglamentación, decreto ley 109-83.** La Constitución Política de la República de Guatemala declara en el artículo 125 que es de utilidad y necesidad pública, la explotación técnica y racional de hidrocarburos, minerales y demás recursos naturales no renovables. Además indica que el Estado establecerá y propiciará las condiciones propias para su exploración, explotación y comercialización. A raíz de este artículo surge la Ley de Hidrocarburos, la cual contiene varios artículos en los cuales se considera el tema ambiental. Sin embargo los lineamientos mencionados son muy generales y muchas veces limitados, especialmente en este tipo de industria. A continuación se enumeran los artículos relacionados con la exploración y explotación de hidrocarburos que contemplan medidas ambientales (Guatemala, 1983).

«Artículo 17. Indemnización: Todo contratista, contratista de servicios petroleros o subcontratista de servicios petroleros está obligado de conformidad con las leyes de la República, a reparar los daños y/o perjuicios que irroguen al Estado o a particulares y sus respectivos bienes, inclusive los derivados de la contaminación del medio ambiente.»

«Artículo 41. Medidas de Prevención: En el desarrollo de las operaciones petroleras, los contratistas, contratistas de servicios petroleros o subcontratistas de servicios petroleros, deben adoptar y ejecutar todas las medidas razonablemente necesarias con respecto a las siguientes materias:

- La protección del medio ambiente, incluyendo la no-contaminación de la atmósfera, ríos, lagos, mares y aguas subterráneas; y
- La reforestación y la preservación de recursos naturales y sitios arqueológicos, así como otras áreas de valor científico, cultural y turístico.

El gobierno por intermedio del Ministerio emitirá las guías, circulares, resoluciones, disposiciones o reglamentos correspondientes para el mejor cumplimiento de este artículo. »

«Artículo 130. Programa de desarrollo: se establece que antes de finalizar la ejecución del primer programa de explotación de un área de explotación, el contratista presentará un programa de desarrollo para tal área. El programa de desarrollo contendrá, como mínimo, lo siguiente: Las medidas de control de contaminación y seguridad que se pondrán en práctica. »

«Artículo 135. Prohibiciones Específicas: Durante las operaciones de exploración y explotación queda estrictamente prohibido al contratista:

- Almacenar hidrocarburos inadecuadamente
- Producir y almacenar agua de formación sin tomar medidas de inyección que contrarresten el efecto de contaminación.

Durante las operaciones petroleras se exigirá a los contratistas usar métodos adecuados basados en modernos principios técnicos y económicos aceptados en la industria petrolera internacional, con el objeto de lograr la más eficiente recuperación de los hidrocarburos subyacentes. »

«Artículo 139. Fianza de Indemnización: Antes de la suscripción de un contrato de operaciones petroleras y durante la vigencia del mismo, el contratista obtendrá y presentará ante el Ministerio, fianza o garantía con el fin de reparar los posibles daños y/o perjuicios que se irroguen al Estado o a particulares y sus respectivos bienes, inclusive los derivados de la contaminación. La fianza o garantía será revisada anualmente por el Ministerio. »

Con respecto transferencia de operaciones a la terminación de un contrato en la ley se menciona lo siguiente:

«Artículo 282. Plan De Abandono De Operaciones: Cuando, por cualquier causa, se prevea el abandono de las operaciones de explotación en un área de contrato, sea en el área terrestre o marítima, se presentará un plan de abandono, un (1) año antes de la fecha propuesta para el abandono efectivo, que contendrá, como mínimo, lo siguiente:

- El taponamiento o cementación de pozos.
- Un programa de limpieza del área.
- Remoción de instalaciones que representen un peligro para la movilización de vehículos o para la navegación marítima y/o la pesca.
- Todas las demás necesarias para resguardar la seguridad de las personas que puedan humanamente preverse. »

«Artículo 24. Situaciones de Emergencia: cuando ocurran o puedan presentarse situaciones de emergencia que requieran una acción inmediata, tales como incendio, pérdida de control de pozos, derrames y otros similares, que pongan en inminente peligro la seguridad de las personas y/o sus bienes, el medio ambiente, el reservorio o la instalación de que se trate, en una operación petrolera a cargo del Estado, el Ministerio queda facultado para contratar exceptuando de licitación y cotizaciones los servicios petroleros necesarios para solucionar la emergencia por los medios y procedimientos expeditos, ágiles y flexibles, conforme a las prácticas usuales en la industria petrolera para estos casos, debiendo informar con posterioridad al Jefe de Estado sobre lo actuado.»

7. **Ley de comercialización de hidrocarburos y su reglamento, decreto número 109-97.** Esta ley fue en referencia a la comercialización de hidrocarburos, con el propósito de facilitar e incentivar la participación del sector privado en esta actividad, y de velar porque se cumpla con las normas de seguridad, protección del medio ambiente, calidad, volúmenes y pesos de despacho.

Esta ley enumera varios artículos que incluyen el tema de seguridad industrial y las buenas prácticas ambientales en los procesos de comercialización de hidrocarburos. Sin embargo en el reglamento de la ley de comercialización existe un capítulo ambiental con dos artículos. El artículo 44 el cual trata sobre la calidad de combustibles, el contenido de azufre, agua y sedimentos. El artículo 45 establece que en la planificación y operación de proyectos de refinación, transformación y la cadena de comercialización de petróleo y productos petroleros, se deben acatar las leyes sobre protección ambiental (Guatemala, 1997).

8. **Circulares informativas.** La Dirección General de Hidrocarburos ha elaborado diferentes circulares informativas las cuales son específicas para cada actividad que se realice en el sector petrolero. La circular que más se relaciona con el tema de abandono de áreas es la circular 4-86. La cual trata los siguientes temas: perforación, completación de pozos, pruebas de pozos y explotación. Sin embargo, estas circulares son emitidas por la Dirección General de Hidrocarburos.

La industria petrolera, por el tipo de actividades que desarrolla dentro de todos sus procesos, genera una variedad de impactos los cuales siempre tendrán el potencial de poner en riesgo las condiciones no sólo ambientales sino de salud, económicas, sociales, etc. Por esta razón es de suma importancia que exista un marco legal que integre el sector ambiental y el sector petrolero, para el mejor desempeño de las actividades petroleras y el mantenimiento y protección del medio ambiente. Actualmente existen muchos vacíos dentro del marco legal ambiental petrolero. Con la globalización y el crecimiento de la industria petrolera en nuestro país se necesita una legislación clara, completa, integral, y sobretodo se necesita que las entidades gubernamentales hagan que estas leyes se ejecuten y se cumplan a cabalidad.

B. Legislación internacional ambiental petrolera

En la industria petrolera se desarrollan varios procesos complejos, los cuales generan actividades de alto riesgo, desechos que requieren tratamientos muy particulares y un sin fin de operaciones que necesitan regulación especial. El marco legal ambiental petrolero tiene muchos vacíos, por lo cual es necesario tomar como referencia leyes internacionales específicas para este sector. Es importante mencionar que estos reglamentos o leyes internacionales se toman como referencia únicamente para establecer estándares en el ámbito nacional.

A pesar de la cantidad y variedad de normas internacionales que existen en el sector ambiental petrolero, son pocas las que se pueden aplicar debido a la peculiaridad de la situación cultural, social y económica que vivimos en Guatemala. Estas normas son utilizadas esencialmente para obtener estándares sobre ciertos parámetros que necesitan ser medidos dentro de la industria petrolera, obteniendo así lineamientos que permitan un mejor desempeño y garanticen la protección y calidad del medio ambiente.

1. **Banco mundial.** En 1998 el Banco Mundial publica las directrices ambientales que proveen recomendaciones técnicas a los consultores y personal involucrado en proyectos que puedan ser contaminantes. Esta publicación es el *Pollution Prevention and Abatement Handbook 1998*. Este manual está diseñado para ser utilizado dentro del contexto de las políticas ambientales del Banco Mundial y de todos los proyectos con el que éste trabaje (Banco Mundial, 1998).

La exploración, perforación y las actividades de producción petrolera cuentan con lineamientos ambientales establecidos dentro de este manual. Ya que en Guatemala no se cuenta con un reglamento que establezca parámetros específicos para esta industria, se utilizan los que se brindan dentro de este manual, tales como:

- Agua de desecho del procesamiento de crudo
- Emisiones atmosféricas de la producción de petróleo y gas
- Emisiones de la producción de petróleo y gas
- Efluentes líquidos de la producción de petróleo y gas

a. **Niveles de ruido.** Estos parámetros internacionales son utilizados por la industria petrolera en el ámbito nacional, para tener un rango de los tipos de emisiones o descargas que se pueden realizar (vid Apéndice 1). La guía del Banco Mundial es la más utilizada en este sector ya que las directrices que proporciona son completas y viables para cualquier país.

Otro documento de importancia es la auditoria de cumplimiento, la cual tiene como objetivo establecer las condiciones ambientales del área que será abandonada. Esta auditoria ha sido empleada durante todos los contratos que han sido abandonados y ha sido aceptada para el abandono de proyectos petroleros.

La metodología que sigue esta auditoria es la siguiente:

- Revisión de legislación existente relacionada al área de trabajo.
- Revisión de documentación existente relacionada con las actividades contractuales, incluyendo la información relativa a seguridad industrial y de manejo ambiental.
 - Informe de inspección de campo
- Observaciones al entorno de las áreas de operación
- Verificación de condiciones ambientales
 - Aspectos ambientales y laboratorio (calidad de aire, agua, agua subterránea, sedimentos, encuesta económica-social)
 - Aspectos de seguridad industrial
 - Aspectos de salud
 - Análisis de impactos acumulativos
 - Encuesta de la opinión de la población en torno a las operaciones petroleras desarrolladas y su desempeño ambiental.
- Identificación de impactos residuales pendientes de mitigar.
- Estimación de costos asociados a la mitigación de impactos residuales pendientes.
- Conclusiones y recomendaciones
- Entrega del informe final.

En Guatemala con esta auditoria se puede certificar la condición de entrega física del área del contrato a abandonar.

2. Protocolo de Luisiana 29b. Esta norma es parte de la regulación del Estado de Luisiana, EEUU, la cual regula y establece los requerimientos y procedimientos para la supervisión, control y cumplimiento de una gran variedad de actividades. Entre de estas actividades esta el caso de la exploración y explotación de hidrocarburos.

En la industria petrolera nacional, se escogió específicamente el protocolo de Luisiana porque asemeja muchas de las condiciones geológicas y climáticas donde se realizan las actividades petroleras en Guatemala. Este protocolo se utiliza para medir parámetros la concentración de aceites y grasas totales en sedimento, los cuales establecen que la concentración debe ser menor al uno por ciento.

