

# RESPUESTA AL SEÑOR CABRERA EN RELACIÓN A SU EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE REMEDIACIÓN DE PISCINAS DE PETROECUADOR (PEPDA)

Región Oriente, Ecuador

María Aguinda y Otros contra Chevron-Texaco Corporation,  
Corte Superior de Justicia de Nueva Loja, Ecuador  
Juicio No. 002-2003



5 de septiembre de 2008

Ernesto Baca, P.E.



**GSI Environmental, Inc.**

2211 Norfolk, Suite 1000, Houston, Texas 77098-4054

Tel: (713) 522-6300 Fax: (713) 522-8010



**Respuesta al Señor Cabrera en relación a  
su evaluación del programa de  
remediación de piscinas de  
PETROECUADOR (PEPDA)**

María Aguinda y Otros contra Chevron-Texaco  
Corporation

Corte Superior de Justicia de Nueva Loja, Ecuador,  
Juicio No. 002-2003

Preparado para:  
Chevron Corporation

Preparado por:  
GSI Environmental Inc.  
2211 Norfolk, Suite 1000  
Houston, Texas 77098-4054  
EE.UU.  
713/522-6300

Emitido: 5 de septiembre de 2008

## **Respuesta al Señor Cabrera en relación a su evaluación del programa de remediación de piscinas de PETROECUADOR (PEPDA)**

Preparado por: Ernesto Baca

Ingeniero Ambiental - Consultor

GSI Environmental, Inc.

Houston, Texas, EE.UU.

Soy consultor ambiental para la empresa GSI Environmental Inc. (GSI), y cuento con más de 27 años de experiencia profesional en proyectos de ingeniería ambiental, con especialización en estudios ambientales forenses, modelaje de aguas superficiales y subterráneas, levantamientos geofísicos, evaluación de riesgo y diseño e implementación de acciones de remediación. Soy un Ingeniero Profesional licenciado en Texas (60781) y he sido Editor Auxiliar del Ground Water Journal desde 1991. Obtuve el título profesional en Ingeniería Ambiental en 1978 en el Rensselaer Polytechnic Institute (RPI), Nueva York, EE.UU. y el Master en Ingeniería Ambiental en 1981 en Rice University, Texas, EE.UU., donde también trabajé como investigador científico entre 1980 – 1981, anteriormente a trabajar para la oficina en Houston de Woodward-Clyde Consultants entre 1981 y 1985 como Ingeniero Senior. He trabajado como ingeniero ambiental en varios proyectos de aguas superficiales y subterráneas en los Estados Unidos y en 6 otros países alrededor del mundo. También me he desempeñado como testigo experto en varios casos legales desde 1992. Hablo y escribo español e inglés.

### **Certificación del Sr. Ernesto Baca:**

El informe adjunto refleja con precisión mis conocimientos y opiniones en esta materia.

**Ernesto Baca, P.E.**

5 de septiembre de 2008

## **Respuesta al Señor Cabrera en relación a su evaluación del programa de remediación de piscinas de PETROECUADOR (PEPDA)**

**María Aguinda y Otros contra Chevron-Texaco Corporation**

**Juicio No. 002-2003, Corte Superior de Justicia, Nueva Loja, Ecuador**

### **1.0 RESUMEN EJECUTIVO**

Esta Respuesta a la evaluación del Señor Cabrera sobre el PEPDA presenta un resumen de los objetivos, métodos, resultados, y planes futuros del Proyecto de Eliminación de Piscinas del Distrito Amazónico (PEPDA) de Petroecuador. Además, compara las opiniones del Señor Cabrera con la realidad que se encuentra claramente establecida en numerosas fuentes de información.

El PEPDA comenzó en junio de 2005. Según su presupuesto, para el año 2010 Petroecuador deberá haber remediado 550 piscinas, 870 fosas (piscinas secas o de agua), derrames, tanques, y aguas negras/residuales en todas las áreas de producción del Oriente, a un costo total estimado de \$121,2 millones (Cronograma para la Eliminación de Pasivos Ambientales, PEPDA, 2007). Cuando se publicó el Informe Anual para 2007 de PEPDA (el Informe Anual) en diciembre de 2007, se habían remediado y clausurado completamente 67 piscinas y 57 fosas. Desde diciembre de 2007, el PEPDA ha iniciado labores de remediación en 228 piscinas y 131 fosas en el Oriente ecuatoriano (PEPDA, 2007; p. 3).

Para el año 2010, PEPDA planea haber remediado 370 piscinas, 68 derrames y 31 tanques y piscinas API dentro de la antigua Concesión Petroecuador-Texaco, a un costo total de \$67,8 millones, lo cual representa un costo promedio de \$85000 por piscina. Estas piscinas quedaron a cargo de Petroecuador, ya que corresponden a las que estuvieron fuera del Plan de Acción de Remediación de Texpet (RAP, por sus siglas en inglés). Más de 1/3 de estos trabajos de remediación dentro de la antigua Concesión están en proceso de completarse o han sido completados y aprobados por la Dirección Nacional de Protección Ambiental (DINAPA).

En base al Informe Anual, datos y resúmenes de remediación de PEPDA sometidos a la Corte<sup>1</sup>, se concluye lo siguiente sobre el PEPDA:

- 1) El programa de remediación del PEPDA tiene como objetivo principal la remediación de todas las piscinas que requieren remediación en el área operacional de Petroecuador, incluyendo los campos petroleros dentro y fuera de la antigua Concesión Petroecuador-Texaco.**
- 2) El proyecto de remediación del PEPDA incluye todas las piscinas que no formaron parte del RAP, lo cual demuestra que Petroecuador ha aceptado su responsabilidad por la remediación de las piscinas que no fueron incluidas en el alcance del programa de remediación de Texpet.**

---

<sup>1</sup> Datos presentados a pedido de la Corte. Carta del Coordinador del PEPDA, Ing. Jorge Vivanco A., al Jefe Protección Ambiental, Distrito Amazónico, con fecha de 26 de noviembre de 2007. Véase la Sección 7, la Tabla 5, y el Adjunto R de este informe.

- 3) Ya se han completado o están en proceso de remediarse 148 piscinas dentro de la antigua Concesión. El 88,5% de las 148 piscinas (aproximadamente 131) ubicadas en los campos de Sacha, Shushufindi, Auca, Yuca, Yulebra, Cononaco, Lago Agrio y Guanta está asociado a pozos perforados o estaciones construidas por el antiguo Consorcio Petroecuador-Texaco. El 11,5% restante (o aproximadamente 17) consiste de piscinas construidas por Petroecuador después de 1990.
- 4) En la actualidad, la legislación ecuatoriana aplicable a la remediación ambiental en campos petroleros es el Decreto Ejecutivo 1215 (D.E. 1215, Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas; RAOH). El PEPDA está aplicando criterios para suelo de uso agrícola en pozos petroleros. El PEPDA probablemente está cumpliendo con los límites del RAOH para suelos industriales en la remediación de piscinas dentro de las estaciones de producción, pero los informes de remediación correspondientes no han estado disponibles para ser revisados.
- 5) El PEPDA evalúa sus trabajos de remediación usando el Índice de Calidad Ambiental (ICA), el cual demuestra beneficios positivos después de la remediación.
- 6) La aprobación de la DINAPA, certificando que la remediación cumple con los límites para suelos de uso agrícola (D.E. 1215), demuestra que la remediación se ha realizado correctamente. El acta final que confirma que la remediación se realizó a la satisfacción de las partes es firmada tanto por la DINAPA como por el propietario del terreno.
- 7) Las tecnologías de remediación que se están utilizando incluyen el lavado de suelos para limpiar las paredes y el fondo de las piscinas y para ayudar con la recuperación de petróleo. El suelo que no cumple con los límites apropiados del D.E. 1215 es excavado y tratado por "landfarming," una tecnología de biorremediación ampliamente aceptada. Estas tecnologías son las mismas utilizadas en piscinas de campos petroleros en todo el mundo.

La evidencia demuestra que Petroecuador, en su programa de remediación de piscinas (PEPDA) está: i) aceptando su responsabilidad, ii) cumpliendo con la legislación ecuatoriana, iii) usando una tecnología apropiada para tal remediación, y iv) la remediación ha sido aceptada por la DINAPA.

A pesar de que el Señor Cabrera tuvo a su alcance la misma información para realizar su evaluación que la que fue utilizada para desarrollar esta Respuesta (ver listado de referencias más abajo), el Señor Cabrera, incorrectamente e infundadamente ignora los detalles técnicos y logros del PEPDA, como se resume a continuación:

- 1) **El Señor Cabrera intenta desacreditar la remediación realizada por el PEPDA a pesar de que en su informe él mismo admite que "La mayoría de piscinas remediadas por PEPDA de las que he revisado información demuestran un índice de calidad ambiental post remediación del 90 al**

**100%.” (Cabrera, 2008, §3.2.7, p. 14). De esta forma, el Señor Cabrera propone aplicar un estándar más estricto a la parte demandada.**

- 2) El Señor Cabrera afirma que las piscinas tienen una profundidad de 4 metros y asume que los 4 metros de espesor de las piscinas no cumplen con los límites del DE 1215. Sin embargo, los datos para 66 piscinas remediadas por el PEPDA, ubicadas en el área de la antigua Concesión Petroecuador-Texaco y con volúmenes de suelo remediado y áreas de piscinas reportados, demuestran que el espesor a remediar promedio es de 1,32 metros por piscina, muy inferior a los 4 metros que asume el Señor Cabrera.**
- 3) El volumen promedio de suelo remediado, basado en las 66 piscinas remediadas por el PEPDA, es de 1810 m<sup>3</sup> por piscina. Sin embargo, el Señor Cabrera afirma que el volumen promedio de suelo que necesita ser remediado es de 5060 m<sup>3</sup> por piscina, ó 2,8 veces más que los volúmenes reales que el PEPDA está remediando.**
- 4) El crudo que se recupera de las piscinas durante el proceso de remediación es añadido a la producción nacional de crudo. El valor de este crudo recuperado no fue considerado por el Señor Cabrera para reducir su costo estimado de remediación.**

Claramente, el Señor Cabrera está interesado en distorsionar la información disponible públicamente sobre el PEPDA para poder declarar un costo mayor para cualquier remediación que pudiera ser necesaria.

