

SEÑOR PRESIDENTE DE LA CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA DE NUEVA LOJA:

Yo, Ing. Edison CAMINO CASTRO, en virtud de su disposición en la Inspección Judicial del sitio denominado Pozo Sacha 10, dentro del Juicio 002 – 2003, hallándome dentro de término, presento adjunto mi Informe Pericial en 90 fojas útiles, más los respectivos anexos.

Ing. Edison CAMINO CASTRO
L. P. 05 – 17 – 259

I N D I C E

INTRODUCCION

1. LA DILIGENCIA JUDICIAL.....	6
2. DESCRIPCION DEL SITIO.....	6
3. INSTALACIONES.....	12
4. OPERACIÓN DEL POZO.....	13
5. METODOLOGIA DE MUESTREO.....	14

PRESENTACION Y EVALUACION DE RESULTADOS

1. RESULTADOS DE LA PISCINA 1 (FOSA EN TIERRA).....	19
1.1 RESULTADOS DEL ESTUDIO GEOLOGICO.....	19
1.2 RESULTADOS DEL LABORATORIO.....	28
1.3 EVALUACION DE LA TECNOLOGIA USADA POR TEXACO PARA REMEDIAR LAS PISCINAS CONTAMINADAS.....	33
1.4 NORMAS AMBIENTALES ECUATORIANAS.....	40
1.5 SELECCIÓN DE NORMAS ESPECÍFICAS.....	41
1.6 INCIDENTE EN LA INSPECCION JUDICIAL.....	42
2. RESULTADOS DE LA PISCINA 2 (FOSA EN TIERRA).....	44
2.1 RESULTADOS DEL ESTUDIO GEOLOGICO.....	44
2.2 INCIDENTE EN LA INSPECCION JUDICIAL.....	51

IMPACTOS EN LA SALUD

BARIO.....	54
CADMIO.....	56
COBRE.....	59
PLOMO.....	62
NIQUEL.....	65
CINC.....	68
CROMO.....	71
HIDROCARBUROS TOTALES DE PETROLEO (TPHs).....	74
HIDROCARBUROS AROMATICOS POLICICLICOS (HAPs).....	75
FENOLES.....	79
TOXICIDAD DE QUIMICOS USADOS POR TEXACO EN REACONDIOMANIENTO (WORK OVER) DEL POZO SACHA 10.....	80
TOXICIDAD DE LOS QUIMICOS USADOS POR TEXACO EN PERFORACION.....	81
TOXICIDAD DEL SPERSENE.....	81
TOXICIDAD DE LA SOSA CAUSTICA.....	82
TOXICIDAD DEL CMC.....	83
TOXICIDAD DEL MILGEL.....	84
TOXICIDAD DE LA BARITA.....	85

CONCLUSIONES

1. PISCINA 1 (FOSA EN TIERRA).....	87
1.1 DEL ESTUDIO GEOLOGICO SE CONCLUYE.....	87
1.2 DE LOS ANALISIS DEL LABORATORIO SE CONCLUYE.....	88
1.3 DE LA TECNOLOGIA DE PERFORACION Y REACONDIONAMIENTO DEL POZO SACHA 10 SE CONCLUYE.....	88
1.4 DEL ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LOS RESULTADOS DE REMEDIACION DEL AGUA DE LA PISCINA 1 DEL POZO SACHA 10	

CON EL ACUERDO 2144, VIGENTE A LA FECHA DE REMEDIACION SE CONCLUYE.....	88
2. PISCINA 2 (FOSA EN TIERRA).....	89
DEL ESTUDIO GEOLOGICO SE CONCLUYE.....	89

A N E X O S

- ANEXO 1. PREGUNTAS Y RESPUESTAS DE LAS PARTES
- ANEXO 2. REPORTES DEL LABORATORIO CESAQ – PUCE
- ANEXO 3. ENSAYOS CIENTIFICOS
- ANEXO 4. TECNOLOGIA DE RESTAURACION DE ECOSISTEMAS AFECTADOS
POR TOXICOS
- ANEXO 5. ANALISIS Y OBSERVACIONES AL CONTRATO DE REPARACION
AMBIENTAL PETROECUADOR - TEXPET Y LA EJECUCION DE LOS
TRABAJOS
- ANEXO 6. GLOSARIO