3. Agencia de protección del medio ambiente de los Estados Unidos de América. Esta agencia de los Estados Unidos fue creada en 1970, con el propósito de llevar a cabo investigaciones sobre los efectos de la contaminación en todas las áreas donde el ser humano desarrolla sus actividades. Proporciona métodos, equipo y técnicas para contrarrestar estos efectos. Las regulaciones que establece la agencia son utilizadas no sólo en los Estados Unidos, sino en varios países, siendo Guatemala uno de ellos.

La norma que se utiliza en Guatemala para establecer parámetros de emisiones atmosféricas en la industria petrolera es la de *National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants: Oil and Natural Gas Production and Natural Gas Transmission and Storage*. Esta norma regula y enumera la emisión de los contaminantes atmosféricos dañinos que se producen en este tipo de industria. Dentro de los parámetros que se regulan están: polvo en suspensión, dióxido de azufre, etc. (EPA, 2005).

Cuadro No. 4 – Estándares de contaminantes atmosféricos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

Contaminante	Estandard	Tiempo Promedio
Monóxido de carbono	9ppm (10 mg/m ³)	8 horas
	35 ppm (40mg/m ³)	1 hora
Dioxido de nitrògeno	0.053 ppm (100 ug/m ³)	anual
Dióxido de azufre	365 ug/m ³	24 horas
Partículas en suspensión	260 ug/m ³	25 horas

La Agencia de Protección Ambiental proporciona una serie de normas para todo tipo de actividades industriales, así como métodos para tomar muestras, los cuales también son utilizados en Guatemala para realizar monitoreos ambientales.

4. La Asociación internacional de conservación del medio ambiente de la industria petrolera. Esta organización no lucrativa, está conformada por empresas petroleras y asociaciones internacionales, cuyo objetivo es el de promover buenas practicas dentro de la industria petrolera.

Esta organización ha publicado una serie de documentos y guías que proveen lineamientos ambientales que ayudan a que las actividades que se desarrollan dentro de la industria petrolera, sean de beneficio y protección del ambiente. Aunque estas guías no son parte de la legislación internacional del sector, han sido de utilidad para implementar buenas prácticas dentro de los proyectos petroleros en varios países. A continuación se mencionan las guías más relevantes que ha publicado esta organización (IPIECA, 2005):

- a. La industria del gas y del petróleo: operando en entornos sensibles. Esta publicación resume varios casos de estudio en donde se describen las experiencias adquiridas en la industria petrolera y de gas, con respecto a las operaciones responsables que se llevan a cabo en ambientes sensitivos.
- b. Biodiversidad y la industria petrolera – una guía para las negociaciones de biodiversidad. Este reporte incluye casos de estudio que contribuyeron a que las compañías pertenecientes a esta asociación lidiaran con las operaciones de todos sus procesos y los retos que estas operaciones presentan con relación a la biodiversidad.
- c. Lineamientos para los impactos biológicos de la contaminación petrolera. Se presentan los efectos biológicos a corto y largo plazo de la contaminación petrolera y se pretende que ayuden a realizar análisis de daños, predicción de efectos a largo plazo, limpieza, entre otros. Aunque se enfoca en ecosistemas marinos, también se hace referencia a otro tipo de sistemas.
- d. Dispersantes y su papel en el derrame de petróleo. Este reporte indica cuándo es productivo utilizar dispersantes en un derrame, en referencia a las preocupaciones ambientales que surgen por el uso de los mismos.

Otras publicaciones que se elaboraron en la asociación internacional de conservación del medio ambiente de la industria petrolera se listan a continuación:

- Impactos Biológicos de la Contaminación Petrolera: Manglares
- Impactos Biológicos de la Contaminación Petrolera: Arrecifes
- Guía para planes de contingencia para derrames de petróleo en agua.

5. Organización mundial de la salud (OMS). Esta organización es una agencia de las Naciones Unidas especializada en el tema de salud, cuyo propósito es alcanzar los mejores niveles de salud en todos los habitantes del planeta.

El tema ambiental es una de las ramas que esta organización contempla, y para la cual ha elaborado normas de referencia que proveen directrices para la mejor ejecución de proyectos y que proporcionen un ambiente saludable para el ser humano. Una de las normas de la OMS que adopta Guatemala es la de emisiones atmosféricas de contaminantes dañinos. Los parámetros que se norman son: partículas en suspensión, bióxido de azufre, bióxido de nitrógeno, partículas sedimentables y potencial de hidrógeno (OMS, 2005).

Cuadro No. 5 – Estándares de contaminantes atmosféricos OMS.

CONTAMINANTE	ESTÁNDAR
Partículas en suspensión	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Bióxido de azufre	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Bióxido de nitrógeno	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Partículas sedimentables	0.0167 mg/cm
Potencial de hidrógeno	7.00

6. **Occupational safety & health administration (OSHA).** Esta agencia forma parte del departamento de trabajo de los Estados Unidos. Su objetivo es proteger la seguridad y salud de los trabajadores a través de estándares, entrenamiento y educación en el área de salud y seguridad ocupacional.

En nuestro país se adoptan una serie de los estándares que se mencionan en esta agencia, garantizando así mayor seguridad en las áreas de trabajo en cualquier tipo de industria. La seguridad industrial en el sector petrolero es de alta importancia debido al tipo de actividades que se llevan a cabo por lo que las normas que brinda la OSHA son aplicadas en este sector.

Los estándares industriales generales de la OSHA también son aplicables a las actividades de exploración y explotación petrolera. Por lo tanto esta agencia cuenta con diferentes normas en cuanto a equipo de protección personal, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos, equipo de respiración, manejo de sustancias tóxicas, entre otras normas. También brinda los niveles de exposición de ruido en las áreas de trabajo en este tipo de industria (OSHA, 2005) (Vid Apéndice 2). Es importante adoptar las directrices que brinda OSHA, para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores.

C. Programa de abandono ambiental 1-85

El contrato petrolero 1-85 está por terminar en el mes de agosto del año en curso. En el año 2004, la empresa contratista presenta el plan de abandono del área, el cual no incluye un programa ambiental de abandono.

La ley de protección y mejoramiento del medio ambiente 68-86, establece que todo proyecto, obra, actividad o industria debe presentar un estudio de evaluación de impacto ambiental. Dentro de este estudio deber ir incluido un programa general de abandono del proyecto. Este contrato por haberse llevado a cabo antes de la creación de la ley 68-86, no presentó dicho estudio (el contrato inició en agosto de 1980). Sin embargo, presentó un Plan Gerencial de Manejo Ambiental y Sociocultural (PGMA), para los contratos 2-85 y otros contratos, el cual incluye el contrato 1-85.

El PGMA presentado incluye un plan de recuperación y compensación de áreas intervenidas. Este plan tiene como objetivo reducir y remediar los impactos relacionados con la pérdida de la cobertura vegetal y la pérdida de la calidad de los suelos, en aquellas áreas que han sido intervenidas a raíz de la industria petrolera, así como de las que en el futuro puedan serlo y posteriormente sean abandonadas. Este plan menciona de forma muy general las consideraciones a tomar en cuenta cuando se abandone y recupere un área (Basic, 1996).

De acuerdo a los contratos petroleros, la Ley de Hidrocarburos y su Reglamento, la contratista, al abandonar las áreas de trabajo, tiene la obligación de realizar los trabajos de restauración de acuerdo con el plan de abandono de operaciones. Para ello, los contratos contienen provisiones específicas que garantizan el cumplimiento de estos trabajos (fianzas a favor del Estado de Guatemala).

La parte ambiental del plan de abandono del contrato 1-85, se empezó a tratar a través de reuniones, en el mes de enero del año 2005, entre la Unidad Ambiental del MEM y la Contratista. Estas reuniones iniciales se realizaron con el propósito de elaborar los términos de referencia de la auditoria ambiental del área. Los términos de referencia fueron los siguientes:

- Introducción: se hizo una pequeña reseña de las actividades realizadas en el área.
- Auditoria: objetivo de la auditoria
- Contenido Básico de la Auditoria: contenido de la auditoria
- Reporte de Auditoria: presentación del reporte
- Calificación del Consultor: requerimientos que deberá cumplir el consultor que realizará la auditoria
- Tiempo de realización: seis semanas

En este punto es donde se inician las actividades del programa ambiental del contrato 1-85.

Posteriormente se hizo una licitación para la presentación de ofertas por parte de consultoras ambientales interesadas en realizar la auditoria ambiental del área. El objetivo de esta auditoria es determinar la condición ambiental actual, basándose en el PGMA del contrato 1-85, para los efectos de la

devolución del área al finalizar el contrato (Perenco, 2005). Una junta calificadora, la cual surgió a través de un requisito establecido en el contrato original, evaluó las ofertas presentadas. Esta misma junta, escogió a la consultora encargada de realizar la auditoría.

La consultora presentó su programa de trabajo para la auditoría, la cual se realizó en un período aproximado de seis semanas empezando en el mes de abril para finalizar a mediados del mes de mayo. Esta auditoría siguió la metodología de la auditoría de cumplimiento del Banco Mundial, basándose en tres aspectos: ambiente, seguridad industrial y salud. A finales del mes de abril se tuvo una reunión con la contratista, la consultora y el Ministerio de Energía y Minas en donde se presentaban los principales resultados obtenidos de las inspecciones que se hicieron al área por parte de la consultora. Las principales observaciones que se hicieron fueron:

- Presencia de chatarra en las áreas de pozos.
- Cercos y rotulaciones en los pozos.
- Condiciones actuales de los pozos
- Presencia de fosas

Estos entre otros elementos fueron los que se presentaron dentro de la inspección realizada por la consultora. La contratista ya empezó a trabajar en varias de los aspectos antes mencionados, para ir adelantando con los trabajos de abandono del área. Por último la consultora presentará el informe final en donde hace sus recomendaciones sobre el área a ser abandonada.

Consecuentemente se tuvo una reunión a nivel interno del Ministerio de Energía y Minas para discutir la condición en la que quedarían los pozos, para después presentar los requisitos a la contratista. Para esto se tomó en cuenta una tabla presentada por la consultora, en la cual se indicaba la condición física de cada uno de los pozos. Se tuvo otra reunión con personal de la contratista y personal del Ministerio en donde se acordó realizar una inspección para evaluar las condiciones en que se dejarían los pozos.

Este contrato no será abandonado definitivamente, su abandono será temporal. Por lo que la mayoría de los equipos e instalaciones se quedarán en el lugar. Se le indicó a la contratista que los pozos que no estuvieran en uso en la actualidad y estuvieran abandonados tendrían que ser taponados con un tapón mecánico. Los pozos que estén produciendo actualmente se les cerrarán las válvulas. A las tuberías se les retirará el crudo que puedan contener y se llenarán con agua y un aditivo anticorrosivo.