Para desarrollar esta respuesta al Señor Cabrera, se revisaron los siguientes documentos, los cuales se presentan como adjuntos al presente documento (salvo el identificado como “Apéndices Técnicos de las Inspecciones Judiciales”).

- Informe Sumario del Examen Pericial del Señor Richard Cabrera y Anexos N, T, y O, 24 de marzo de 2008
- Informe Anual, PEPDA, diciembre 2007
- Carta del Coordinador del Proyecto PEPDA, Ing. Jorge Vivanco A., al Jefe de Protección Ambiental, Distrito Amazónico, 26 de noviembre de 2007.
- Carta de la Subsecretaría de Protección Ambiental (DINAPA) del Ministerio de Energía y Minas al Presidente de la Corte Superior de Nueva Loja, Ecuador, 14 de noviembre de 2007.
- Valores de Fondo de Metales Pesados en Suelos. Presentado como parte de: Apéndices Técnicos de las Inspecciones Judiciales (Apéndice F.1), entregado a La Corte.
- Informe Anual, PEPDA, diciembre de 2006.
- El Comercio, Suplemento del 5 de octubre de 2006.
- Informe de Avance, PEPDA, mayo 15 a julio 15 de 2006.

- Informe de Avance, PEPDA, marzo 15 a mayo 15 de 2006.
- El Comercio, Suplemento del 28 de mayo de 2006.
- Informe de Avance, PEPDA, enero 15 a marzo 15 de 2006.
- Informe Final, Eliminación de la Piscina SA-14-1, PEPDA, 2006.
- Informe Final, Eliminación de la Piscina SA-15-1, PEPDA, 2006.
- Informe Final, Eliminación de la Piscina SA-32-1, PEPDA, 2006.
- Informe Final, Eliminación de la Piscina SA-32-2, PEPDA, 2006.
- Informe Final, Eliminación de la Piscina SA-78, PEPDA, 2006.
- Carta de la Subsecretaría de Protección Ambiental (DINAPA) del Ministerio de Energía y Minas al Ing. Galo Balda S., Vicepresidente de Petroproducción, Quito Ecuador, 28 de octubre de 2002.
- Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador, Decreto Ejecutivo 1215, Anexo 2, Tabla 6, febrero de 2001.
- Presentación PowerPoint para SSF-50-2, PEPDA, sin fecha.
- Presentación PowerPoint para SA-78, PEPDA, sin fecha.

## 2.0 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DEL PEPDA

Petroecuador propuso y diseñó el Programa de Eliminación de Piscinas del Distrito Amazónico, PEPDA, para remediar piscinas en los campos petroleros del distrito Amazónico. El 28 de octubre de 2002, DINAPA aprobó el PEPDA siempre y cuando se cumpliera con las condiciones listadas en su carta de aprobación (véase la Figura 1). El PEPDA comenzó oficialmente los trabajos de remediación el 1<sup>o</sup> de junio de 2005 en el campo Sacha.

Los objetivos del PEPDA están claramente definidos en su reciente Informe Anual, el cual confirma que *“todas las actividades se desarrollarán según con lo establecido en el RAOH”* (PEPDA, 2007, p. 9):

1. *Eliminar todas las piscinas contaminadas existentes en el Distrito Amazónico, en forma prioritaria las piscinas abiertas con contenido de desechos hidrocarburíferos, posteriormente las piscinas abiertas con contenido de agua y las piscinas taponadas con crudo y lodos de perforación.*
2. *Rehabilitar y Repotenciar la Planta de Tratamiento y Recuperación de Crudo Intemperizado – PTRCI, para su correcto funcionamiento y operación.*
3. *Intervenir en la contingencia, control, limpieza y remediación de derrames de petróleo y sus derivados, utilizando tecnologías actuales de biorremediación.*

4. *Aplicar tratamientos de descontaminación a sedimentos de tanques de las estaciones de producción, de plantas de reinyección y tratamiento de agua y confinamiento final de desechos sólidos.*

El propósito del PEPDA se confirmó en una carta con fecha de 14 de noviembre de 2007 de la Subsecretaría de Protección Ambiental del Ministerio de Energía y Minas al Juez Presidente de la Corte Superior de Nueva Loja:

*“PETROPRODUCCIÓN, en cumplimiento de lo que establece el artículo 59 del RAOH, D.E. 1215 y en su afán de eliminar varios pasivos ambientales (piscinas de crudo intemperizado), elaboró el Proyecto PEPDA, que fue presentado a la Subsecretaría de Protección Ambiental (SPA), el cual una vez una realizado el análisis técnico correspondiente fue aprobado por la Dirección Nacional de Protección Ambiental -DINAPA- con Oficio No. DINAPA-CSA-661-0210336 de fecha 28 de octubre de 2002, sin embargo, es a mediados del año 2005 que la Empresa Estatal de Petróleos inicia la ejecución del Proyecto.*


*El objetivo del PEPDA es eliminar todas las piscinas contaminadas en sus áreas de operación, el proyecto tiene dos componentes básicos que son: la eliminación de las fuentes de contaminación y la recuperación de crudo intemperizado. En el primer caso se trata de las piscinas con crudo y otros contaminantes, que han sido catalogados como Pasivos Ambientales que forman parte de la política ambiental del Gobierno Nacional. En el segundo caso, la recuperación de crudo está destinada a la producción nacional para lo cual se ha rehabilitado la Planta de Tratamiento de Crudo Intemperizado – PTRCI- ubicada en la estación Sacha Central con un promedio de recuperación de 1200 BIs mensuales desde diciembre de 2005.”*

Esta carta es significativa por dos razones: i) no se limita únicamente a las piscinas de Petroecuador o instaladas por Petroecuador. Más bien, establece que el PEPDA abarca todas las piscinas en el área de operación de Petroecuador; y ii) menciona claramente que el D.E. 1215 es la norma aplicable a la remediación de estas piscinas. En varias partes de su informe, el Señor Cabrera sugiere estar de acuerdo con esto al señalar textualmente:

*“Las normas del decreto No. 1215 son de particular importancia para el total de hidrocarburos de petróleo (TPH) en el suelo. Estas normas son ... directamente aplicables para identificar la necesidad de recuperación de dichos suelos” (Cabrera, 2008, p. 14, y su Anexo U-04)*



Figura 1. Carta de DINAPA aprobando el PEPDA siempre y cuando se cumplierse con las condiciones listadas.



**Ministerio de Energía y Minas**  
República del Ecuador  
Oficio No. DINAPA – CSA – 661  
Quito, a 28 OCT. 2002

PETROPRODUCCION  
VICEPRESIDENCIA  
30 OCT. 2002  
RECIBIDO

0210336

RECIBIDO  
DOCUMENTACION Y ARCHIVO  
PETROPRODUCCION  
Fecha: 29 OCT. 2002  
Nº: 08338  
Bastida: \_\_\_\_\_

Ingeniero  
Galo Balda S.  
VICEPRESIDENTE  
PETROPRODUCCIÓN  
Av. 6 de Diciembre 4226 y Gaspar Cañero  
Ciudad.

De mi consideración:

Mediante oficio No.4745-PRT-OPE-2002 del 12 de agosto del 2002, se envía a esta Dependencia Ministerial el proyecto de eliminación de 14 piscinas en el Distrito Amazónico, en los Campos Sacha y Paraíso, presentado por Petroproducción. Con oficio No. DINAPA-CSA-506 del 12 de septiembre del 2002 se emitieron varias observaciones, las mismas que son contestadas a través del oficio No.5824-PPR-OPE-AMB-2002 del 8 de octubre del 2002.

Al respecto, informo que luego del análisis técnico realizado por parte de la DINAPA, se concluye que el Proyecto de Remediación en mención cumple con lo estipulado en el Art. 16 del Reglamento Ambiental vigente. Por lo tanto esta Subsecretaría aprueba el proyecto. Sin embargo, su representada deberá cumplir a cabalidad durante la ejecución del proyecto las siguientes puntualizaciones:

- Aquellas piscinas cuyo contenido sea exclusivamente agua de formación, podrán ser evacuadas únicamente previo tratamiento y una vez que cumpla con los límites permisibles estipulados en la Tabla No. 4 del Anexo 2 del Reglamento Ambiental vigente.
- En caso de detectarse contaminación del suelo en zonas aledañas a las piscinas, se deberá proceder a su remediación, conjuntamente con la de los suelos contaminados provenientes de las piscinas que se realizará en la planta en Sacha Central. De la misma manera, de producirse contaminación del suelo durante las maniobras de succión y transporte de fluidos, la operadora deberá proceder a su limpieza y remediación.
- De acuerdo a lo estipulado en el Art. 59 del Reglamento Ambiental vigente, está prohibida la incineración abierta y no controlada de desechos sólidos provenientes de la piscina a tratar.
- Con respecto a los monitoreos a realizarse y de acuerdo a lo establecido en el Anexo 2, Tabla 6 del Reglamento Ambiental vigente:
  - o Se deberá realizar una caracterización inicial del suelo a remediarse, la misma que será presentada en un primer reporte de labores a la Dirección Nacional de Protección Ambiental (DINAPA) de acuerdo al formato establecido

Figura 1 (continúa). Carta de la DINAPA aprobando el PEPDA con las condiciones listadas.