FIGURAS, FOTOS, GRAFICOS Y TABLAS

FIGURA 1. Carta topográfica La Joya de los Sachas.....	7
FIGURA 2. Ubicación geográfica del Pozo Sacha 10.....	8
FIGURA 3. Mapa hídrico del Pozo Sacha 10.....	9
FIGURA 4. Ubicación de perforaciones SA10-S1 y SA10-SE2 en piscinas 1 y 2.....	17
FIGURA 5. Columna estratigráfica de la piscina 1.....	20
FIGURA 6. Columna estratigráfica en la piscina 2.....	45
FOTOGRAFIA 1. Caseta con tanque de aceite quemado.....	11
FOTOGRAFIA 2. Corrales de ganado.....	11
FOTOGRAFIA 3. Equipo en maniobra de perforación del hoyo de muestreo.....	15
FOTOGRAFIA 4. SA10-S1. Suelo contaminado con petróleo, 0.85 a 1.70 m.....	23
FOTOGRAFIA 5. SA10-S1. Tramo contaminado con petróleo, 0.85 a 1.70 m.....	24
FOTOGRAFIA 6. SA10-S1. Muestra de agua contaminada con petróleo.....	25
FOTOGRAFIA 7. Toma aérea de las piscinas 1 y 2, y canal que las conecta.....	26
FOTOGRAFIA 8. Perforación de los demandados.....	43
FOTOGRAFIA 9. Perforación desconocida.....	43
FOTOGRAFIA 10. SA10-SE2. Tramo contaminado con crudo, 0.50 a 1.35 m.....	47
FOTOGRAFIA 11. SA10-SE2. Tramo contaminado con crudo, 0.50 a 1.35 m.....	47
FOTOGRAFIA 12. SA10-SE2. Tramo contaminado con crudo, 0.50 a 1.35 m.....	48
FOTOGRAFIA 13. SA10-SE2. Tramo arcilloso limoso, color café oscuro, Contaminado con crudo, 1.35 a 2.20 m.....	48
FOTOGRAFIA 14. Cubierta del hoyo en piscina 2.....	52
FOTOGRAFIA 15. Forma dejada por desconocidos.....	52
GRAFICO 1. Exceso de la concentración de Plomo en el agua contaminada de la piscina 1, con respecto a la legislación de 1966 y vigente.....	30
GRAFICO 2. Exceso de la concentración de Bario en el agua contaminada de la piscina 1, con respecto a la legislación vigente.....	31
GRAFICO 3. Exceso de la concentración de TPHs en el agua contaminada de la piscina 1, con respecto a la legislación vigente.....	32
GRAFICO 4. Evidencia de contaminación con Cadmio en el agua de la Piscina1, en relación a la legislación de 1996. Piscina aceptada como remediada.....	36
GRAFICO 5. Evidencia de contaminación con Fenoles del agua de la Piscina 1, en relación a la legislación de 1996. Piscina aceptada como remediada.....	37
GRAFICO 6. Evidencia de contaminación con Níquel del agua de la Piscina 1, en relación a la legislación de 1996. Piscina aceptada como remediada.....	38
GRAFICO 7. Evidencia de contaminación con Plomo del agua de la Piscina 1, en relación a la legislación de 1996. Piscina aceptada como remediado.....	39
TABLA 1. Químicos utilizados en las operaciones de perforación del Pozo Sacha 10.....	13
TABLA 2. Químicos utilizados en las operaciones de reacondicionamiento de Sacha 10.....	14
TABLA 3. Registro de la perforación SA10-S1 en piscina 1.....	21
TABLA 4. Muestras de calicata SA10-S1.....	22
TABLA 5. Interpretación de los suelos en la calicata SA10-S1.....	27
TABLA 6. Resultados de la muestra 1 de suelo, SA10-S1. 0.85 – 1.29 m. (29-09-04, 16H40).....	28
TABLA 7. Resultados de la muestra 2 de agua, SA10-S1. 0.25 – 0.25 m. (29-09-04, 16H50).....	29
TABLA 8. Resultados después de la remediación SACHA 10, agua, piscina 1, comparación con la legislación vigente en 1996.....	35
TABLA 9. Columna estratigráfica en piscina 2.....	46
TABLA 10. Registro de muestra SA10-SE2.....	49
TABLA 11. Interpretación de los suelos en la calicata SA10-SE2.....	51