El área de contrato deberá ser entregado el día 12 de agosto de 2005. En este momento el programa de abandono se encuentra en la fase de establecimiento de las condiciones de los pozos. Los procedimientos y acciones que se vayan a llevar a cabo para la entrega y abandono de esta área no están estipulados dentro de la ley de hidrocarburos. Sin embargo, dentro del contrato del área deberían estar contemplados estos procedimientos.

D. Programa ambiental para el abandono de áreas petroleras

La integración del medio ambiente y desarrollo dentro de las actividades petroleras ha sido un tema de relevancia en las últimas décadas. Son muchos los retos que esta industria afronta en cuanto a la protección del medio ambiente durante las diferentes fases que envuelve esta actividad. Y uno de los mayores retos es el abandono de las áreas intervenidas.

Dentro de la ley de hidrocarburos no se cubren los aspectos ambientales del abandono de un área petrolera. Por lo tanto se presenta este programa el cual da los lineamientos ambientales que se deberían seguir cuando se abandone un área.

La fase de abandono es quizá una de las etapas más importantes dentro de las actividades petroleras. La recuperación de las áreas intervenidas estará sujeta a las buenas prácticas, y lineamientos que se implementaron en la etapa de abandono. La devolución del área en condiciones similares a su estado original es responsabilidad tanto de la contratista como del Gobierno.

A continuación se presenta el programa ambiental para el abandono de áreas petroleras que tiene como objetivo minimizar los impactos originados por la industria petrolera. Este programa se desarrolla a través de un proceso ordenado e integral; en donde el fin último es restaurar, lo más cercano posible, el área intervenida a su estado original. La implementación de buenas prácticas ambientales es esencial para la protección del medio ambiente a largo plazo, y este es otro de los objetivos de este programa. Este proceso se presenta en seis fases las cuales se esquematizan a continuación y luego se detallan.

Es importante mencionar que este programa incluye todas las actividades relacionadas con el abandono del área petrolera desde el momento en que se hace entrega del plan de abandono al Ministerio de Energía y Minas, hasta aprobar los resultados obtenidos del control ambiental post-abandono.

Figura No. 1 - Esquema del programa ambiental para el abandono de áreas petroleras



1. Crear comisión encargada del abandono de áreas petroleras. Es necesario crear una comisión encargada de la supervisión, control y desarrollo del plan de abandono. Esto facilitará las actividades que se van a desarrollar así como la comunicación entre Contratista y Gobierno. Esta comisión será nombrada en el momento que la contratista entregue el plan de abandono del área.

Miembros: La comisión debe estar integrada por diferentes representantes de ambas partes (contratista y gobierno). La comisión deberá estar conformada por:

- a. Ministerio de Energía y Minas
 - Un representante del departamento de desarrollo petrolero: encargado de supervisar los aspectos técnicos de los trabajos de abandono.
 - Un representante del departamento de auditoria y fiscalización: encargado de la contabilidad e inventarios del contrato a ser terminado.
 - Un representante de la unidad ambiental: encargado de supervisar los aspectos ambientales y de seguridad industrial de los trabajos de abandono.

- b. Ministerio de Ambiente y Recursos Ambientales
 - Un representante de la dirección de gestión ambiental o a quien el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales designe.

- c. Contratista
 - Este grupo estará conformado por los representantes que designe la empresa.

El Consejo Nacional de Áreas Protegidas participará en esta comisión si el área a abandonar se encuentra dentro de un área protegida.

d. Actividades a realizar

- 1) Recibir, revisar y aprobar el plan de abandono presentado
 - Esta comisión deberá de dar opinión técnica-ambiental sobre el plan presentado. Así como verificar que se presente el inventario de todas las instalaciones, maquinaria, equipo, etc.

- 2) Inspección
 - Al momento de empezar los trabajos de abandono en el área, dos miembros de esta comisión (Representantes de la unidad ambiental del departamento de desarrollo del Ministerio de Energía y Minas) deberán supervisar los trabajos que se estén realizando.

- Realizar un reporte de las inspecciones realizadas y presentarlos ante la comisión y la Dirección General de Hidrocarburos.
- Verificar la existencia de pasivos ambientales dentro del área de contrato.

3) Encargados de darle seguimiento a los servicios (educación, clínica y abastecimiento de agua) prestados por la contratista a las comunidades a través de cooperación interinstitucional.

4) Seguimiento

Posterior a la entrega del área se deberá hacer un análisis para verificar que no existe ningún riesgo y que las condiciones del área en general estén cercanas a su estado original.

e. Diagnóstico ambiental

1) Términos de referencia

Todas las actividades y procedimientos a realizar dentro de este programa ambiental dependerán del tamaño y capacidad del área a abandonar. Los términos de referencia que la Empresa Consultora Ambiental deberá tomar en cuenta dentro de este programa ambiental aunque son flexibles son los siguientes:

- Evaluación preliminar de las condiciones del área (calidad agua, aire, suelos, ruido, flora y fauna)
- Evaluación del estado de los pozos.
- Acondicionamiento y abandono de pozos
- Remoción de chatarra y desechos en general
- Restauración de suelos
- Revegetación de áreas
- Pasivos Ambientales
- Seguimiento a la restauración del área.

2) Esta comisión deberá respetar y considerar lo establecido en el contrato original del área y los procedimientos y requisitos que en presentes en el mismo, antes de tomar cualquier decisión.

3) La planificación y actividades de abandono deberán realizarse con un año de anticipación.

2. Auditoría de cumplimiento (normas del Banco Mundial). Esta auditoría se realiza con el objetivo de establecer las condiciones ambientales del área que será abandonada, dicha auditoría es realizada por la consultora ambiental electa por la comisión de abandono. Se toman como referencia los lineamientos de la auditoría de cumplimiento del Banco Mundial, ya que se ajusta a las condiciones de trabajo de nuestro país y contiene un esquema general de lo que debe contener una auditoría de cumplimiento ambiental. El contenido es el siguiente:

- a. Citar la legislación ambiental aplicable al área de trabajo.
- b. Revisión de documentación existente relacionada con las actividades contractuales, incluyendo la información relativa a seguridad industrial y de manejo ambiental.
- c. Informe de inspección de campo
 - 1) Observaciones al entorno de las áreas de operación
 - 2) Verificación de condiciones ambientales
 - Aspectos ambientales y laboratorio (calidad de aire, agua, agua subterránea, sedimentos, encuesta económica-social)
 - Aspectos de seguridad industrial
 - Aspectos de salud
 - Análisis de impactos acumulativos
 - Encuesta de la opinión de la población en torno a las operaciones petroleras desarrolladas y su desempeño ambiental.
 - 3) Identificación de impactos residuales pendientes de mitigar.
 - 4) Identificación de pasivos ambientales.
 - 5) Estimación de costos asociados a la mitigación de impactos residuales pendientes.
 - 6) Conclusiones y recomendaciones
- d. Entrega de informe final a la comisión de abandono para su análisis.
- e. Presentación del informe final ante la comisión.
- f. Se realizará una reunión con el fin de evaluar las recomendaciones.
- g. Inspección por parte de miembros de la comisión de abandono, para verificar avance de trabajos de abandono realizados.

3. Diagnóstico inicial. Esta etapa también se llevará a cabo en conjunto con la consultora ambiental y la comisión de abandono. Esta etapa tiene como fin que se verifiquen los resultados obtenidos de la auditoria de cumplimiento ambiental y se analice los trabajos de abandono a realizar, así como la toma de muestras para verificar la calidad de agua, aire y suelos.

a. Inspección visual

- Realizar un reconocimiento inicial, en donde se identifiquen las áreas y problemas de prioridad.

b. Delimitar el área

- El área está delimitada por las coordenadas establecidas en la licitación del área y posteriormente en el contrato de la misma. A pesar de que se tienen planos y coordenadas del área de contrato a abandonar, es importante delimitar el área nuevamente con el fin de asegurarse de las áreas que incluye el contrato y posteriormente observar los cambios que se han dado alrededor del mismo.
- Identificar los puntos donde se tomaran las muestras.

c. Toma de muestras

- Este es un punto muy importante del programa ya que la toma de muestras dará resultados reales sobre la posible contaminación existente en el área.
- Se realizarán tomas de muestra de agua, aire, suelo y mediciones de ruido. El responsable de las tomas de agua será la consultora ambiental, deberá estar capacitado para realizar este tipo de trabajo. La toma de muestras se realiza en esta etapa debido al tiempo de análisis que se llevan las muestras.
- Los análisis de las muestras los llevará a cabo un laboratorio privado, el cuál también será elegido por la comisión. Los análisis se realizaran de acuerdo a metodologías y guías proporcionadas por la Agencia de Protección del Ambiente. Asimismo los parámetros que se deben cumplir son los establecidos por el BM, OMS y la agencia de protección ambiental.

d. Entregar reporte escrito

4. Trabajos de remediación. El abandono de campos, que por lo general implica más de un pozo exige una estrecha coordinación de muchas operaciones diferentes para asegurar el aislamiento del subsuelo en todos los pozos, la remoción del equipo e instalaciones de superficie y el restablecimiento de la superficie a su estado original.

a. Pozos. El objetivo principal al abandonar un pozo es el aislamiento permanente de todas las formaciones del subsuelo atravesadas por el pozo. Lo ideal es aislar tanto las zonas productivas como otras formaciones. El aislamiento total evita que el gas, el petróleo, o el agua migren hacia la superficie o fluyan de una formación del subsuelo a la otra. Dentro de la Dirección General de Hidrocarburos se tiene un formato sobre el taponamiento y Abandono de Pozos, el cual se considera dentro de este Programa Ambiental de Abandono con el propósito que a través de este trabajo se oficialice por medio de una circular informativa.

1) Consideraciones en el abandono de un pozo. Los diseños de abandono deben tener en cuenta las características geológicas, tales como el tipo y el estado del yacimiento y de la roca sello del mismo. El diseño también ha de considerar el estado y la configuración del cemento, los disparos (perforaciones, cañoneos, punzados), las tuberías, y los dispositivos de terminación del pozo. La roca sello (de cobertura), el cemento y los equipos de terminación constituyen frecuentes trayectorias de migración de los fluidos que deben identificarse y sellarse para obtener un aislamiento eficaz a largo plazo (Barclay, 2002).

La preparación es uno de los pasos fundamentales para el abandono de un pozo, y comprende una evaluación detallada de la geología, de las inmediaciones del pozo y de las condiciones singulares mecánicas del mismo.

2) Pozo abierto bajo el revestimiento. Donde exista pozo abierto bajo el revestimiento más profundo, se debe colocar un tapón de cemento que se extienda al menos 100 pies arriba y 30.48 metros debajo de la zapata. Si las condiciones de la formación dificultan este procedimiento, se colocará un tapón mecánico de 15.24 metros a 30.48 metros arriba de la zapata con 15.24 metros de cemento sobre el tapón (Guatemala,2005c).