Recientemente, Petroecuador confirmó su obligación de remediar todas las piscinas de los campos petroleros en su Informe Anual para 2007, señalando que Petroecuador "... a través del proyecto [PEPDA] puede asumir toda la descontaminación en el Distrito Amazónico." (PEPDA, 2007, p.3). Por consiguiente, resulta claro que Petroecuador se ha comprometido a remediar las piscinas que no fueron asignadas a Texpet bajo los términos del RAP, además de otras áreas que fueron clasificadas como impactadas después de 1990, año en el que Petroecuador asumió la operación exclusiva de los campos petroleros de la antigua Concesión.

PEPDA planea remediar 370 piscinas que se encuentran dentro del área de lo que fue la antigua Concesión. A continuación se presenta la distribución de dichas piscinas en cada campo petrolero:

- 94 piscinas en Sacha
- 100 piscinas en Shushufindi y Aguarico
- 91 piscinas en Lago Agrio y Guanta
- 85 piscinas en Auca (incluyendo los campos Yuca, Rumiyaçu, Cononaco, y Culebra)
- 370 piscinas en total (véase el Cronograma para la Eliminación de Pasivos Ambientales, PEPDA, 2007).

Ya se han terminado de remediar o están en proceso de remediarse 148<sup>2</sup> piscinas dentro de la antigua Concesión. De estas 148 piscinas, 131 (aproximadamente el 88,5%) se encuentran ubicadas en los campos de Sacha, Shushufindi, Auca, Yuca, Yulebra, Cononaco, Lago Agrio y Guanta. Estas 131 piscinas están asociadas a pozos perforados o estaciones construidas por el antiguo Consorcio Petroecuador-Texaco y las 17 restantes son piscinas construidas por Petroecuador después de 1990.

Dado que Petroecuador ha creado el PEPDA, mediante el cual se encuentra remediando numerosas piscinas dentro de la antigua Concesión y que también ha establecido un presupuesto detallado para remediar las piscinas restantes antes de 2010, resulta claro que Petroecuador ha aceptado su responsabilidad de remediar todas las piscinas.

### **3.0 ESTÁNDARES ECUATORIANOS DE REMEDIACIÓN**

Los únicos estándares pertinentes para la remediación de suelos en campos petroleros hoy en día en el Ecuador son los límites del D.E. 1215 de febrero de 2001. Por otro lado, DINAPA exige a Petroecuador usar los límites permisibles para suelos para uso agrícola del D.E. 1215 para la remediación de piscinas alrededor de los pozos de petróleo (DINAPA, 2002, en PEPDA, 2007), por ser la actividad y el uso más común de suelos en pozos dentro del área de la antigua Concesión. Sin embargo, para la remediación de piscinas dentro de estaciones de producción, los límites apropiados son los límites industriales del D.E. 1215, puesto que el suelo no se usaría para propósitos agrícolas dentro de las estaciones. Sin embargo, no se han encontrado informes que permitan confirmar los detalles sobre la remediación de piscinas dentro de las estaciones de producción.

La Tabla 1 a continuación presenta los límites del D.E. 1215 con los cuales el PEPDA tiene que cumplir para piscinas de pozos.

---

<sup>2</sup> El Informe Anual para 2007 de PEPDA enumera 156 piscinas intervenidas (54 en Sacha, 34 en Shushufindi, 31 en Auca, y 37 en el campo Lago Agrio) en los Cuadros 2, 3 y 9 (pp. 25, 26 y 34 respectivamente). Sin embargo, en el mismo Informe Anual, las figuras presentadas al final (Mapas de Ubicación y Etapas del Proceso de Pasivos Ambientales Intervenidos, pp. 43-50), el total es de 148 piscinas intervenidas (54 en Sacha, 37 en Shushufindi, 19 en Auca, 16 en Lago Agrio, 8 en Yuca/Rumiyacu/Cononaco/Culebra y 14 en Guanta). Nótese que 32 de las piscinas listadas en el mapa de piscinas intervenidas en Shushufindi están repetidas. Para esta Respuesta, se usó el valor de 148 piscinas puesto que se mencionan los pozos en particular en tales figuras.

**Tabla 1. Límites Para Suelo de Uso Agrícola (D.E. 1215, febrero de 2001)**

<b>Parámetro</b>	<b>D. E. 1215, Anexo 2, Tabla 6, Uso Agrícola (mg/Kg) Valores usados por el PEPDA<sup>1</sup></b>
TPH	2500
HAPs	2
Cadmio	2
Níquel	50
Plomo	100

**Notas:**

TPH: Hidrocarburos Totales de Petróleo

HAPs: Hidrocarburos aromáticos Policíclicos, formulado como la suma de los siguientes 6 HAPs: benzo (a) pireno, benzo (b) fluoranteno, benzo (ghi) perileno, benzo (k) fluoranteno, fluoranteno, e indeno (1,2,3,-cd) pireno.

<sup>1</sup> PEPDA: esta nota se refiere a los estándares de remediación aplicados a Petroecuador para sus remediaciones activas dentro y fuera del área de la antigua Concesión Petroecuador-Texaco. El D.E. 1215 fue promulgado en 2001 y es aplicable a las operaciones petroleras. Véase el Adjunto Q.

Como se ha señalado, en varias partes de su informe, el Señor Cabrera parece reconocer esto.

Sin embargo, en otras partes de su informe (p. ej. sus Anexos D y U-04), el Señor Cabrera mezcla y combina límites de una variedad de fuentes para sus propósitos. A pesar de que los límites del D.E. 1215 son los únicos aplicables para las descargas de agua y la remediación de suelos en el sector petrolero en la actualidad, el Informe Sumario del Señor Cabrera (*Tabla 3.1, Normas Ecuatorianas Relevantes de Calidad Ambiental para el Agua Superficial y el Suelo, Cabrera, 2008, p. 13*) se refiere a varios límites del D.E. 3516. El Señor Cabrera justifica su mala interpretación de la legislación diciendo: "... cuando hay más de una norma disponible en la ley ecuatoriana para un contaminante en especial, utilizo la norma más baja disponible" (*Cabrera, 2008, p. 13*), lo que claramente demuestra la falta de conocimiento e indiferencia ante la aplicación de las leyes en el Ecuador y es clara evidencia de la parcialidad del Señor Cabrera al manejar la legislación a su conveniencia.

#### **4.0 MUESTREO ANTES Y DESPUÉS DE LA REMEDIACIÓN DEL PEPDA**

Los informes finales de remediación del PEPDA indican que se usan técnicas de muestreo compuesto en las piscinas y que las muestras compuestas son recolectadas de cada piscina antes y después de la remediación. Mientras se remueven los suelos impactados por hidrocarburos de las piscinas y son llevados a ser tratados por "landfarming" fuera del sitio, las paredes y el fondo de las piscinas son muestreadas y analizadas (véase las Figuras 2 y 3). En este ejemplo, 12 muestras individuales se combinaron en una muestra compuesta para el análisis. La piscina se rellena con suelo limpio una vez que los análisis demuestran que el suelo nativo de las paredes y del fondo de la piscina excavada cumplen con los límites del D.E. 1215. El suelo remediado no se retorna a la piscina.

Figura 2. Datos de laboratorio del pozo Sacha-14, demostrando que las muestras se recolectaron de todos los lados de la piscina.



PETROPRODUCCIÓN  
Laboratorio Ambiental

Ficha tomo N° 01

Nueva Loja, Km 1 vía al Cocha, Campamento de Petroproducción, Sucumbios - Ecuador

PEE/LABPAM/06-029

Hoja 01 de 01

INFORME DE ENSAYO

Fecha/hora de Muestreo:	Enero 14 del 2006, 11H37
Fecha/hora de Recepción:	Enero 15 del 2006, 08H00
Peticionario	Ing. Jorge Mideros (Memorando No. 006 PEPDA-2006)
Periodo de análisis	Desde Enero 15 al 16 del 2006
Fecha de emisión:	Enero 16 del 2006, 14H55
Estado de las muestras:	Muestras tomadas en fundas de plástico ziploc (suelos)
Recolectado por:	Personal PEPDA (Blgo. Pedro Recto)

IDENTIFICACIÓN

Cód. Lab.	Tipo de muestra	DESCRIPCION	COORDENADAS UTM
S-4894	Suelo	Sacha 14, margen izquierdo	9966550N, 292049E
S-4895	Suelo	Sacha 14, margen izquierdo final de la piscina	9966540N, 292065E
S-4896	Suelo	Sacha 14, margen derecho de la piscina	9966528N, 292049E
S-4897	Suelo	Sacha 14, margen derecho inicio de la piscina	9966539N, 292039E

RESULTADOS ANALÍTICOS

Ítem	Análisis solicitado	Unidad	Procedimiento	S-4894	S-4895	S-4896	S-4897	Valor límite permisible (*)
1	Cd	mg/Kg	APHA-AWWA-WPCF 3500 Cd B	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 2
2	Ni	mg/Kg	APHA-AWWA-WPCF 3500 Ni B	7,47	8,34	8,14	8,18	< 50
3	Pb	mg/Kg	APHA-AWWA-WPCF 3500 Pb B	< 12,5	< 12,5	< 12,5	< 12,5	< 100
4	TPH	mg/Kg	PEE/LABPAM/SS/01	281	556	.433	446	< 2500

(\*) Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados. Uso agrícola, Tabla 6 RAQH.

*Paulo Rodríguez*  
91872

JEFE LABORATORIO

Garantía y confiabilidad: LAB-PAM garantiza resultados confiables y respaldo técnico al cliente. Se mantendrá absoluta confidencialidad de los resultados

NOTA: El presente informe sólo afecta a los objetos sometidos a ensayo.