INTRODUCCION

INTRODUCCIÓN

1. LA DILIGENCIA JUDICIAL

1. En el Juicio Verbal Sumario No. 002 – 2003 de la Corte Superior de Justicia de Nueva Loja, que sigue María Aguinda y otros en contra de CHEVRONTEXACO, se realizó el 23 de Septiembre del 2004, la Inspección Judicial al sitio denominado POZO SACHA 10, Parroquia Central del Cantón Joya de los Sachas, Provincia de Orellana. Como parte de esta diligencia el Juez Dr. Efraín Novillo Guzmán, tomo posesión como Perito al Ing. Edison Camino Castro, para que participe en esta Inspección y presente el respectivo Informe Pericial, dentro del término concedido.
2. El propósito de la Diligencia es evaluar el posible impacto ambiental producido por las actividades relacionadas con la explotación de hidrocarburos, realizada por el denominado inicialmente Consorcio CEPE – TEXACO.
3. El Informe abordará en primer lugar las preguntas más generales y luego las de contenido más particular. La pregunta más general es la presentada por la parte actora en el sentido de que se informe acerca de los niveles de contaminación ambiental resultantes de las actividades hidrocarburíferas vinculadas con el pozo denominado SACHA 10, sus piscinas, áreas circundantes y áreas de influencia, particularmente, pero no exclusivamente, las que Chevrontexaco afirma que han sido remediadas, sin limitar la noción de impacto ambiental a lo constante en el contrato de remediación invocado por la parte demandada, sino aplicando el concepto de los estándares técnicos internacionalmente reconocidos.

2. DESCRIPCIÓN DEL SITIO

4. El Pozo Sacha 10 tiene la siguiente ubicación geográfica (figuras 1y 2):

Coordenadas Geográficas:

Longitud : 76° 50' 51.624344" W.

Latitud : 0° 17' 40.288330" S.

Provincia : Orellana

Cantón : La Joya de los Sachas

Distancia : Aproximadamente a 53.4 Km al Sur de Lago Agrio.

Geo-referencia: El pozo Sacha 10 se encuentra ubicado a 1.0 km al Este de la Ciudad la Joya de los Sachas, vía a la Precooperativa Mariscal Sucre.

Área plataforma: aproximadamente 2100 m2.