3) Cementación y aislamiento de las zonas perforadas. Todos los intervalos perforados deben ser taponados por uno de los siguientes métodos (Guatemala,2005c):

- Un tapón de cemento colocado por el método de tapón balanceado de al menos 30.48 metros arriba a 30.48 metros debajo del intervalo perforado, o hasta un tapón de tubería de revestimiento, cual sea la menor distancia.

- Un método, aprobado por el Ministerio o la Dirección para cementar a presión todos los intervalos perforados.
- Un tapón mecánico colocado a no más de 30.48 metros arriba del intervalo perforado con al menos 15.24 metros de cemento arriba del tapón.
- Un retenedor de cemento colocado de 15.24 metros a 30.48 metros arriba del tope del intervalo perforado, y un tapón de cemento que se extienda al menos 30.48 metros debajo de la base del intervalo perforado con 15.24 metros de cemento arriba del retenedor.

4) Abandono de un tubo revestidor auxiliar perforado (Liner). En pozos completados con un liner, se debe abandonar dicha tubería con un tapón de cemento que cubra al menos 15.24 metros encima y al menos 15.24 metros debajo de su punto de suspensión. Si se imposibilita realizar dicho procedimiento, se colocará un tapón mecánico tan cerca como sea práctico de la parte superior del liner con un mínimo de 6.10 metros de cemento sobre el tapón (Guatemala,2005c).

5) Fluido dejado entre tapones. Todos los espacios entre tapones, hasta la superficie, quedarán llenos de fluidos de perforación no corrosivos, los cuales deberán ejercer una presión hidrostática que sea mayor a la presión de la formación de dicho intervalo (Guatemala,2005c).

6) Tope de cemento. En caso de que el tope de cemento no llegue a cubrir 30.48 metros detrás de la tubería de revestimiento sobre la zona productora en pozo abierto, la tubería de revestimiento debe ser perforada 30.48 metros arriba de la zapata y cementada a presión con una columna que cubra 30.48 metros adicionales en el espacio anular (Guatemala,2005c).

7) Tope del corte de tubería de revestimiento. En caso de recuperación de tubería de revestimiento, se debe colocar un tapón de cemento que cubra al menos 15.24 metros encima y al menos 15.24 metros debajo del tope del corte de la tubería de revestimiento dejada en el pozo (DGH,2005c).

8) Ubicación actual e integridad de los tapones. Exceptuando los tapones superficiales, se debe verificar la ubicación actual e integridad de los tapones de cemento, retenedores de cemento o tapones mecánicos utilizando uno de los siguientes métodos, los cuales en caso de ser retenedor de cemento o tapón mecánico pueden ser ejecutados antes de colocar cemento arriba del tapón (Guatemala,2005c):

- Colocar suficiente peso de tubería, no menos de 15000 libras, sobre el tapón para confirmar su ubicación y su integridad.
- Verificar que el tapón resista un presión de bombeo de 1,000 psi durante un período de 15 minutos, y luego evaluar la ubicación del tapón.

9) Taponamiento permanente y temporal. En caso de abandono permanente, se debe colocar un último tapón de al menos 60.96 metros hasta la superficie o por lo menos con el tope a 15.24 metros del cabezal del pozo en la tubería de revestimiento de menor diámetro que se extiende a línea conductora de lodo. En caso de abandono temporal, podrá instalarse un tapón mecánico entre 60.96 pies y 91.44 metros del cabezal del pozo, en lugar de un tapón de cemento (Guatemala,2005c).

10) Señalización. Una vez taponado el pozo, por encima del suelo del contrapozo se instala un tubo que sobresalga del nivel del suelo por lo menos (1) metro con una placa metálica identificando el nombre del pozo, compañía, fechas de inicio y finalización de perforación y profundidad de perforación (Guatemala, 1986).

11) Cabezal o arbolito de navidad. Realizar una evaluación sobre las condiciones del pozo, para analizar si es conveniente desmantelar el cabezal o se corren muchos riesgos (reventones, fugas, etc.). De estar libre de riegos se procederá a remover el cabezal y rellenar el contrapozo con arena y grava.

- Para todas las actividades y trabajos que se realicen en los pozos, es necesario utilizar equipo de detección de gas. Así como otros equipos de seguridad que deberán de ser instalados antes de entrar al contrapozo (antepozo).
- En caso de que el abandono no sea definitivo, se llevaran a cabo los taponamientos temporales y se aplicarán los pasos que se puedan llevar a cabo en este tipo de abandono.
- Mapa con ubicación y coordenadas de cada pozo existente.

b. Plataforma. Las plataformas conforman el área en donde se ubica el pozo, su tamaño es variado y por lo general el material con el que están hechos es de cemento.

- Remover plataforma en su totalidad.
- Cubrir con tierra fértil, esparciéndola a una profundidad uniforme en toda el área.
- La superficie intervenida no deberá ser aplanada sino más bien dejarla en forma rústica, creando una superficie desigual para evitar la posible erosión, y aprovechar la captación de precipitación.
- Revegetar el área con especies nativas de la región y brindar mantenimiento mientras continúe el monitoreo e inspecciones post abandono.

1) Fosas. En la fase de perforación, al borde de cada plataforma se excavan unas fosas, las cuales sirven como recipientes de desechos. Estas se excavan únicamente durante la fase de perforación. En caso de encontrar fosas abandonadas se deberá proseguir de la siguiente manera:

- Si existen líquidos dentro de las fosas se deben drenar e inyectarlos en lugares designados.
- Tomar muestras para medir la concentración de aceites y grasas en sedimentos (comparar los resultados con los estándares del protocolo de Louisiana 29 b, que es la norma de referencia utilizada actualmente).
- Realizar la bioremediación de las fosas a través de un proceso llamado *landfarming*. Este proceso consiste en degradar las concentraciones de los contaminantes a través de bacterias, abono, tierra fértil y oxígeno.
- Tratar los sedimentos hasta que los resultados de las muestras se encuentren dentro de la norma de referencia, mediante monitoreos de control con muestras periódicas para verificar la concentración de hidrocarburos.
- Cuando la tierra ha sido remediada nivelar el área a su estado original en forma rústica para evitar la erosión.
- Revegetar el área con especies nativas de la región brindar mantenimiento mientras continúe el control e inspecciones post abandono.
- Se debe seguir el mismo procedimiento en caso de encontrar un *pit* de quema (Seguir pasos que sean aplicables.)
- Este proceso debe de realizarse con tiempo ya que el proceso de bioremediación es de larga duración.

Las fosas que estén recubiertas con geomembrana y aún existan cuando se realice el abandono del área deberán de ser tratadas de la siguiente manera:

- Drenar todos los desechos líquidos que se encuentren dentro de la fosa y proceder a reinyectarlos.
- Tomar una muestra de sedimentos y verificar la presencia de hidrocarburos.
- Si se encuentran hidrocarburos en los sedimentos proceder a darles tratamiento con el proceso de *landfarming*.
- Si no se encuentran hidrocarburos en las fosas, proceder a cerrar la fosa con la geomembrana, haciendo una especie de *tamal* de modo que los sedimentos queden dentro de la geomembrana. Posteriormente se deberán rellenar con tierra fértil y revegetar el área.

2) Instalaciones. Una vez que los pozos han sido taponados y abandonados individualmente; las tuberías, instalaciones y otras estructuras presentes en el campo deben ser desmanteladas.

a) Tuberías (*pipeline*)

- Desconexión de líneas.
- Lavado y limpiado con cochino limpiador.

- Extracción y tratamiento de residuos.
- Llenado con inhibidor si la línea está enterrada, si es superficial deberá ser removida.
- Aislamiento de líneas y sellado.
- Las aguas con hidrocarburos y aguas ácidas deberán de ser reinyectadas.
- Realizar un mapa actualizado de la ubicación de la tubería que permanecerá en el área.

b) Tanques de almacenamiento

- Se remueve todo el crudo que pueda estar almacenado.
- Se colocan tapones en las entradas y salidas de los tanques.
- Se deja ventilar debido a la presencia de gas.
- Se drenan los sedimentos.
- Se aplica un lavado con agua a presión.
- Se procede a dismantelar el tanque.
- Toda el agua que surja de esta limpieza se deberá inyectar en el lugar designado.
- Las aguas con hidrocarburos deberán de ser reinyectadas.

c) Instalaciones. Los campamentos y otros edificios que queden en el área se les deberá de buscar un uso dentro de las comunidades (escuelas, centros de salud, etc.). Será el Ministerio el encargado de asignarles el destino y uso final de las instalaciones.

3) Disposición de desechos. Son dos los tipos de desechos que se generan en la fase de abandono: líquidos y sólidos.

a) Desechos líquidos: Provenientes de los procesos de explotación, separación, almacenamiento de crudo, lavado y dismantelamiento. Todos los desechos líquidos generados a raíz de estos procesos serán inyectados a los pozos designados como pozos inyectores (estos pozos serán los últimos en *taponear*).

b) Desechos Sólidos: Provenientes del dismantelamiento de las instalaciones, maquinaria en abandono y chatarra. Para la disposición de desechos sólidos se debe realizar una clasificación de la siguiente manera:

- Desechos Reciclables: toda la maquinaria, filtros y todos aquellos desechos que puedan ser reciclados o reutilizados.
- Desechos Chatarra: toda la chatarra que no tengan ningún uso y pueda ser vendida a una chatarrera. En el contrato 1-85 por ejemplo existen partes de equipos dismantelados, vehículos abandonados, etc.

- Desechos Inservibles: todos aquellos desechos que no se pueda reutilizar, ni vender se les deberá asignar un lugar apropiada para su destino final. Como por ejemplo en el contrato 1-85 se encontraron residuos de mampostería y no se les encontró ningún uso por lo que se enterraron en un área apropiada.

5. **Entrega del área.** Esta etapa se llevará a cabo acorde a lo establecido en el contrato del área designada. Sin embargo es importante que se incluyan los siguientes lineamientos:

- a. Se realizará un recorrido del área para establecer las condiciones de entrega del área.
- b. Se tomará video y fotografías para captar el estado y condiciones de entrega del área.
- c. Se procederá con los requerimientos contractuales de entrega del área establecidos por el Ministerio de Energía y Minas

6. **Monitoreo post abandono.** Durante el plazo de dos años posterior a la entrega se realizarán dos inspecciones por año, en donde se supervisará que las condiciones del área sean normales y no se presente ninguna anomalía a través de la toma de muestras de agua y sedimentos. Esto se llevará a cabo por representantes del Ministerio de Energía y Minas en conjunto con representantes del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, los cuales presentaran un reporte final con los resultados de esta inspección. En caso de ocurrencia de alguna contingencia existirá una fianza de seguro la cual será cubierta por la compañía que operaba con anterioridad en el área.