El informe no deberá reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABPAM

RECIBIDO  
FECHA 16 ENE 2006  
FIRMA

Av. 6 de Diciembre 4226 y Gaspar Cañero - Teléfonos: 2440-333 hasta 2440-342- Apartado Postal: 17-01-1006  
Cable: PEPRO - Telex 22225 ED - Quito - Ecuador S.A.

Figura 3. Datos de laboratorio de una muestra compuesta del pozo Sacha-14



**PETROPRODUCCIÓN  
Laboratorio Ambiental**

Ficha toma H=02

Nueva Loja, Km 1 vía al Coca, Campamento de Petroproducción, Sucumbios - Ecuador

Hoja 01 de 01

~~PEE/LABPAM/06-048~~

**INFORME DE ENSAYO**

Fecha/hora de Muestreo:	Enero 19 del 2006, 11H46
Fecha/hora de Recepción:	Enero 20 del 2006, 7H00
Peticionario	Petición verbal Ing. Jorge Vivanco.
Período de análisis	Desde el 20 al 23 de enero del 2006
Fecha de emisión:	Enero 23 del 2006, 15H50
Estado de las muestras:	Muestras tomadas en fundas de plástico ziploc (suelos)
Recolectado por:	Personal de PEPDA (Ing. Jorge Cordones)

**IDENTIFICACIÓN**

Cód. Lab.	Tipo de muestra	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM
S-4972	Suelo	Sacha piscina 14, compuesta por 12 muestras simples. Prof. a 0,20, a 1,0 y a 1,50 mts	9986546N, 292043E

**RESULTADOS ANALÍTICOS**

Ítem	Análisis solicitado	Unidad	Procedimiento	S-4972	Valor límite permisible <sup>(1)</sup>
1	TPH	mg/Kg	PEE/LABPAM/SS/01	2494 <sup>ua</sup>	< 2500

(1) Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados. Uso agrícola. Tabla 6 RAOH.

*X J. J. J. 92176*

**JEFE LABORATORIO**

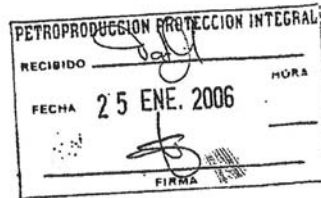
*[Signature]*  
**TÉCNICO**

**Garantía y confiabilidad:** LAB-PAM garantiza resultados confiables y respaldo técnico al cliente. Se mantendrá absoluta confidencialidad de los resultados

NOTA: El presente informe sólo afecta a los objetos sometidos a ensayo.

El informe no deberá reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABPAM

MC2201-01



Av. 6 de Diciembre 4226 y Gaspar Cañero - Teléfonos: 2440-333 hasta 2440-342- Apartado Postal: 17-01-1006  
Cable: PEPRO - Telex 22225 ED - Quito - Ecuador S.A.

Las muestras fueron analizadas por el Laboratorio de Protección Ambiental LAB-PAM. Al parecer, no se analizan las muestras para hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) frecuentemente, pero cuando se ejecuta dicho análisis, las muestras se envían a CORPLAB. También se recolectaron y analizaron muestras de agua de la piscina para confirmar de que cumple con los límites para la descarga de agua al ambiente establecidos en el D.E. 1215. El agua es descargada una vez se confirma que cumple con dichos límites.

## 5.0 TECNOLOGÍAS DE REMEDIACIÓN UTILIZADAS POR EL PEPDA

Como parte del PEPDA, Petroecuador está aplicando el lavado de suelos en combinación con biorremediación (“landfarming”) como el proceso principal para la remediación de las piscinas. Dicho proceso consiste de los siguientes pasos (Eliminación de la piscina SA-14-1, PEPDA, 2006):

1. **Desbroce.** - recolección de desechos sólidos y tratamiento de agua. “... los desechos vegetales fueron acumulados sobre geomembrana y parrillas para su lavado mediante agua a presión.”
2. **Tratamiento.** - succión y transporte de fluidos. “Mediante camiones ‘vacuum’ se succionó y transportó el fluido de la Piscina SA-14-1 a la Planta de Tratamiento y Recuperación de Crudo Intemperizado (PTRCI) ubicada en la Estación Sacha Central.”<sup>3</sup>
3. **Tratamiento y Recuperación de Crudo.** - “El tratamiento mecánico se realiza de acuerdo a las características de cada mezcla: calentado, filtrado, decantación, y centrifugado final.”<sup>4</sup>

“En la planta de tratamiento y recuperación de crudo intemperizado se trata y recupera crudo degradado de las piscinas para convertirlo en crudo comercial mediante complejos procesos químicos y mecánicos. La planta tiene una capacidad para tratar 200 barriles de crudo diarios y se puede almacenar hasta dos mil barriles de crudo de bajo grado API proveniente de las piscinas. El agua separada en el proceso recibe tratamiento previo a ser reinyectada. Los sólidos separados son tratados en plataformas adecuadas para el efecto. El petróleo recuperado cumple con los parámetros requeridos del sistema oleoducto y es entregado bajo fiscalización a la producción nacional.” (PEPDA, 2007, p. 13).

Hay que notar que el petróleo crudo que se recolecta en la tercera etapa de la remediación, se añade a la producción total del país. De esta manera, el PEPDA ha recuperado de las piscinas un promedio de 1.200 barriles por mes desde diciembre de 2005.

4. **Limpieza y Remediación de Suelos Contaminados.** - “La limpieza de paredes y fondo de la piscina se realizó mediante lavado a presión, hasta que los parámetros de contaminación se encontraron dentro de los límites permisibles de acuerdo al ... RAOH Decreto 1215. Una parte del suelo (600 m<sup>3</sup>), que no pudo ser descontaminado con el lavado, fue transportado a la PTRCI para su tratamiento mediante técnicas de Landfarming.” (Eliminación de la piscina SA-14-1, PEPDA, 2006).

<sup>3</sup> La disposición final del agua tratada son las piscinas API y eventualmente, los pozos reinyectores SA-29 y SA-100.

<sup>4</sup> En la piscina SA-14-1, se trató y recuperó 290 barriles de petróleo con gravedad API de 22 y BSW de 0,2%

*“Una vez retirados los desechos sólidos y fluidos de las piscinas, se procede a lavar las paredes y fondo usando productos biodegradables, agua recirculada a presión y aire comprimido, hasta que los resultados de los análisis de laboratorio indiquen su descontaminación acorde a la reglamentación ambiental vigente.” (PEPDA, 2007, pp. 14-15)*

- 5. Monitoreo de Descontaminación.** - *“Se realizó el control y avance de descontaminación del área, mediante muestreos permanentes realizados por especialistas del proyecto PEPDA, las muestras fueron analizadas en el laboratorio ...” (Eliminación de la piscina SA-14-1, PEPDA, 2006).*
- 6. Taponamiento y Reconformación.** - *“Para taponar la piscina se utilizó 1300 m<sup>3</sup> de arcilla proveniente de la finca del Señor Pablo Mesías Sánchez, Recinto Libertad de acuerdo a la autorización entregada al Proyecto Eliminación de Piscinas Contaminadas... el resto de suelo utilizado para taponar la piscina fue de 500 m<sup>3</sup>, obtenido de los linderos;...”. Y como lo indica el informe anual del PEPDA del 2007: “Una vez que los resultados de los análisis de laboratorio indican que se ha descontaminado el suelo... DINAPA autoriza el taponamiento definitivo de la piscina.”*
- 7. Re-Vegetación.** - *“Una vez taponada la piscina, se agregó una capa de suelo negro, se abonó el suelo con cascarilla de café, compost, y sembró pasto del tipo dallys sobre la superficie reconformada. ... Las especies vegetales solicitadas, según consta en la autorización, fueron entregadas al propietario de la finca.”*
- 8. Documentación del Proyecto y Certificación de Eliminación de piscinas.** - El informe anual del PEPDA de 2007 expone que: *“Una vez culminada esta etapa, se firma el Acta Entrega ...; quienes certifican los resultados alcanzados en el proceso de eliminación de la piscina y se procede a aplicar el plan de abandono del área.”*

La Figura 4 presenta un ejemplo del Acta Entrega–Recepción para Sacha 14 aprobada por el jefe de Petroecuador para el área del campo Sacha, el coordinador del PEPDA, el delegado regional de la DINAPA y el propietario del terreno donde se encontraba la piscina.

El cronograma de remediación que sale en el Informe Final preparado por el PEPDA para la piscina remediada en Sacha 14 se presenta en la Figura 5.

Como se menciona anteriormente, dentro del PEPDA, Petroecuador usa el lavado de suelo seguido por biorremediación (landfarming) como el método principal para la remediación de las piscinas. El lavado de suelo consiste de la separación de la fase aceitosa del suelo por medio de la mezcla con agua y muchas veces con surfactantes (detergentes) o emulsificantes, los cuales mejoran la recuperación del petróleo de las piscinas.



Figura 4. Acta Entrega – Recepción de Sacha 14.



Joya de los Sachas, 25 de junio del 2006



EL ECUADOR HA SIDO, ES  
Y SERÁ PAÍS AMAZÓNICO

### ACTA ENTREGA-RECEPCION DE PISCINA ELIMINADA SA-14

A los veinte y cinco días del mes de junio del año en curso, comparecen para la firma de la presente Acta Entrega-Recepción en conformidad, por una parte el Señor Ángel Uribe Arguello Yáñez, con cédula de identidad No. 0200521136, dueño de la finca en donde se realizó la limpieza y eliminación de la piscina de crudo intemperizado del pozo Sacha-14, de seiscientos veinte y cuatro metros cuadrados de superficie, ubicada en el Barrio Las Palmeras, Parroquia Joya de los Sachas, Cantón Joya de los Sachas, Provincia de Orellana; coordenadas UTM: 9966496N y 0292005E; y por otra parte el Coordinador del Proyecto "Eliminación de Piscinas Contaminadas en el Distrito Amazónico (PEPDA)".