Figura 1. Carta topográfica La Joya de los Sachas

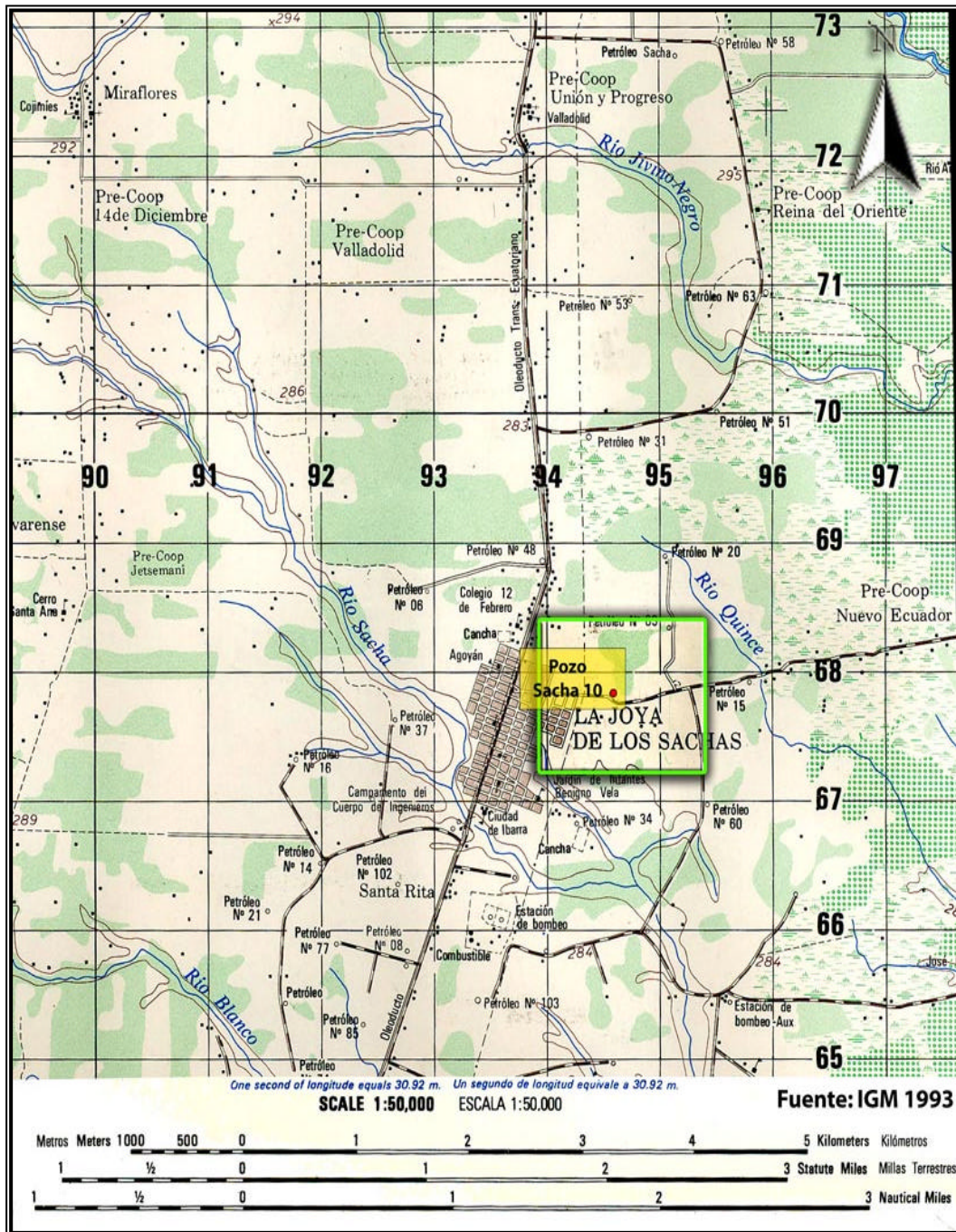
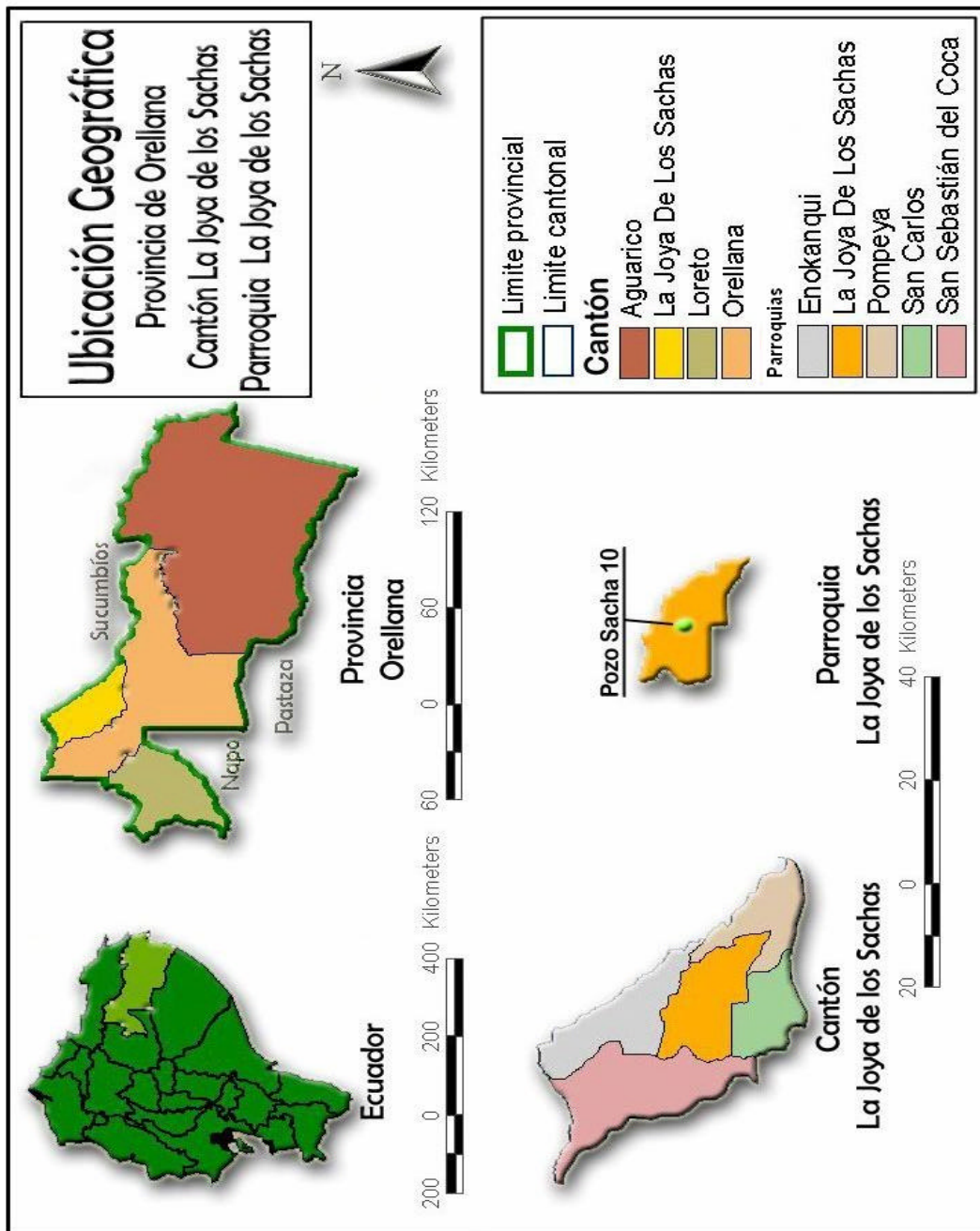