IV. DISCUSIÓN

El programa ambiental que se presenta en este trabajo tiene como finalidad brindar una herramienta para llevar a cabo el abandono de áreas petroleras. Hasta el día de hoy, en Guatemala no se había abandonado un área petrolera de intensa actividad (pozos productores, planta de proceso, plantas de bombeo, etc.) Después de 25 años de actividad, el contrato 1-85 llega a su fin. A pesar de que no será un abandono definitivo, sino sólo un traspaso, las condiciones en las que se debe dejar el área deben de ser ambientalmente adecuadas.

La legislación nacional no contempla ningún tipo de procedimiento en cuanto al abandono de áreas petroleras. En uno de los artículos del reglamento de la ley de hidrocarburos se establece que se debe presentar un plan de abandono. Sin embargo, no se hace referencia al tema ambiental, ni se establecen las condiciones en las que se debe entregar el área. Este vacío que existe dentro de la ley, tiene como consecuencia la inexistencia de procedimientos estructurados para el abandono del contrato 1-85, así como para contratos futuros. Otro documento de suma importancia es el contrato del área 1-85, el cual tiene prioridad en el desarrollo de cualquier actividad dentro del área. Para el abandono de este contrato se ha tenido como base los procedimientos y experiencias de otros contratos (Contrato 1-92.) Por el contrario, el programa ambiental que se propone en este trabajo brinda un sistema estructurado de las actividades y lineamientos que se deben seguir. Ya que cada una de las etapas en las que se divide, explica y define los pasos que se deben seguir cuando se abandone un área petrolera. Debido a la falta de un marco legal nacional que establezca los lineamientos a seguir, el programa ambiental propuesto se respalda en legislación internacional que hasta el día de hoy han resultado efectivas para nuestro país según la experiencia adquirida y aplicada por cada contratista. Asimismo en este programa propuesto se utilizó un documento del Departamento de Desarrollo Petrolero del Ministerio de Energía y Minas titulado *taponamiento y abandono de pozos*. Este documento es una herramienta muy útil dentro del Ministerio y el cual no es un documento oficial, por lo que se utilizó en este programa como complemento y de alguna manera hacerlo oficial al presentar este programa ante las autoridades de la Dirección General de Hidrocarburos.

Otro factor importante en el desarrollo del plan de abandono del Contrato 1-85, ha sido el factor tiempo. Debido a la misma informalidad que ha existido en el proceso, las actividades de abandono llevan cierto retraso. Esto se debe a la burocracia existente en los trámites dentro del Ministerio de Energía y Minas y también la falta de una programación preestablecida. El programa ambiental propuesto toma a consideración el factor tiempo. Este programa establece que la planificación del abandono del área, debe iniciar por lo menos un año antes de la entrega del área. Esto con el fin de contrarrestar cualquier retraso o

que se tenga que realizar trabajos que requieran tiempo, aunque esto dependerá del tamaño, tipo de contrato y de las actividades que allí se realicen. El control de las actividades que se realicen se hará por medio de reportes escritos que se presentarán durante el transcurso del programa.

Uno de los grandes vacíos durante el desarrollo del programa del Contrato 1-85 es la falta del tema ambiental dentro del marco legal de la industria petrolera. Es por esta razón que el programa ambiental que se presenta, será propuesto para que se incluya dentro del marco legal del Ministerio. El artículo 238 del reglamento de la ley de hidrocarburos establece que la Dirección General de Hidrocarburos emitirá las guías, circulares e instructivos necesarios y podrá determinar los procedimientos que deben observar los contratistas con respecto a la información que debe proporcionarse. Por lo tanto, dicho trabajo se presentará a la Dirección para su evaluación, lo cual se llevará a cabo a través de una presentación de este trabajo en forma oral y escrita.

A pesar de que el desarrollo del plan de abandono del Contrato 1-85 ya se está llevando a cabo desde principios del año en curso, aún hay ciertas etapas del programa ambiental propuesto que pueden ponerse en práctica. La etapa de entrega del área y la etapa de control post abandono pueden integrarse dentro del desarrollo del programa de abandono del área 1-85. Asimismo, varias de las actividades llevadas a cabo dentro del programa de abandono del 1-85 se utilizaron para el programa ambiental propuesto.

Aunque el programa ambiental propuesto está enfocado hacia el abandono definitivo de áreas, es aplicable para el abandono temporal o en este caso para el traspaso de áreas petroleras. La experiencia que se ha tenido con el desarrollo del abandono del contrato 1-85 ha sido de gran ayuda para la elaboración del programa propuesto.

V. CONCLUSIONES

1. En Guatemala no se ha tenido la experiencia del abandono de un área petrolera de gran escala, como lo es el contrato 1-85, en este contrato no se llevará a cabo un abandono definitivo, sino simplemente un traspaso; y debido a que éste no ha finalizado aún se pueden incluir algunas etapas que sean aplicables del programa ambiental propuesto.
2. La figura de la Comisión de Abandono deberá de ser creada bajo un Acuerdo Ministerial con el fin de tener autoridad en la toma de decisiones. Debido a que existe un convenio de cooperación entre el Ministerio de Energía y Minas y el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales esto también estaría contemplado dentro de este acuerdo Ministerial.
3. La mayoría de las circulares informativas existentes no contienen lineamientos ambientales por lo que se deberá proponer que se haga una revisión y una actualización a estas circulares para que sean viables a las condiciones actuales de la industria petrolera en el país.
4. Dentro de la Ley de Hidrocarburos no existen los lineamientos a seguir para el abandono de un área petrolera. Por lo mismo se sugiere que el programa ambiental propuesto sea incluido dentro del marco legal del Ministerio de Energía y Minas, a través de una circular informativa.
5. El contrato del área a ser abandonada tiene un valor legal muy importante y deberá ser respetado en todo momento, sin embargo, para la renovación de este contrato la inclusión del programa ambiental propuesto dentro del nuevo formato significaría un gran avance en el tema ambiental dentro de las actividades petroleras.
6. Es necesario realizar un estudio socioeconómico sobre las comunidades aledañas al área de los contratos petroleros, ya que estas dependen de la empresa para el desarrollo de sus actividades. Por esto es importante que cuando se abandone una de estas áreas se realice un estudio en donde se incluyan los impactos a éstas comunidades y recomendaciones sobre actividades secundarias que pudieran realizar.

7. Los vacíos ambientales dentro del marco legal de la industria petrolera representan limitaciones para llevar a cabo el abandono de áreas petroleras, es necesario tener el respaldo de la legislación internacional para el desarrollo del programa ambiental para el abandono de áreas petroleras y tener en consideración que el factor tiempo es importante; por lo que se hace necesario la planificación y programación de las actividades para el abandono de las áreas petroleras ya que estas dependen del tamaño y actividades que se realicen en las mismas.
8. El desarrollo del plan de abandono del contrato 1-85 no ha tenido un proceso definido, se ha basado en experiencias de abandono de otras áreas como lo es el contrato 1-92, lo que hace de suma importancia la documentación de las actividades que se van desarrollando dentro del programa ambiental es importante para que sirva de antecedente para el abandono de otras áreas.
9. El monitoreo post abandono es de suma importancia para verificar que las condiciones del área abandonada no representen ningún riesgo al ambiente ni a la seguridad y salud humana así como también establecer un tipo de fianza ambiental para recompensar cualquier daño al ambiente y cubrir los gastos de remediación que se puedan necesitar.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- A.B., Chapman, et al. 1991. *Oil Industry Operating Guideline For Tropical Rainforests*. Estados Unidos. 20 Págs.
- American Petroleum Institute. [En línea]: 12 de enero 2005. < www.api-ec.api.org. > [Consulta: 18 de enero. 2005].
- Banco Mundial. 2005. [En línea]. 22 de enero 2005 < www.worldbank.org> [Consulta: 27 de enero de 2005].
- Barclay, Ian, et al. 2002. *El Principio del Fin: Revisión de las Prácticas de Abandono y Desmantelamiento*. 30 Págs.
- Canter, Larry. 1996. *Environmental Impact Assessment*. 2a Edición. University of Oklahoma, McGraw-Hill. 660 Págs.
- Design Principles Environmental Care*. 1994. Norsok Standard. 17 Págs.
- Ecuador. 1995. Comisión Asesora Ambiental de la Presidencia de la República. *Reglamento Ambiental para las operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador*. Ecuador, Ministerio de Energía y Minas.
- Environmental Management in Oil and Gas Exploration and Production – An Overview of Issues and Management Approaches* -. 1997. UNEP, E&P Forum. 76 Págs.
- Environmental Protection Agency. 2005. [En línea]: *National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants: Oil and Natural Gas Production and Natural Gas Transmission and Storage*. 7 de febrero de 2005. < www.epa.gov> [Consulta: 8 de febrero de 2005].
- Environmental Protection Agency. [En línea]. 8 de febrero de 2005. < www.epa.gov > [Consulta: 8 de febrero de 2005].

- Estados Unidos. 2004. United States Department of the Interior Bureau of Land Management. *Environmental Assessment for the West Tavaputs Plateau Drilling Program, Carbon and Duchesne Counties, Utah*. 60 Págs.
- Estándares Internacionales para la Producción y Exploración de Petróleo en Áreas Tropicales*. 1996. 20 Págs.
- Guatemala, 1983. Congreso de la República de Guatemala. *Ley de Hidrocarburos y su Reglamentación, Decreto Ley 109-83*. Guatemala, Congreso de la República de Guatemala.
- Guatemala. 1985. Congreso de la República de Guatemala. *Constitución Política de la República de Guatemala*. Guatemala, Congreso de la República de Guatemala.
- Guatemala. 1986. Congreso de la República de Guatemala. *Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto Ley 68-86*. Guatemala, Congreso de la República de Guatemala.
- Guatemala, 1986. Dirección General de Hidrocarburos (DGH.) *Circula Informativa 4-86: Relativa a perforación de pozos, completación de pozos, pruebas de pozos y explotación de pozos*. Guatemala, Ministerio de Energía y Minas.
- Guatemala. 1989. Congreso de la República de Guatemala. *Ley de Áreas Protegidas, Decreto Ley 4-89*. Guatemala, Congreso de la República de Guatemala.
- Guatemala. 1989. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS). *Reglamento de Requisitos Mínimos y sus Límites Máximos Permisibles de Contaminación para la Descarga de Aguas Servidas, Acuerdo Gubernativo 60-89*. Guatemala, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
- Guatemala. 1996. Congreso de la República de Guatemala. *Ley Forestal, Decreto Ley 101-96*. Guatemala, Congreso de la República de Guatemala.