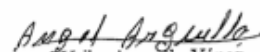
En la mencionada finca, PETROPRODUCCION a través del Proyecto PEPDA realizó trabajos de limpieza y eliminación de la piscina del pozo Sacha-14 desde el 09 de agosto del 2005 hasta su culminación el 19 de abril del 2006, período en el cual se han cumplido con todas las normas y procedimientos establecidos en el Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador RS-RAOH, publicada en el Registro Oficial, Decreto 1215.

Para efectos de la suscripción de la presente acta, se adjuntan los resultados de los análisis físico-químicos realizados por el Laboratorio de Protección Ambiental de PETROPRODUCCION en el Distrito Amazónico y por el Laboratorio de CORPLAB, calificado por la Dirección Nacional de Protección Ambiental (DINAPA). Los resultados de laboratorio están dentro de los límites permisibles para suelos de uso agrícola; por lo tanto los factores nocivos o contaminantes ya no existen en la piscina.


Con lo antes expuesto y siguiendo los acuerdos establecidos en la carta de autorización del 26 de junio del 2005, el representante Oficial de PETROPRODUCCION, hace la entrega de la superficie remediada que se encuentra en óptimas condiciones. En la superficie del área remediada se han sembrado pastos de la variedad Dallis y adicionalmente se entregó al propietario 200 plantas de cacao.

Para constancia y legalización de la presente acta firman: el Propietario, el Jefe de Área del Campo Sacha y el Coordinador del Proyecto PEPDA.

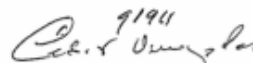
El Propietario

  
Ángel Uribe Arguello Yáñez  
C.I. 0200521136

Delegado Regional DINAPA

  
Ing. Alexander Paredes

Jefe de Área Campo Sacha

  
Ing. César Venegas

Coordinador Proyecto PEPDA

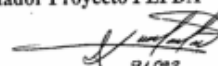
  
Ing. Jorge Vivanco

Figura 5. Cronograma de la remediación de la piscina SA-14-1



Se anexa al presente informe un CD con la secuencia fotográfica de los trabajos ejecutados en la piscina hasta lograr su eliminación definitiva (Anexo N° 13. CD con Archivo Digital Fotográfico).

En el Cuadro N° 1 se detallan las actividades e insumos utilizados en el proceso de eliminación de la Piscina SA-14-1.

CUADRO N° 1. ACTIVIDADES REALIZADAS PARA LA ELIMINACIÓN DE LA PISCINA SA-14-1

PERÍODO	ETAPA	ACTIVIDADES	EQUIPOS Y MATERIALES
Jun-Sep/2005	Primera Etapa Recolección de desechos sólidos.	Perfilaje de la piscina y desbroce de maleza. Remoción de desechos vegetales; lavado de desechos con agua a presión y en plataformas montadas sobre la piscina. Los troncos y ramas fueron triturados para la elaboración de compost. Los restos vegetales contaminados fueron incinerados previo lavado. Los desechos sólidos inorgánicos, luego del lavado se reutilizaron como chatarra.	Hidrobombas de presión, trituradora, rastrillos, guadañas y motosierras, balsas.
Ago-Oct/2005	Segunda Etapa Succión y transporte de fluidos	Fluidización del crudo empleando agua caliente a presión. Succión del crudo con camiones vacuum y transporte a la PTRCI.	Hidrobombas de presión, camiones vacuum, barreras flotantes
	Tercera Etapa Tratamiento y Recuperación de Crudo (PTRCI)	El fluido fue sometido a un sistema de filtración en mallas metálicas. Los sólidos filtrados fueron lavados y enviados a incineración. La arena contaminada se trató mediante técnicas de biorremediación. El crudo fue tratado con demulsificantes, antiparafínicos y biocida, previa su mezcla con crudo diluyente y JP1. Luego fue sometido a calentamiento para pasar al proceso de decantado y centrifugación, en donde se saca el agua restante. El agua residual del proceso de deshidratación y centrifugación fue enviada a la piscina API de la Estación Sacha Central.	Instalaciones PTRCI
Sep-Oct/2005	Cuarta Etapa Limpieza de Suelo Contaminado	Parte del contenido de agua de la piscina fue evacuado al encontrarse bajo los límites de permisibilidad. Una parte del agua se recirculó bajo presión para lavar "in situ" las paredes y piso de la piscina. Posteriormente el agua fue evacuada mediante vacuum y depositada en la Estación Sacha Sur para su reinyección.	Hidrobomba de presión, compresores Excavadora y Volquetas
Oct/2005	Cuarta Etapa Limpieza de Suelo Contaminado	Con la finalidad de determinar la impregnación de crudo, se realizaron aberturas de 3 m de profundidad y 1 m de ancho en las paredes longitudinales de la piscina. El suelo de las paredes y el fondo fueron removidos y homogenizados previo su transporte a la PTRCI para su posterior tratamiento mediante técnicas de landfarming. La cantidad de suelo contaminado retirado de la Piscina SA-14-1 fue de 600 m <sup>3</sup> .	Hidrobomba de presión, compresores Excavadora y Volquetas

Figura 5 (continúa). Cronograma de la remediación de la piscina SA-14-1



PERÍODO	ETAPA	ACTIVIDADES	EQUIPOS Y MATERIALES
Jul/2005 – Abril /2006	Quinta Etapa Monitoreo de Descontamina- ción	Caracterizaciones analíticas del avance de la remediación en la Piscina SA-14-1. Los resultados obtenidos revelan el cumplimiento de los parámetros ambientales establecidos en el RS-RAOH 1215.	Laboratorio Ambiental Unidad de Protección Ambiental Petroproducción Nueva Loja. Análisis de HAP's en CORLAB. Análisis micológicos y bacteriológicos en LABOLAB.
Abril/2006	Sexta Etapa Taponamiento y Reconformación	Drenaje de agua lluvia. Remoción, limpieza y homogenización del suelo con CaCO <sub>3</sub> . Reconformación del relieve. Para el taponamiento de la Piscina SA-14-1 se requirieron 1300 m <sup>3</sup> de suelo arcilloso.	Tractor, Excavadora y 3 Volquetas
Abril/2006	Séptima Etapa Revegetación del Área Afectada	En el área rehabilitada correspondiente a la Piscina SA-14-1 se sembró pasto del tipo Dallys. Las especies vegetales proporcionadas por el Vivero Forestal de Petroproducción Lago Agrío (200 plántulas de cacao), fueron entregadas al Señor Ángel Arguello Yáñez.	Camión, compost, cascarilla de café, ceniza de cascarilla de arroz, EPP, palas, machetes, azadones, flexómetro
Abril/2006	Octava Etapa Certificación de Eliminación de Piscinas y Documentación del Proyecto	El seguimiento y documentación del avance en los trabajos de remediación ambiental realizados en la Piscina SA-14-1, se describen en los Informes Bimensuales entregados a la DINAPA. Además se cuenta con un registro digital de Avance Semanal. Documentos que soportan el trabajo de campo, permitiendo a la DINAPA verificar y aprobar la Descontaminación de la Piscina SA-14-1 y obtener la firma de conformidad del propietario del predio en que se encuentra la piscina, del Jefe de Campo, del Delegado Regional de la DINAPA y del coordinador del PEPDA.	Anexo N° 11 Acta Entrega-Recepción Piscina Eliminada

Elaborado por: Equipo Técnico Ambiental-PEPDA

Existe una gran variedad de tecnologías para la biorremediación de suelos que se usan alrededor del mundo e incluyen: "landfarming," biopilas, y composteo. El PEPDA usa "landfarming" como se describe a continuación (PEPDA, 2007, p.15):

*"En casos de alta contaminación del suelo, este es retirado con maquinaria pesada, acumulando y transportando en volquetes a las plataformas acondicionadas para su tratamiento ubicadas en los diferentes campos en donde PEPDA trabaja. El material contaminado es tratado mediante técnicas de biorremediación, proceso que comprende de una fase de campo y una de*

laboratorio. En la fase de campo se realiza el acondicionamiento del suelo mediante homogenización con materiales esponjantes, adición de nutrientes como nitrógeno y fósforo (bioestimulación), aireación y control de factores determinantes (humedad, temperatura y pH); actividades que son indispensables para el establecimiento y desarrollo de microorganismos degradadores. En la fase de laboratorio se realiza el aislamiento, caracterización e identificación de microorganismos degradadores de hidrocarburos provenientes del mismo suelo contaminado. Además, en el transcurso del proceso de descontaminación se lleva a cabo un monitoreo de la carga microbiana y una vez culminado este estudio, los microorganismos inocuos con capacidad degradadora son masificados en un Fermentador Biológico (Biorreactor) modelo BioFlo 5000, marca New Brunswick y aplicados en el suelo en tratamiento. Para el desarrollo y control de este proceso el PEPDA cuenta con el Laboratorio de Ciencias Biotecnológicas (LACIB).”

El enfoque que usa el PEPDA cumple con los requisitos del Estado Ecuatoriano (D.E. 1215). Además, las actas finales para los sitios remediados dentro de los alcances del PEPDA han sido firmadas por la DINAPA y por el propietario del sitio. Por lo tanto, el PEPDA está cumpliendo con sus objetivos.

Cabe mencionar que el PEPDA también ha proporcionado detalles sobre todos los costos que ha incurrido durante los trabajos de remediación (PEPDA, 2007). Dichos costos demuestran que las piscinas se pueden ser remediadas a un costo promedio de \$85000 por piscina, como se presenta en mayor detalle en la siguiente sección.