Figura 2. Ubicación geográfica del Pozo Sacha 10

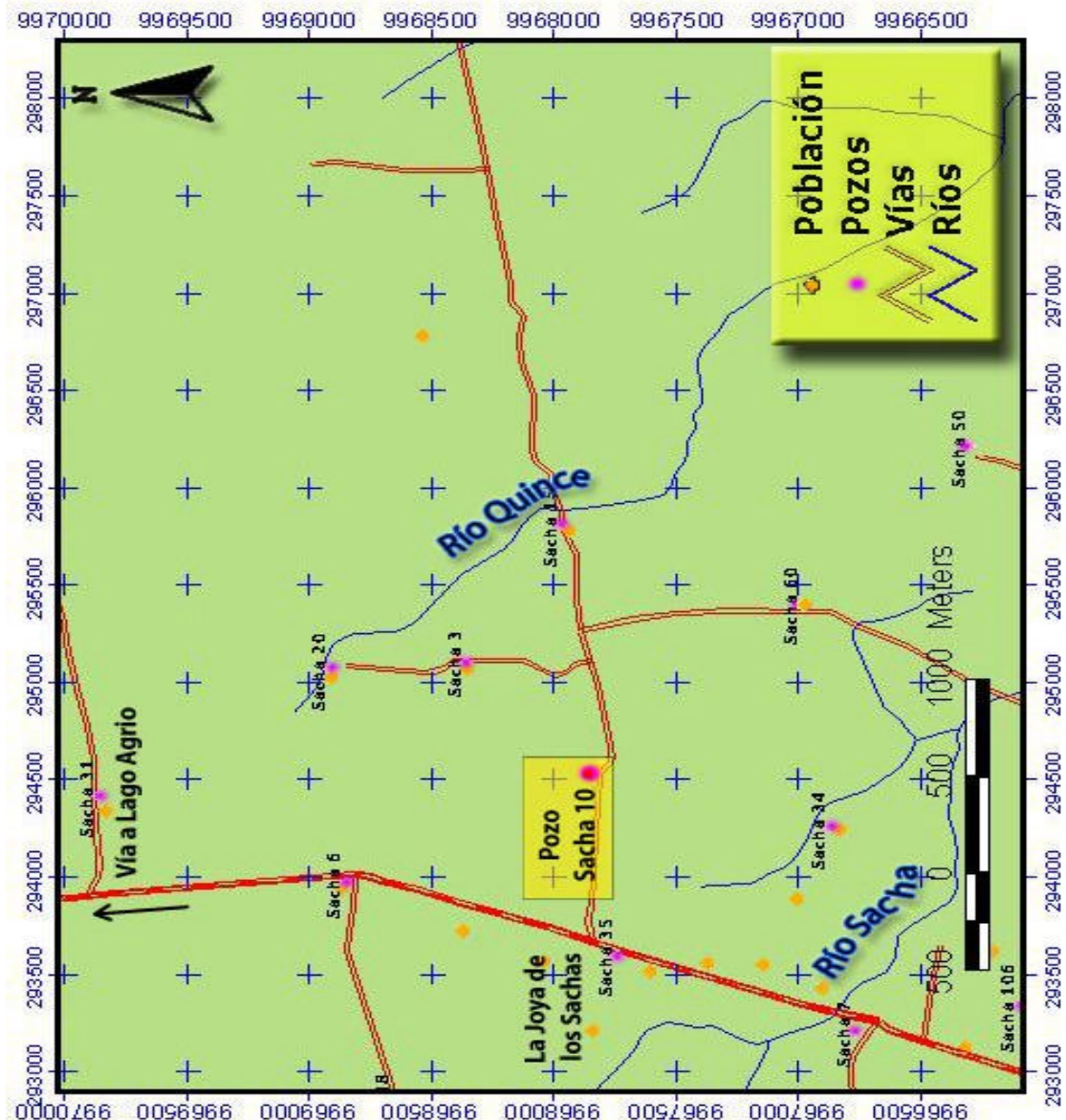


4. **ACCESIBILIDAD:** El acceso principal es por la carretera de primer orden que une a las Ciudades de Lago Agrio con la Joya de los Sachas, y posteriormente desde la ciudad de Sacha continuamos 1.0 km hacia el Este

por la vía que va a la Pre-cooperativa Mariscal Sucre hasta llegar al pozo Sacha-10.

- HIDROGRAFÍA:** El Pozo Sacha 10 se encuentra entre las cuencas hidrográficas del Río Sacha y el Río Quince, que son tributarios del río Napo, el mismo que corre en dirección Sur-Este. (Figura 2).

Figura 3. Mapa Hídrico del pozo Sacha 10.



- CLIMA.** El área se encuentra en el flanco oriental de la Cordillera Real, le corresponde un clima tropical-húmedo, la temperatura fluctúa entre 25°C y

42°C. El promedio anual de pluviosidad de la región esta entre 2.000 y 4.000 mm.

7. **VEGETACION.** Al Sur del cabezal, cruzando el camino, se observó pasto sobre la Piscina 1. Además se observó potreros tanto al Norte y Este del cabezal, alrededor de la piscina 2. Están algunas plantas de Teca al Este de la plataforma.