Guatemala. 1997. Ministerio de Energía y Minas (MEM.) *Ley de Comercialización de Hidrocarburos y su Reglamento, Decreto Numero 109-97*. Guatemala. Ministerio de Energía y Minas.

Guatemala. 1998. Dirección General de Hidrocarburos. *Circulares Informativas*. Guatemala., Ministerio de Energía y Minas. 100 Págs.

Guatemala. 2005. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS.) *Reglamento de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores, Acuerdo Gubernativo 66-2005*. Guatemala, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Guatemala. 2005a. Dirección General de Hidrocarburos (DGH.) *Origen del Petróleo y Geología Petrolera*. Guatemala, Ministerio de Energía y Minas.

Guatemala. 2005b. Dirección General de Hidrocarburos (DGH.) *Status de Contratos Petroleros*. Guatemala, Ministerio de Energía y Minas.

Guatemala. 2005c. Dirección General de Hidrocarburos (DGH.) *Taponamiento y Abandono de Pozos*. Guatemala, Ministerio de Energía y Minas.

International Petroleum Industry Environmental Conservation Association. [En línea] : 18 de enero de 2005. < www.IPIECA.org > [Consulta: 18 de enero de 2005].

Lineamientos Ambientales de IOGCC para Programas Reglamentarios Estatales de Petróleo y Gas. 1994. Interstate Oil and Gas Compact Commission. Estados Unidos. 68 Págs.

Ministerio de Energía y Minas de Perú. 1990. [En línea]: *Reglamento para protección ambiental en las actividades de hidrocarburos*. 26 de enero de 2005. < www.mem.gob.pe/nuevo/legal/dgaaa/rpaa-ssh.htm > [Consulta: 26 de enero de 2005].

Oil and Gas Industry Codes of Conduct and Angolaian National Legislation. 2003. 15 Págs.

Organización Acción Ecológica. [En línea]: *Fases e Impactos de la Actividad Petrolera*. 2002. 15 de febrero de 2005. < www.accionecologica.org > [Consulta: 16 de febrero de 2005].

Organización Mundial de la Salud. [En línea]: *Estándares de Contaminantes Atmosféricos*. 23 de febrero de 2005. < www.OMS.org > [Consulta: 24 de febrero de 2005].

Occupational, Safety and Health Association. [En línea]: *Noise Level Standards*. 23 de febrero de 2005. < www.OSHA.org > [Consulta: 24 de febrero de 2005].

Pollution Prevention and Abatement Handbook. 1998. Banco Mundial. EEUU. 326 Págs.

Plan Gerencial de Manejo Ambiental y Sociocultural (PGMA), Contrato 2-85 y otros contratos. 1996. Basic Resources International (Bahamas) Limited (Basic). Guatemala. 64 Págs.

Plan de Abandono y Restauración Ambiental, Contrato 1-92. 2001. Basic Resources International (Bahamas) Limited (Basic). Guatemala. 12 Págs.

Plan de Abandono y Restauración Ambiental, Contrato 2-92. 2002a. Basic Resources International (Bahamas) Limited (Basic). Guatemala. 7 Págs.

Reporte de Auditoria Ambiental Fase 1, Contrato 1-92. 2002b. Basic Resources International (Bahamas) Limited (Basic). Guatemala. 130 Págs.

Términos de Referencia, Auditoria Contrato 1-85. 2005. Perenco Guatemala Limited. Guatemala. 2 Págs.

Wawryk, Alexandra. 2001. *International Environmental Standards in the Oil Industry: Improving the Operations of Transnational Oil Companies in Emerging Economies*. University of Adelaide, Estados Unidos. 3 Págs.

APÉNDICES

APÉNDICE A

Desarrollo de la industria de gas y petróleo: lineamientos de proyectos, lineamientos de sectores industriales.

Tabla 1
Agua de desecho del procesamiento de crudo - (miligramos por litro)

Parámetro	Valores Típicos Promedio
Aceites y Grasas	7-1,300 (200)
Total de Carbón Orgánico	30-1,600 (400)
Total de Sólidos Suspendedos (TSS)	20-400 (70)
Total de Sólidos Disueltos (TDS)	30,000-200,000 (100,000)
DBO	120-340
DQO	180-580
Fenoles	50
Cadmio	0.7
Cromo	2.3
Cobre	0.4
Plomo	0.2
Mercurio	0.1
Níquel	0.4

Fuente: pollution prevention and abatement handbook, 1998

Tabla 2
Emisiones atmosféricas de la producción de petróleo y gas
Producción de petróleo (gramos por metro cúbico de petróleo producido)

Óxidos Nitrosos	3.7
Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC)	3.3-26

Fuente: Pollution Prevention and Abatement Handbook, 1998

Tabla 3
Emisiones de la producción de petróleo y gas
(miligramos por metro cúbico a menos que se especifique de otra manera)

Parámetro	Valores Máximos
VOC, incluyendo Benceno	20
Sulfuro de Hidrógeno (para la producción de petróleo)	30
Óxidos Nitrosos Petróleo quemado	400 (o 130 ng/J)
Olor	Que no sea ofensivo para el receptor ^a

Fuente: Pollution Prevention and Abatement Handbook, 1998

Nota: ng/J. Nanogramos por Joule

^a. El Sulfuro de Hidrógeno dentro de los límites de la propiedad debe ser menor de 5 mg/m³

Tabla 4.
Efluentes líquidos de la producción de petróleo y gas
(miligramos por litro con excepción del pH y Temperatura)

Parámetro	Valores Máximos
PH	6-9q
DBO	50
TSS	50
Aceites y Grasas ^a	20
Fenoles	1
Sulfuros	1
Total de metales tóxicos ^b	5
Incremento de Temperatura	< 3 C° ^c

Fuente: Pollution Prevention and Abatement Handbook, 1998

Nota: estos requisitos son para los efluentes que se descarguen directamente a un cuerpo de agua.

- Hasta 40 mg/L es aceptable en instalaciones que produzcan menos de 10,000 toneladas por día.
- Los metales tóxicos incluyen: antimonio, arsénico, berilio, cadmio, cromo, cobre, plomo, mercurio, níquel, selenio, plata, taladio, vanadio y zinc.
- El incremento de temperatura en los efluentes no debe ser mayor de 3 C° en la zona donde el área inicial de mezcla y dilución se juntan. Donde la zona no está definida, se utilizan 100 metros donde se descarga el efluente.

Tabla 5
Niveles de ruido

Receptor	Máximo Log Equivalente Permitido (medidas por hora) en dB(A)	
	Día (7:00-22:00)	Noche (22:00-7:00)
Residencial, Educacional, Institucional	55	45
Industrial y comercial	70	70

Fuente: Pollution prevention and abatement handbook, 1998

APÉNDICE B

Occupational safety & health administration – osha -

Limites de exposición al ruido para el área de trabajo según la OSHA.
(Exposición al Ruido en dBA)

Ruido	Exposición Permisible (horas y minutos)
85	16 hrs
87	12 hrs 6 min
90	8 hrs
93	5hrs 18 min
96	3 hrs 30 min
99	2 hrs 18 min
102	1 hr 30 min
105	1hr
108	40 min
111	26 min
114	17 min
115	15 min
118	10 min
121	6.6 min
121	4 min
127	3min
130	1 min

Fuente: Canter, Larry, 1996.

Notas: Exposiciones por arriba o abajo del limites de 90 dB ha sido “tiempo ponderado” para dar lo que OSHA cree son los riesgos equivalentes a una exposición de 90dB de 8 horas.

APÉNDICE C

Tablas de impactos ambientales en la industria petrolera

Fuente: Environmental management in oil and gas exploration and production, UNEP 1997.

ACTIVIDAD	FUENTE	IMPACTO POTENCIAL	COMPONENTE AFECTADO	COMENTARIOS
SUPERVISIÓN AEREA	AEROPLANO	RUIDO	H/AT/B	Vuelos a baja altura, disturbios a humanos y la vida silvestre (se consideran los estacionales.) Transeúntes de corto plazo
OPERACIÓN SÍSMICA (en tierra)	Equipo sísmico	RUIDO	H/At/B	Perforación de pozos, Fuentes acústicas (vibraciones, explosiones, molestias a los humanos y a la vida silvestre (se considera los estacionales.) Corto Plazo y vida silvestre
	Campos de base	Ruido / luz	H/At/B/Aq/T	Ruido de nivel bajo, posible erosión y daños en hidrología superficial, migración de mano de obra, disposición de agua, desagües efluentes, emisiones de generación de energía, derrames, riesgo de incendios, conflictos uso de tierras, influjos / colonizaciones de impacto secundario a través de nuevas rutas de acceso. Principalmente, plazo corto, transitorio. Impacto de largo plazo potencial por acceso. Remoción de vegetación, posible erosión, cambios en patrones de drenado e hidrología de la superficie. Impactos secundario-influjo / asentamientos a través de rutas de nuevo acceso. Principalmente, corto plazo y transitorio, impacto potencial de plazo largo por acceso.
	Línea de corte	Acceso / huellas	H/B/aq	

Perforación de exploración y evaluación (en superficie)	Caminos	Acceso	H/At/B/Aq/T	<p>Limpieza de vegetación, posible erosión y cambios en hidrología superficial, emisiones, vibración y ruido por movimiento de equipo de tierra; disturbios a población local y vida silvestre. Impactos secundarios relacionados con influjo y colonización por rutas de nuevo acceso. Principalmente, corto plazo, impactos transitorios. Impactos de largo plazo potenciales por construcción de acceso.</p>
	Preparación del sitio	Huellas	H/At/B/Aq/T	<p>Requerimiento para la selección apropiada del sitio para minimizar posible impacto. Remoción de vegetación y suelos, posible erosión y cambios en hidrología superficial; pérdida de hábitat; ruido por construcción, vibración y emisiones de vehículos; disturbios a la población local y vida silvestre, intrusión visual estética; plazo corte siempre que haya decomisión adecuada y rehabilitación sea conducida</p>
<p>H: humano socio económico y cultural T: Terrestre Aq. Acuático At : atmosférico B: biosfera</p>				
	Campamento y Operación	Desechos Emisiones Desperdicios	H/at/B/At/Aq/T	<p>Requerimientos de suministro de agua; ruido, vibración y emisiones de equipo de planta y transporte; luz extraña; descargas de líquido; lodos y tala; agua lavada; contaminación de suelo, foso de lodo, derrames, filtraciones, disposición de desechos sólidos, disposición de desechos sanitarios, desagües, agua gris del campo, emisiones y descargas de operaciones de pozos de prueba; ruido adicional y luz de quemas o llamas. Disturbios a la vida silvestre. Plazo corto, transitorio</p>