## 6.0 COSTOS DE LA REMEDIACIÓN DEL PEPDA

Según el presupuesto general del PEPDA (véase la Tabla 2), para el año 2010 se habrán remediado 550 piscinas y 870 fosas a un costo promedio de \$85000 por piscina y \$10000 por fosa, además de otros pasivos ambientales (Cronograma para la Eliminación de Pasivos Ambientales, PEPDA, 2007).

**Tabla 2. Presupuesto Estimado del PEPDA para la Vida del Proyecto, Desde Junio de 2005 Hasta 2010 (Cronograma para la Eliminación de Pasivos Ambientales, PEPDA, 2007).**

Pasivo Ambiental	Cantidad	Costo (US\$)	Costo Unitario (US\$)
Piscinas	550	46.750.000	85000
Fosas	870	8.700.000	10000
Contingencia – Limpieza y remediación de derrames	141	42.300.000	300.000
Limpieza y remediación de sólidos provenientes de tanques y piscinas API	44	19.800.000	450.000
Tratamiento biotecnológico – aguas negras y residuales en campamentos	9	3.600.000	400.000
	Costo Total:	\$121.150.000	

Los costos de remediación del PEPDA en la Tabla 2 constituyen el cálculo más preciso y correcto de lo que costaría la remediación en piscinas del Oriente. El Informe Anual del PEPDA para 2007 contiene un desglose detallado de los costos de remediación, que incluyen la remediación de piscinas, de derrames, tratamiento y recuperación de crudo degradado, personal, alquiler de equipo pesado, un laboratorio de monitoreo biológico, equipos de computación y estudios de línea base. En su estimativo de costos, el Sr. Cabrera no suministra detalle alguno y éste está muy por encima de los costos del PEPDA.

La Tabla 3 presenta el presupuesto estimado (\$67,8 millones) para remediar los pasivos ambientales dentro del área de la antigua Concesión Petroecuador-Texaco. Nótese que el informe PEPDA, 2007, incluye los costos de la remediación de las piscinas ubicadas fuera, al igual que dentro, del área de la antigua Concesión.

**Tabla 3. Presupuesto Estimado del PEPDA para los Pasivos Ambientales Dentro de la Antigua Concesión Petroecuador-Texaco (Cronograma para la Eliminación de Pasivos Ambientales, PEPDA, 2007).**

Campo(s)	Cantidad de Pasivos Ambientales (costo unitario)				
	Piscinas (\$85000)	Fosas (\$10000)	Contingencia - Limpieza y Remediación de Derrames (\$300.000)	Limpieza y Remediación de Sólidos Provenientes de Tanques y Piscinas API (\$450.000)	Tratamiento Biotecnológico - Aguas Negras y Residuales en Campamentos (\$400.000)
Lago Agrio, Guanta	91	0	2	7	2
Shushufindi, Aguarico	100	0	15	7	1
Sacha	94	0	10	10	1
Auca, Yuca, Rumiyacu, Cononaco, Culebra	85	0	41	7	1
Total:	370	0	68	31	5
Costo Total:	\$31.450.000	\$0	\$20.400.000	\$13.950.000	\$2.000.000

Los costos reales para la remediación incurridos por Petroecuador dentro del PEPDA se encuentran disponibles para seis piscinas en cinco sitios y son resumidos en la Tabla 4. La Tabla 4 muestra que el costo promedio de remediación por piscina para las seis piscinas es de aproximadamente \$76000<sup>5</sup>. Detalles sobre el Presupuesto General para el año 2008 se presentan en los Anexos 1-12 del Informe Anual del PEPDA para 2007.

<sup>5</sup> Este costo estimado es conservador porque está basado en el costo *total* de la remediación de cada sitio, el cual podría incluir otros costos aparte de los costos directamente asociados con la remediación de las piscinas.

**Tabla 4. Resumen de los costos reales de Petroecuador para la remediación de piscinas que forman parte del PEPDA**

Sitio <sup>1</sup>	Número de Piscinas Remediadas	Volumen de Suelo Remediado <sup>3</sup> (m <sup>3</sup> )	Costos Reportados <sup>4</sup> (2008 US\$)
SA-32 <sup>2</sup>	2	8500	123.275
SA-14-1	1	1000	86.071
SA-50-2	1	2000	36.269
SA-15-1	1	820	47.483
SA-78	1	1000	161.937
Promedio de las 6 piscinas		2220 m <sup>3</sup> /piscina	\$75.839/piscina

**Notas:**

<sup>1</sup> Informes Finales, Eliminación de Piscinas SA-32-1 (2006), SA-32-1 (2006), SA-14-1 (2006), SA-50-2 (sin fecha), SA-15-1 (2006), y SA-78 (sin fecha), PEPDA.

<sup>2</sup> El volumen de suelo remediado y el costo para SA-32 representa la suma de las 2 piscinas.

<sup>3</sup> Volumen reportado por el PEPDA en sus informes finales de eliminación de piscinas.

<sup>4</sup> Los costos de remediación presentados en los informes se ajustaron a dólares del 2008 utilizando la calculadora del Banco de Reserva Federal de EEUU – US Federal Reserve Bank's Consumer Price Index (CPI) Calculator: (<http://woodrow.mpls.frb.fed.us/research/data/us/calc/>).

El costo unitario real del PEPDA para la remediación de piscinas (en dólares por metro cúbico de suelo) varía de sitio en sitio dependiendo de parámetros como el volumen de suelo, agua y crudo, la distancia a las áreas de tratamiento ex-situ y hasta de las condiciones climáticas durante la remediación. El costo unitario para la remediación de suelo reportado en el Informe Anual del PEPDA para 2007 fue de aproximadamente \$17/m<sup>3</sup>, mientras que los informes finales de eliminación de piscinas (Informes Finales, Eliminación de Piscinas, PEPDA, 2006) indican un costo unitario de aproximadamente \$34/m<sup>3</sup>, ambos valores han sido ajustados a dólares de 2008 (véase la Tabla 4 y el Cuadro No. 4, PEPDA, 2007, p. 27).

El mismo Presidente del Ecuador, el Señor Rafael Correa Delgado, apoyó la administración económica del proyecto y en mayo de 2007 afirmó que: “*existe capacidad técnica de expertos nacionales para hacer la remediación y a un costo inferior a lo que realiza la empresa privada.*”<sup>6</sup>

En el suplemento de El Comercio, publicado por Petroecuador el 5 de octubre de 2006, se afirmó que los costos de la remediación del PEPDA fueron 30% menores a los establecidos por las empresas privadas, debido a la acción coordinada del trabajo de campo<sup>7</sup>.

## 7.0 ÁREA DE LAS PISCINAS Y VOLUMEN QUE REQUIERE REMEDIACIÓN

PEPDA ha compilado, a pedido de la Corte, detalles sobre el área superficial, profundidad y volúmenes de suelo remediado (o suelo a remediarse)<sup>8</sup>. El Señor

<sup>6</sup> El Comercio, 28 de mayo de 2007.

<sup>7</sup> El Comercio, 5 de octubre de 2006.

<sup>8</sup> Carta del coordinador proyecto PEPDA, Ing. Jorge Vivanco A., al Jefe Protección Ambiental, Distrito Amazónico, con fecha del 26 de noviembre de 2007. El cuerpo de la carta dice: “En atención a hoja de control 9039, adjunto

Cabrera ignora esta información y hace sus propias presunciones inexactas y sin fundamento con respecto a las áreas y profundidades de las piscinas, y sobre los volúmenes de suelo remediado.

De hecho, en el texto principal del informe del Señor Cabrera (§6.3.1, Cabrera, 2008) y en su Anexo H (§6), el Señor Cabrera afirma que existen 916 piscinas<sup>9</sup>, de las cuales 749 requerirían remediación. También afirma que estas 749 piscinas representan un área superficial de 631.000 m<sup>2</sup> y que un *área adicional*, la cual representa una *contaminación generalizada* del 50% de dicha área, también necesita ser remediada. Por lo tanto, el Señor Cabrera pretende que se remedie un área total de 947.000 m<sup>2</sup> o un área promedio de aproximadamente 1.260 m<sup>2</sup> por piscina. El Señor Cabrera también afirma que todas las piscinas tienen un promedio de 4 m de profundidad y asume que la totalidad de los 4 m requieren ser remediados (Cabrera, 2008, §6.3.1, p. 48 y Anexo N, p. 3). En base a estos valores estimados, el Señor Cabrera afirma que se necesita remediar 3.788.000 m<sup>3</sup> de suelo, o sea, un promedio de 5060 m<sup>3</sup> de suelo por cada piscina.

Si el Señor Cabrera hubiese revisado la información que recopiló y envió el PEPDA a la Corte, se habría percatado de su sobreestimación. De hecho, sus valores se encuentran muy por arriba de los volúmenes de suelo promedio remediado por PEPDA en cada piscina, los cuales son reales al haber sido medidos en campo. Para este caso, el PEPDA presentó datos de 158 piscinas como parte de su respuesta a la Corte. De estas piscinas, se incluyeron datos de áreas y volúmenes para 66 de ellas. Cabe mencionar, además, que estas piscinas estaban dentro del área de la antigua Concesión. El PEPDA remedió 119.471 m<sup>3</sup> de suelo proveniente de estas 66 piscinas. En base a estos datos (véase la Tabla 5), el volumen promedio de suelo remediado por piscina es de solo 1810 m<sup>3</sup>, el cual es sustancialmente menor que el volumen estimado por el Señor Cabrera. Además, si se divide el volumen de suelo remediado por el área de estas 66 piscinas, se obtiene un espesor promedio de suelo remediado por PEPDA de 1,32 metros, el cual es mucho menor que los 4 metros de espesor que necesitarían remediarse, según las suposiciones del Señor Cabrera.