8. La Piscina 1 (**fosa en tierra**) tiene las siguientes coordenadas Geográficas :

PISCINA 1	COORDENADAS GEOGRÁFICAS
Vértice 1	Longitud 76° 50' 51.92" W Latitud 0° 17' 42.28" S
Vértice 2	Longitud 76° 50' 51.53" W Latitud 0° 17' 42.35" S
Vértice 3	Longitud 76° 50' 51.39" W Latitud 0° 17' 41.95" S
Vértice 4	Longitud 76° 50' 51.79" W Latitud 0° 17' 41.83" S
Área estimada	210 metros cuadrados

9. La Piscina 2 (**fosa en tierra**) tiene las siguientes coordenadas Geográficas:

PISCINA 2	COORDENADAS GEOGRÁFICAS
Vértice 1	Longitud 76° 50' 51.11" w Latitud 0° 17' 41.10" S
Vértice 2	Longitud 76° 50' 50.61" w Latitud 0° 17' 41.01" S
Vértice 3	Longitud 76° 50' 50.70" w Latitud 0° 17' 40.18" S
Vértice 4	Longitud 76° 50' 51.21" w Latitud 0° 17' 40.21" S
Área estimada	500 metros cuadrados

10. Las dimensiones estimadas de la piscina 1 son: 15 metros de longitud, 14 metros de ancho y 1.70 metros de profundidad. Las dimensiones estimadas de la piscina 2 son: 25 metros de longitud, 20 metros de ancho y 2.20 metros de profundidad.

11. Aproximadamente a 700 metros del cabezal del pozo se encuentra la casa del señor Eugenio Hugo. Frente a los corrales del ganado está una caseta, y junto a ésta un tanque metálico de 55 galones, conteniendo aceite lubricante quemado. En general este aceite es usado por los ganaderos de la zona, para proteger al ganado de las garrapatas.



Fotografía 1. Caseta y tanque de aceite quemado



Fotografía 2. Corrales de ganado

12. **UBICACIÓN GEOGRÁFICA.** Este pozo está en el campo petrolero Sacha, que es parte de varios campos de explotación petrolera y que pertenecen al Bosque Húmedo Amazónico, con uno de los ecosistemas de mayor diversidad biológica en la tierra. Los científicos estiman en diez mil especies de plantas vasculares, muchas de ellas endémicas, al igual que una gran diversidad animal de aves, peces y mamíferos viven en este gran bosque.

Biodiversidad. La región amazónica ecuatoriana posee una gran biodiversidad. Solo en la Reserva Faunística de Cuyabeno se han encontrado delfines de agua dulce, manatíes, macacos, cuatro especies de caimanes, diez especies de monos, dieciocho especies de loros, ciento ochenta especies de reptiles y anfibios, cuatrocientas especies de peces, dieciocho especies de plantas y más de cien mil especies de insectos.

Diversidad Étnica. Esta región es el hogar ancestral de nueve grupos étnicos: Quichuas, Shuaras, Achuar, Huaorani, Shiwiar, Cofán, Secoya, Siona y Zápara. Además miles de colonos llegados de todo el país viven en las áreas de influencia de los campos petroleros, siendo afectados de forma directa o indirecta por los contaminantes que produce la industria hidrocarburífera en todas sus fases.

3. INSTALACIONES

13. **INSTALACIONES EN LA PISCINA 1 (FOSA EN TIERRA).** Se observan alrededor de la piscina 1 varias tuberías de metal para transportar crudo, las que van en sentido Este - Oeste, están a 15 metros al Norte de la piscina. Se observó que los cables de energía eléctrica pasan sobre la piscina, va desde la ciudad de Sacha hasta la Precooperativa Mariscal Sucre.
14. **INSTALACIONES EN LA PISCINA 2 (FOSA EN TIERRA).** Actualmente las instalaciones que se observan en la piscina 2 son: a 21 metros al Oeste de la piscina un cabezal de producción de petróleo abandonado y sellado con placas metálicas las salidas del mismo; una tubería metálica de unos 40 centímetros de largo y 4" (pulgadas) de diámetro, cortada, cubierta con grava y abandonada, aproximadamente a 15 metros al Sur oeste del cabezal.