	Decomisión y cuidado posterior	Socio económico y cultural Huellas	H H/B/Aq/T	<p>Conflictos por uso de tierra, disturbios e interferencia a población local, consideraciones especiales requeridas para población nativa e indígena; interacción entre fuerza laboral y población local; migración; efectos potenciales en las infraestructuras locales; empleo, Educación, caminos, servicios, pesca, casa, atascaderos. Plazo corto, transitorio</p> <p>Control adecuado durante construcción, y operaciones y decomisión y posterior cuidado adecuado deberá en forma efectiva remover riesgo de impacto a largo plazo. Control inapropiado puede resultar en contaminación de suelos y agua; erosión y cambios en hidrología superficial; disturbios a la vida silvestre; pérdida de hábitat; impacto a la biodiversidad; disturbios humanos y culturales, impacto secundario a infraestructura socio económica; migración, cambios en el uso de la tierra y recursos.</p>
Desarrollo y producción (en tierra)	Caminos	Acceso	H/Aq/B/T	<p>La ocupación a largo plazo de los lugares requiere de acceso a las instalaciones. Pérdida a largo plazo de hábitat y uso de la tierra; posible barreras al movimiento de la vida silvestre, exposición aumentada a la migración y efectos secundarios; efectos de largo plazo de despejo (limpieza) de vegetación, erosión, cambios a la hidrología superficial, introducción de barreras al movimiento de la vida silvestre. Aumento de disturbios del transporte, volúmenes de tráfico, densidad, impactos en la infraestructura local, disturbios a la población local y vida silvestre. Efectos de largo plazo requieren una planificación y consulta apropiadas.</p>

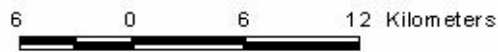
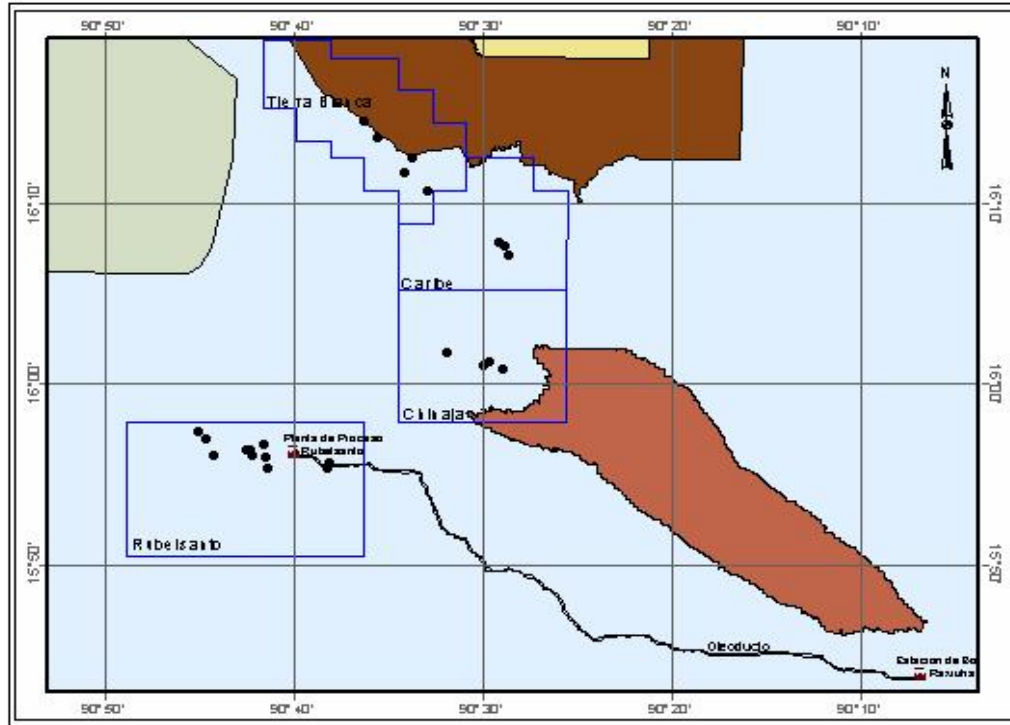
	Preparación del Sitio	Huellas	H/At/Aq/B/T	<p>Ocupación de los lugares a largo plazo requieren de instalaciones permanentes. Perdida a largo plazo de hábitat y uso de la tierra. Las instalaciones permanentes requieren que el tamaño del lugar sea más grande; se aumentan las huellas; mas métodos de construcción intensiva. Efectos de largo plazo por limpieza de vegetación; erosión, cambios en hidrología superficial. Escala mayor, actividades de construcciones, ruido, vibración emisiones relacionadas con trabajos de tierra. Intrusión estética y visual. Selección adecuada del lugar para evitar impactos socio económico, cultural y debida consideración a las poblaciones locales e indígenas. Requerimiento Posible para las tuberías – construcción, acceso, ocupación de largo plazo de recursos de tierra, introducción de barreras al movimiento de vida silvestre.</p>
--	-----------------------	---------	-------------	---

	Operaciones	Descargas y desechos	H/At/Aq/B/T	<p>Ocupación de largo plazo de los lugares e instalaciones permanentes de producción conllevan a un aumento potencial de impacto a largo plazo. Aumento de la demanda de la infraestructura local del suministro de agua, desagües y disposición de desechos. Incremento de descargas y emisiones de: procesos de producción (agua de desechos, agua producida, aguas desechables y sanitarias, drenajes); y planta de energía y procesos (gases desechables, llamas, ruido, vibración, luz). Efecto potencial en biota, disturbios a la vida silvestre, hábitat, biodiversidad, agua, suelos y calidad del aire. Un riesgo aumentado de contaminantes del suelo y agua proveniente de derrames y filtraciones o escapes.</p> <p>Presencia permanente a largo plazo de instalaciones y fuerza laboral; aumento de la demanda en infraestructura local; impactos socio económicos y culturales; (fuerza laboral, empleo, educación, servicios médicos y otros, económico local, efectos en la población indígena. Conflictos por uso de la tierra. Intrusión visual y estética.</p>
		Socio económico y cultural	H	

H: humano, socioeconómico y cultura T: terrestre Aq: acuático At: atmosférico B: biológico

APÉNDICE D

Mapa del área de contrato 1-85



APÉNDICE E

Fotografías del área de contrato 1-85



Árbol de navidad o cabeza de pozo



Cabeza de pozo con cerco perimetral



Plataforma del pozo



Contrapozo con fluidos

PLANTA DE PROCESO



Área de Separadores





Torre de Quema



Área de Tanques de Almacenamiento de Crudo

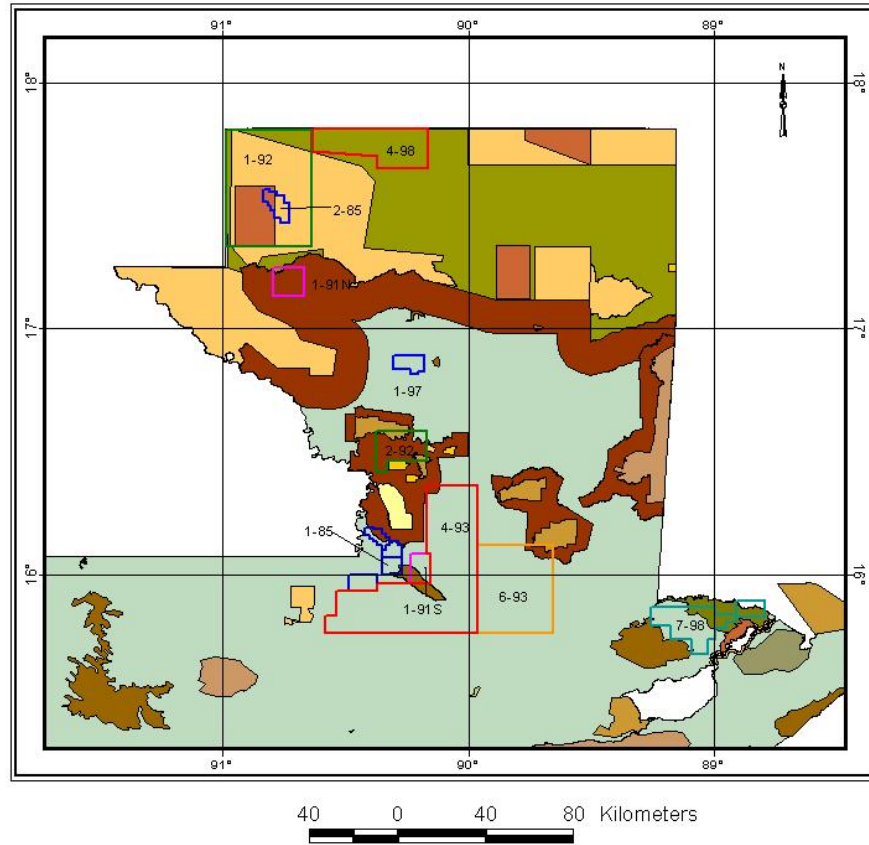
OTRAS ÁREAS



Área de Landfarming

APÉNDICE F

Áreas de contratos petroleros en Guatemala



<p>Compañías Operadoras</p> <ul style="list-style-type: none"> Compañía Petrolera del Atlántico Compañía General de Combustibles Basic Resources International Petroltrin, SA Perenco Quetzaltena Ltd. Petro Energy, SA 	<p>Áreas Protegidas</p> <ul style="list-style-type: none"> Bosque Monumento Cultural Monumento Natural Parque Nacional Parque Ripariano Refugio de Vida Silvestre Reserva Biológica Reserva Forestal Reserva de Biosfera Zona de Arqueología Zona de Uso Múltiple Zona de Vida Silvestre Área de Protección Especial Área de Uso Múltiple 		<p style="text-align: center;">Contratos en Guatemala con relación a las Áreas Protegidas</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Guatemala, Enero 2005</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Elaborado utilizando el datum WGS-84 por la Sección de Geología</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> </div>
---	--	--	---

APÉNDICE G

GLOSARIO

Abandonar: Acción de dejar una situación o un pozo, por razones técnicas o cuando no existen hidrocarburos; así también cuando ha finalizado la explotación de petróleo o gas, o no es rentable su explotación.

Abandono del Pozo: Trabajos que se efectúan para dejar herméticamente cerrado y en condiciones seguras un Pozo.

Abandono Temporal: acción de taponar un pozo productivo de petróleo o gas cuando se declara la no-comercialidad del campo o no se dispone de la infraestructura necesaria para incorporarlo a la fase de explotación.