En resumen, si se comparan los volúmenes de suelo que requerirían remediación según el Señor Cabrera, con los volúmenes que fueron remediados por el PEPDA, es evidente que el Señor Cabrera exagera la cantidad de suelo que se necesita remediar por un factor de 2,8 veces. Si este volumen de suelo luego se multiplica por cualquier costo unitario en base al volumen, obviamente el costo de remediación igualmente estaría exagerado por un factor de al menos 2,8 veces.

---

sírvase encontrar información solicitada por la Corte Superior de Justicia de Nueva Loja, Sucumbíos, sobre la caracterización y volúmenes de obra del Proyecto Eliminación de Piscinas y Limpieza de Derrames – PEPDA.”

<sup>9</sup> En su Anexo N (§1.1), el Señor Cabrera dice que existen 917 piscinas.

**Tabla 5. Resumen de las Dimensiones y Volúmenes de Suelo Remediado para las 66 Piscinas Dentro del Área de la Antigua Concesión. (Fuente: Carta del Coordinador del PEPDA, Ing. Jorge Vivanco A., al Jefe Protección Ambiental, Distrito Amazónico, Fechada el 26 de Noviembre de 2007.)**

Campo	Piscina	Largo (m)	Ancho (m)	Área de piscina (m <sup>2</sup> )	Volumen de suelo remediado (m <sup>3</sup> )
Sacha	14,1	26	24	624	1000
Sacha	14,2	39	21	819	1400
Sacha	15,1	15	15	225	800
Sacha	15,2	20	10	200	520
Sacha	17	70	40	2800	2800
Sacha	24,1	58	37	2146	500
Sacha	24,2	17	14	238	119
Sacha	32,1	30	29	870	1500
Sacha	32,2	86	49	4214	8000
Sacha	44	30	18	540	700
Sacha	47	14	12	168	336
Sacha	50,1	22	19	418	1300
Sacha	50,2	25	25	625	2000
Sacha	50,3	3	3	9	9
Sacha	52	40	21	840	1000
Sacha	54,1	61	28	1708	683
Sacha	58	29	30	870	1200
Sacha	62,1	11	9	99	200
Sacha	62,2	16	14	224	500
Sacha	72,1	40	36	1440	5000
Sacha	72,2	30	29	870	1400
Sacha	77	35	30	1050	2000
Sacha	78	29	28	812	1000
Sacha	96,1	20	20	400	800
Sacha	96,2	29	19	551	320
Sacha	111	90	20	1800	2700
Sacha	117	73	63	4599	5000
Sacha	118,1	80	60	4800	3840
Sacha	118,2	55	22	1210	908
Sacha	118,3	55	22	1210	908
Sacha	120	38	30	1140	3500
Sacha	123,1	64	60	3840	8000
Sacha	123,2	60	20	1200	2000
Sacha	123,3	60	20	1200	2000
Sacha	Profundo 1	96	43	4128	3300
Sacha	Profundo 2	55	38	2090	2080
Shushufindi	5	25	20	500	300
Shushufindi	10	20	19	380	571
Shushufindi	17,1	16	13	208	558
Shushufindi	17,2	15	12	180	514



Campo	Piscina	Largo (m)	Ancho (m)	Área de piscina (m <sup>2</sup> )	Volumen de suelo remediado (m <sup>3</sup> )
Shushufindi	17,3	20	15	300	856
Shushufindi	17,4	24	12	288	801
Shushufindi	22A,1	40	40	1600	3448
Shushufindi	22A,2	40	30	1200	2489
Shushufindi	22B,1	40	25	1000	2500
Shushufindi	22B,2	69	39	2691	2691
Shushufindi	25	43	18	774	492
Shushufindi	26	30	30	900	600
Shushufindi	27,1	65	43	2795	3962
Shushufindi	27,2	40	20	800	1124
Shushufindi	29	65	32	2080	4571
Shushufindi	34,1	80	60	4800	3000
Shushufindi	34,2	36	26	936	1769
Shushufindi	41,1	18	14	252	416
Shushufindi	42A	40	40	1600	2000
Shushufindi	45A	62	30	1860	2605
Shushufindi	45B	50	30	1500	2000
Shushufindi	69,1	90	46	4140	5370
Shushufindi	69,2	28	100	2800	840
Auca	11,1	6	6	36	380
Auca	21,1	27	20	540	800
Auca	26,1	89	43	3827	5392
Lago Agrio	25	35	19	665	2,9
Lago Agrio	Norte 4	10	7	70	70
Lago Agrio	Central 4	22	19	418	24,5
Lago Agrio	11,5	40	40	1600	2,1
<b>Promedio:</b>					<b>1810 m<sup>3</sup></b>

## 8.0 EVALUACIÓN DEL BENEFICIO DE LA REMEDIACIÓN

PEPDA evalúa la efectividad, o la magnitud del mejoramiento al medio ambiente como resultado de la remediación utilizando el Índice de Calidad Ambiental (ICA) que el PEPDA cita como tomado de Suárez-Venegas (2002). Este método está documentado en los informes finales de los pozos SA-14, SA-15, SA-32 y SA-78.

Cada uno de los cuatro parámetros requeridos por el D.E. 1215 (TPH, Cd, Ni y Pb) se ajustan a un porcentaje según la escala presentada en la Tabla 6. Estos porcentajes se combinan para cada piscina usando la ecuación ICA, la cual arroja índices para antes y después de la remediación de cada piscina.

Un resultado ICA del 70% o más implica que la concentración de TPH, cadmio, níquel o plomo es igual o menor que el límite para suelos de uso agrícola del D.E. 1215 para una piscina en particular. Un resultado ICA del 70% o mayor después de

la remediación significa que la remediación sería aprobada. El Señor Cabrera reproduce la Tabla No. 12 del Informe Final del PEPDA para la remediación de Sacha 14, pero afirma erróneamente que la valoración porcentual de calidad ambiental de 70% representa los límites del D.E. 1215 para ecosistemas sensibles. La declaración del Señor Cabrera sobre el ICA y los límites del D.E. 1215 es claramente una mala interpretación. En otra llamativa inconsistencia, el Señor Cabrera trata de desacreditar la remediación del PEPDA como inadecuada a pesar de que en su Informe Sumario él mismo admite que *“La mayoría de piscinas remediadas por el PEPDA de las que he revisado información demuestran un índice de calidad ambiental post remediación del 90 al 100%.”* (Cabrera, 2008, §3.2.7, p. 14).

La existencia de niveles residuales de hidrocarburos en el suelo es totalmente permisible, siempre y cuando cumplan con los límites establecidos para suelos de uso agrícola especificados en el D.E. 1215. El Director de la DINAPA a fines de 2006, Manuel Muñoz, correctamente afirmó que: *“La remediación no es absoluta, sin embargo, cumple con los límites permisibles del reglamento ambiental.”*<sup>10</sup>

**Tabla 6. Tabla del Informe de Remediación del PEPDA para el Pozo SA-78, Mostrando la Valoración Porcentual de Calidad Ambiental Basada en la Concentración de los Parámetros Requeridos por el D.E. 1215.**

Parámetro	TPH	Cadmio	Níquel	Plomo	Valoración Porcentual de Calidad Ambiental
Valor Analítico	> 5500	> 5	> 200	> 350	0
	5500	5	200	350	10
	5000	4,5	175	300	20
	4500	4	150	250	30
	4000	3,5	125	200	40
	3500	3	100	150	50
	3000	2,5	75	125	60
	2500*	2	50	100	70**
	1500	1,5	25	70	80
	500	1	20	40	90
< 100	< 0,8	< 10	< 12,5	100	
Unidad de medida	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	%

**Notas:**

\* RAOH Decreto 1215: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

\*\* Los valores analíticos que corresponden a un valor porcentual menor del 70%, son considerados como no permisibles.

Los índices de calidad (ICA) para antes y después de la remediación provenientes de cinco informes de eliminación de piscinas con valores ICA (Informe Final, Eliminación de Piscinas, SA-14-1 (2006), SA-15-1 (2006), SA-32-1 (2006), SA-32-2 (2006), y SA-78 (sin fecha), PEPDA) se presentan en la Tabla 7 a continuación:

<sup>10</sup> *El Comercio*, 16 de diciembre de 2006.

**Tabla 7. Valoración ICA De Sitios Remediados Por PEPDA.**

Sitio	Índice de Calidad Ambiental Antes de la Remediación (ICA)	Índice de Calidad Ambiental Después de la Remediación (ICA)
SA-78	22,16%	92,50%
SA-32-1	37,40%	93,00%
SA-32-2	35,98%	96,31%
SA-15-1	17,63%	96,50%
SA-14-1	18,38%	92,50%

Nota: Cálculos del ICA se encontraron en 5 de los 6 informes de eliminación de piscinas disponibles hasta el momento (Informe Final, Eliminación de Piscinas, SA-14-1 (2006), SA-15-1 (2006), SA-32-1 (2006), SA-32-2 (2006), y SA-78 (sin fecha), PEPDA).

Como se puede observar, los ICAs para las piscinas remediadas que se presentan en la Tabla 7, tuvieron un mejoramiento significativo después de los trabajos de remediación. Todos estos sitios remediados por el PEPDA fueron certificados por la DINAPA como piscinas eliminadas. El PEPDA usó un método de remediación virtualmente idéntico al descrito en el Plan de Acción de Remediación de Texpet (RAP). La remediación realizada por Texpet también fue aprobada por la DINAPA y el Estado Ecuatoriano como se certifica en el Acta Final de Cumplimiento del Contrato para la Ejecución de Trabajos de Reparación Medioambiental y Liberación de Obligaciones, Responsabilidades y Demandas de 1998.