Actividades de Hidrocarburos: Son las operaciones petroleras correspondientes a las fases de exploración, explotación, transformación o refinación, transporte, comercialización y almacenamiento de hidrocarburos

Agua de Formación: Agua que se encuentra conjuntamente con el petróleo y el gas en los yacimientos de hidrocarburos. Puede tener diferentes concentraciones de sales minerales.

Área de Influencia.- Espacio geográfico donde se realizan las actividades de un proyecto y donde se puede generar algún tipo de impacto sobre el medio natural o las poblaciones que allí viven. Los impactos pueden ocurrir sobre la flora, fauna, agua, poblaciones, paisajes, restos arqueológicos, etc.

Área de Contrato: Es el área original del contrato menos, en su caso, las partes devueltas a la reserva nacional por el contratista, durante el período de exploración o de explotación.

Área de Exploración: Es el área de contrato menos, en su caso, el o las áreas de explotación.

Área de Explotación: Es el área que el contratista retiene para el desarrollo de sus operaciones petroleras de explotación como consecuencia de uno o de varios descubrimientos de campos comerciales conforme lo establezca la Ley y el contrato. Un área de contrato podrá contener una o más áreas de explotación.

Área Original del Contrato: Es el área identificada en el texto de un contrato de operaciones petroleras de exploración y explotación. El área original del contrato puede contener uno o más bloques.

Bloque: Es una o más superficies que en su totalidad no sumen más de cincuenta mil (50,000) hectáreas en la zona terrestre u ochenta mil (80,000) hectáreas en la zona marítima.

Contingencia.- Posibilidad o riesgo de que suceda un acontecimiento. Es un hecho o problema que aparece de forma imprevista.

Campo Petrolero: Área superficial delimitada por la proyección vertical de parte, uno o varios yacimientos.

Contrapozo: Es una excavación ubicada por debajo del equipo de perforación que sostiene el cabezal del pozo, y los adaptadores de la tubería de revestimiento. La profundidad del contrapozo permite el acceso a las válvulas maestras del árbol de Navidad desde el nivel del terreno.

Contratista: Es cualquier persona, individual o jurídica, nacional o extranjera, debidamente autorizada para operar en la República de Guatemala, que en forma separada o conjunta celebre con el Gobierno contratos de operaciones petroleras.

Contrato de Exploración Y Explotación: El que celebre el gobierno con uno o más contratistas para llevar a cabo operaciones de exploración y explotación.

Contrato de Operaciones Petroleras: El que celebre el Gobierno con uno no más contratistas para llevar a cabo operaciones petroleras en el país, que podrá abreviarse simplemente contrato.

Contrato de Participación en la Producción: Es el contrato de operaciones petroleras de exploración y explotación celebrado de conformidad con el artículo 66 de la Ley de Hidrocarburos decreto 109-83.

Contrato de Servicios Petroleros: El que celebre el contratista o en su caso el Gobierno, con un contratista de servicios petroleros para que éste ejecute trabajos específicos y directamente relacionados con operaciones petroleras.

Criadero, Reservorio O Yacimiento: Formación geológica subterránea, porosa y permeable, que contiene una acumulación natural, separada e individual, de hidrocarburos explotables; y que está limitada por rocas impermeables o agua y se caracteriza por estar sometida a un solo sistema de presión, comportándose como una unidad independiente en cuanto a mecanismos de producción, propiedades petrofísicas y propiedades de los fluidos.

Desechos: Residuos que resultan de procesos naturales o actividades sociales; por ejemplo, desechos orgánicos y desechos domésticos o industriales.

Erosión: Proceso biológico de desgaste de la superficie terrestre y de remoción y transporte de productos (materiales de suelo, rocas, etc.) originados por las lluvias, escurrimientos, corrientes pluviales, acción de los oleajes, hielos, vientos, gravitación y otros agentes.

Estación De Bombeo: Es una parte de un sistema de transporte, construida para bombear petróleo crudo, condensados y/o productos petroleros líquidos para su transporte a través del oleoducto e incluye las bombas, maquinaria, controles, tubos, y el terreno en que se encuentre instalada, los accesorios y otras obras construidas con tal propósito.

Estudio de Impacto Ambiental.- Son los estudios que deben efectuarse en los proyectos de las actividades de hidrocarburos, los cuales abarcarán aspectos físico naturales, biológicos, socio-económicos y culturales en el área de influencia del proyecto, con la finalidad de determinar las condiciones existentes y las capacidades del medio, así como prever los efectos y consecuencias de la realización del mismo, indicando medidas y controles a aplicar para lograr un desarrollo armónico entre las operaciones petroleras y el ambiente

Estudio Sísmico: Técnica para determinar la configuración de las capas geológicas en el subsuelo, por medio de ondas sísmicas producidas artificialmente

Exploración.- El planeamiento, ejecución y evaluación de estudios geológicos, geofísicos, geoquímicos y otros; así como la perforación de Pozos Exploratorios y actividades conexas necesarias para el descubrimiento de Hidrocarburos; incluyendo la perforación de Pozos Confirmatorios para la evaluación de los reservorios descubiertos.

Fluido de Perforación: Mezcla utilizada para estabilizar las paredes del pozo, y transportar a superficie los ripios de perforación.

Gravimetría: método geofísico que determina la intensidad de la gravedad de la tierra en un punto.

Hidrocarburos: Compuestos de carbono e hidrógeno que se encuentran en la superficie o en el subsuelo, cualquiera que sea su estado físico.

Impacto Ambiental: Es el efecto que las acciones del hombre o de la naturaleza causan en el ambiente natural y social. Pueden ser positivos o negativos.

Instalación.- Conjunto de equipos, facilidades de producción y edificaciones (baterías, estaciones de bombeo, etc.) que se utilizan para realizar las actividades de hidrocarburos.

Inyección de Agua: Método de recuperación secundaria para elevar la presión del yacimiento al fin de incrementar la recuperación de hidrocarburos; así como para la disposición de fluidos residuales.

Límite Permisible: Valor máximo de descarga de elementos o sustancias contenidos en un efluente.

Línea Sísmica.- Tendido de dispositivos sobre la superficie, a la que se le conectan ristas de geófonos. Las detonaciones que se realizan en el terreno producen o propagan ondas sonoras en el interior de la tierra, con lo cual se determina la localización de yacimientos, la estructura y el lugar exacto donde se va a realizar la perforación.

Magnetometría: método geofísico que determina la intensidad del campo magnético de la tierra en un punto específico de la superficie.

Mitigación.- Medidas de intervención dirigidas a reducir o atenuar el riesgo. Es decir, son actividades diseñadas para minimizar los impactos no deseados de un proyecto sobre la población o el ambiente.

Monitoreo.- Observación, medición y evaluación continua sobre determinadas actividades en un proyecto. Es una tarea que busca conocer como se están realizando dichas actividades definidas en el plan operativo, y si éstas están cumpliendo con las metas trazadas y plazos acordados. El monitoreo brinda información

permanente y continua sobre los avances del proyecto; la que sirve para tomar medidas correctivas y mejorar el desarrollo del proyecto.

Operadora: Es el contratista que habiendo suscrito contrato de operaciones petroleras con el Gobierno, en unión de otros contratistas en un convenio de operación conjunta, ha sido designado por éstos, por su capacidad técnica en la materia para ejecutar las operaciones y actividades que se deriven de las obligaciones contraídas en dicho contrato; correspondiéndole también administrar y aplicar, los fondos proporcionados por los contratistas y requeridos para el desarrollo del contrato de operaciones petroleras.

Operaciones Petroleras: Todas o cada una de las actividades que tengan por objeto la exploración, explotación, desarrollo, producción, separación, compresión, transformación, transporte y comercialización de hidrocarburos y productos petroleros.

Período de Exploración: Lapso durante el cual el contratista ejecuta operaciones de exploración y que comienza desde la fecha de vigencia y continúa hasta que el contratista termine tales operaciones conforme la ley y el contrato respectivo.

Período de Explotación: Lapso durante el cual el contratista ejecuta operaciones de explotación y que comienza, con respecto a cada área de explotación, en la fecha efectiva de selección y continúa hasta que la misma sea devuelta al Estado o hasta la terminación del contrato por la causa que sea e incluye operaciones de exploración en el área de explotación.

Petróleo: Compuesto de hidrocarburos que se encuentra en estado líquido, a la temperatura de quince grados con cincuenta y seis centésimos de grados centígrados (15.56°C), equivalente a sesenta grados Fahrenheit (60°F), y a la presión normal atmosférica a nivel del mar; y que no esté caracterizado como condensados.

Pozo de Delimitación: Es el perforado con la finalidad de determinar la extensión lateral de uno o más yacimientos.

Pozo de Desarrollo: Es un pozo perforado en un campo comercial, con la expectativa de incrementar la producción del mismo. Este pozo se localiza de acuerdo a los requerimientos de desarrollo del campo petrolero y podrá ser reproducción, delimitación, inyección o de observación o medición.

Pozo de Evaluación: Es el pozo perforado para determinar la comercialidad de uno o más yacimientos, después de haber perforado el pozo de exploración que descubrió el o los yacimientos. Para los fines de cualquier contrato de exploración y/o explotación un pozo de evaluación no será considerado como pozo exploratorio o pozo de desarrollo.

Pozo de Inyección: Es el perforado con la finalidad de inyectar al yacimiento agua, gas u otros fluidos con el objeto de mantener o aumentar la presión del mismo o que ha sido destinado para tal propósito; o bien, para llevar a cabo la recuperación secundaria o terciaria de uno o más yacimientos o por razones de prevención de contaminación.

Pozo de Producción: Es el pozo mediante el cual se producen hidrocarburos de uno o más yacimientos descubiertos.

Pozo Exploratorio: El pozo que se perfora con el objeto de descubrir nuevos yacimientos de hidrocarburos.

Reacondicionamiento de Pozos: Son trabajos destinados a mejorar la producción de un pozo. Pueden ser trabajos de reparación de la completación de un pozo o trabajos a la formación tales como estimulaciones, acidificaciones, fracturamientos. Etc.

Revegetación: Restitución de una determinada zona con especies vegetales, pudiendo ser éstas arbustivas, arbóreas o herbáceas.

Revestimiento: Proceso por el que se procede a introducir en el hoyo de perforación, tubería de acero que se atornilla por piezas y sirve para evitar el desplome de las paredes, permitiendo una buena marcha en la perforación de un pozo.

Sísmica: consiste en una onda expansiva que es generada por medio de un explosivo, tal como dinamita o camiones de vibración. Esta pasa a través de las capas de las rocas del subsuelo y regresa a la superficie. Las ondas sísmicas son detectadas y registradas en la superficie con micrófonos llamados geófonos. Los registros son utilizados para formar una especie de radiografía del subsuelo.

Tapón y Abandono: La colocación de un tapón o tapones en un pozo diseñado para restringir el movimiento de los