## **9.0 OTROS ERRORES Y MALENTENDIDOS DEL SEÑOR CABRERA SOBRE EL PEPDA**

El Señor Cabrera afirma en su Informe Sumario del Examen Pericial que el PEPDA, al igual que Texpet, dejó "... *enormes cantidades de contaminación.*" Como se menciona en la Sección 8.0 de este informe, los trabajos de remediación realizados por el PEPDA han sido aprobados por la DINAPA. Además, los valores ICA reflejan una gran reducción en los niveles residuales de TPH, Cd, Ni y Pb debido a la remediación. De las cinco piscinas remediadas para las cuales se tiene datos para TPH (SA-14-1, SA-15-1, SA-32-1, SA-32-2, y SA-78), se pudo determinar que el TPH final promedio fue de 1432 mg/kg, con un rango de 320 a 2494 mg/kg, valores por debajo del límite del D.E. 1215 para suelo de uso agrícola.

Es importante resaltar que el Señor Cabrera recolectó sólo una muestra (SAC54-PIT1-SD1-SU1-R(40-130)) de una piscina remediada (SA-54-1) por el PEPDA. Aún considerando los métodos de muestreo y análisis muy sesgados que utilizó el Sr. Cabrera, el resultado del análisis del suelo fue de tan solo 163,54 mg/kg de TPH, concentración muy por debajo del límite de 2500 mg/kg establecido por el D.E. 1215. Claramente, esta muestra no representa una *enorme cantidad de contaminación* como erróneamente señala el Sr. Cabrera en su informe. El Señor Cabrera no tiene ninguna base para criticar la remediación del PEPDA puesto que la única muestra que él obtuvo ampliamente cumple con el límite aplicable.

(Ref.: §2. Declaración de Resultados, Punto 9, p. 5 de 60, Informe Sumario del Examen Pericial, Richard Cabrera, 24 de marzo de 2008; y Anexo U-04, Tabla 289, p. 380).

Según el Señor Cabrera, se necesita realizar un esfuerzo para reducir las concentraciones de TPH en las piscinas remediadas y no remediadas a un nivel de 1000 mg/Kg o menos. No obstante, en su propia Tabla 3.2, el Señor Cabrera reproduce la tabla del PEPDA que está basada en los límites para suelo agrícola de 2500 mg/Kg que usa la DINAPA, y no para ecosistemas sensibles que el Señor Cabrera afirma son necesarios.

En el caso de las piscinas del PEPDA, la única muestra relevante del Señor Cabrera, como se menciona arriba, fue la muestra recolectada de SA-54 la cual demuestra una buena remediación por el PEPDA como él mismo lo reporta en su informe (Informe Sumario del Examen Pericial, Anexo U-04, Tabla 289, p. 380, Cabrera, 2008).

Cabe mencionar que el mismo Director de la DINAPA en 2006, el Señor Manuel Muñoz, durante su comparecencia ante el Congreso Nacional del Ecuador el 10 de mayo de 2006, reiteró el cumplimiento de la remediación de Texpet mientras observó que Petroecuador había sido lento en responder a sus responsabilidades:

*“Texaco a su manera acometió la remediación de las piscinas que le correspondían a ellos, que era el 33% del total, pero Petroecuador durante más de 30 años no había hecho nada absolutamente respecto de las que le correspondían remediar a la empresa.”*

El 5 de octubre de 2006, Petroecuador publicó un suplemento especial para el periódico de mayor circulación del país, El Comercio, reconociendo el cumplimiento de la remediación de Texaco (Texpet) al igual que la intención de Petroecuador de cumplir con su responsabilidad de remediar las piscinas restantes en el área de la antigua Concesión:

*“Mediante un acuerdo suscrito en 1995 entre el Estado ecuatoriano y la empresa Texaco, ésta inicia un Plan de Remediación Ambiental (RAP, por sus siglas en inglés) para remediar 165 piscinas. La empresa Estatal Petroecuador a través de su Filial Petroproducción continúa la limpieza de las 264 piscinas restantes que no fueron intervenidas por Texaco.”*

La única evidencia que presenta el Señor Cabrera, en su esfuerzo para sustentar un límite para TPH en suelos más bajo, es irrelevante y simplemente una mala interpretación sobre la aplicabilidad de las regulaciones estadounidenses, como lo es el uso de niveles de evaluación para gasolina en tanques subterráneos de almacenamiento (USTs, por sus siglas en inglés), pero que el Sr. Cabrera aplica a la remediación de crudo en las piscinas del Oriente ecuatoriano.

(Ref.: §2. Declaración de Resultados, Punto 10, p. 5 de 60; §3.2.7 Normas Ambientales, pp. 13-15; Anexo D, Informe Sumario del Examen Pericial, Richard Cabrera, 24 de marzo de 2008)

El Señor Cabrera propone reducir la concentración de todos los metales a un nivel que se aproxima al 100% de la valoración de calidad ambiental del PEPDA, la cual coincide con la capacidad de detección analítica de los laboratorios para cadmio,

níquel, y plomo, o un valor extremadamente bajo. Esta propuesta no tiene fundamento técnico alguno pues se conoce muy bien que todos los suelos contienen cierto nivel natural de metales, llamados concentraciones o niveles de fondo. Los niveles de fondo para metales en suelos en el área de la antigua Concesión han sido reportados por los peritos sugeridos por la parte demandada a la Corte durante las Inspecciones Judiciales (ver Apéndice F.1, Valores de Fondo de Metales Pesados en Suelos, 2007). Además, las regulaciones ambientales ecuatorianas aceptan el concepto de niveles de fondo para metales. El D.E. 1215 menciona que si las concentraciones de fondo se encuentran por encima de los límites establecidos, los límites aplicables se pueden *incrementar* (no bajar como propone el Señor Cabrera) en base a un estudio estadístico de campo (2do párrafo, Tabla 6, Anexo 2, del D.E. 1215, 2001). Esta cláusula del D.E. 1215 se aplicaría en casos donde la concentración natural de metales en suelos no impactados excede los límites presentados en la Tabla 6 del Anexo 2 del RAOH (2001).

(Ref.: §3.2.8 Concentraciones de Contaminación de Fondo, pp. 16-17; Anexo B Evaluación del Uso de la Información, §5 Concentraciones de Metales de Fondo, Informe Sumario del Examen Pericial, Richard Cabrera, 24 de marzo de 2008).

El Señor Cabrera, en su Anexo N afirma que: "... PEPDA está actualmente dedicado al saneamiento de los suelos contaminados dentro y en los alrededores de algunas de las piscinas de desechos en la Concesión. Principalmente se utiliza la técnica de lavado de suelo como tecnología de remediación, a un costo mínimo aproximado de \$60 por metro cúbico ( $m^3$ ) de suelo tratado." Esta declaración es falsa por varias razones: i) el PEPDA ha confirmado que está remediando todas las piscinas remanentes en la concesión y no solo algunas; ii) aunque el PEPDA sí usa lavado de suelos, el método de remediación también incluye excavación y "landfarming" de los suelos que no cumplan con el D.E. 1215; y iii) el lavado de suelo no cuesta \$60/ $m^3$ , puesto que todo el costo de remediación del PEPDA, incluyendo toda la remediación de piscinas y las etapas de cierre cuestan un promedio de \$17 a \$34/ $m^3$ , tal como se menciona en el Informe Anual del PEPDA (Cuadro No. 4, PEPDA, 2007, p. 27 y Tabla 4 de esta Respuesta. Los costos unitarios han sido ajustados a dólares de 2008).

(Ref.: Anexo N Costos de la Remediación del Suelo, §2 Estimación de Costos de Remediación, §2.1 Tecnologías Aplicables, Informe Sumario del Examen Pericial, Richard Cabrera, 24 de marzo de 2008).

## 10.0 ADJUNTOS

- Adjunto A Informe Anual, PEPDA, diciembre 2007
- Adjunto B Informe Anual, PEPDA, diciembre 2006
- Adjunto C Informe de Avance, PEPDA, enero 15 a marzo 15, 2006
- Adjunto D Informe de Avance, PEPDA, marzo 15 a mayo 15, 2006
- Adjunto E Informe de Avance, PEPDA, mayo 15 a julio 15, 2006
- Adjunto F Carta con fecha del 28 de octubre de 2002 de la Subsecretaría de Protección Ambiental (DINAPA) del Ministerio de Energía y Minas al Ing. Galo Balda S., Vicepresidente de Petroproducción, Quito

- Ecuador.
- Adjunto G Carta con fecha del 14 de noviembre de 2007 de la Subsecretaría de Protección Ambiental (DINAPA) del Ministerio de Energía y Minas al Presidente de la Corte Superior de Nueva Loja, Ecuador.
- Adjunto H Informe Final, Eliminación de la Piscina SA-14-1, PEPDA, 2006
- Adjunto I Informe Final, Eliminación de la Piscina SA-15-1, PEPDA, 2006
- Adjunto J Informe Final, Eliminación de la Piscina SA-32-1, PEPDA, 2006
- Adjunto K Informe Final, Eliminación de la Piscina SA-32-2, PEPDA, 2006
- Adjunto L Informe Final, Eliminación de la Piscina SA-78, PEPDA, 2006
- Adjunto M Presentación PowerPoint para SSF-50-2, PEPDA, sin fecha
- Adjunto N Presentación PowerPoint para SA-78, PEPDA, sin fecha
- Adjunto O El Comercio, Suplemento del 28 de mayo de 2006
- Adjunto P El Comercio, Suplemento del 5 de octubre de 2006
- Adjunto Q Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador, Decreto Ejecutivo 1215, Anexo 2, Tabla 6, febrero de 2001.
- Adjunto R Carta del Coordinador del Proyecto PEPDA, Ing. Jorge Vivanco A., al Jefe de Protección Ambiental, Distrito Amazónico, 26 de noviembre de 2007.