4. OPERACIÓN DEL POZO

15. La información de las operaciones del pozo SACHA 10, ha sido tomada del "Sumario de Perforación, FILE SAC 10-001, Archivo Técnico, Subgerencia de Exploración y Desarrollo, PETROPRODUCCION":

Inicio de perforación: Mayo, 23 de 1971
Fin de perforación: Junio, 11 de 1971
Tiempo de perforación: 12 días
Profundidad total de perforación: 9965 pies
Formación: Hollín

16. **Perforación.** TEXACO utilizó en la fase de perforación productos químicos tóxicos (Tabla 1).

Tabla 1. Químicos utilizados en las operaciones de perforación del pozo SACHA 10		
MATERIALES DE LODO		
PRODUCTO	NUMERO DE SACOS TOTAL	COSTO TOTAL \$
MILGEL	304	3404
CAUSTIC	54	544
SPERSENE	55	1077
CMC	28	1271
OIL	450	-
XC-POLIMER	16	2704
PARAFORM	350 #	1119
RECE HULLS	12	72
CHROME ALUM	55	-
CPS	100 #	

17. **Producción.** La información sobre producción acumulada es la siguiente.

Fecha: Abril 1990

Petróleo: 340 211 barriles

Agua: 289 585 barriles

Gas: No existen reportes de producción acumulada de Gas tanto en los archivos de PETROECUADOR como en la Dirección Nacional de Hidrocarburos.

18. **Reacondicionamiento.** TEXACO utilizó productos químicos tóxicos en las operaciones de reacondicionamiento (Tabla 2).

Tabla 2. Químicos utilizados en las operaciones de reacondicionamiento del pozo SACHA 10		
PRODUCTO	CANTIDAD	UNIDADES
MY-T-FRAC	7800	Gls
FRAC FLUID	6200	Gls
HCl al 7.5 %	1000	Gls
HCl al 34 %	402	Gls
Rodino	6	Gls
MORFLO II	16	gls/100bls
HAI-50	4	Gls
J-10	8.8	# / gls

5. METODOLOGÍA DE MUESTREO

La perforación de la calicata y la toma de muestras se realizaron con el siguiente equipo:

19. **EQUIPO DE PERFORACIÓN.** El equipo utilizado en las maniobras de perforación consiste de un taladro de percusión o de impacto, el cual consta de las siguientes partes :

- 1 Motor a gasolina de 8HP.
- 1 Trípode de metal de 5metros de altura.
- 12m Cabo de manila
- 1 Martillo de golpe de 65 Kg.
- 1 Varilla guía.
- 1 Cabeza de golpe.
- 15m Barrenos manuales (tubos de metal de 2" de diámetro).
- 2 Cucharas partidas
- 1 Helicoidal de 3" de diámetro para ampliar el hoyo cada dos avances de perforación.

20. **METODOLOGÍA DE MUESTREO.** Para realizar las maniobras de perforación (fotografía 3) de un hoyo de muestreo, desde 0.00 metros hasta 2.20 metros de profundidad en los sitios indicados, utilizamos los ensayos de Penetración Estándar (SPT por sus siglas en inglés), que consisten en lo siguiente:

El tubo partido ó cuchara se instala en el frente de la tubería (barreno), el cuál hace contacto con el suelo, para iniciar la primera maniobra de perforación.

El ensayo comienza con una altura de caída del martillo de 0.75 m, sobre la cabeza del golpe. Una vez que ingresa en el suelo a 0.85 m el tubo partido, se detiene la operación para extraer el barreno. Retirado el tubo partido del barreno, se limpia la cuchara para abrir las dos paredes y seguidamente se realiza el respectivo control litológico y de contaminación de la muestra de suelo extraída en este avance de penetración. Concluido el control litológico y de contaminación, se toma un tramo (segmento) de muestra contaminada para meterla (1 kg.) en dos recipientes de cristal ambar y enviarlos al laboratorio CESAQ – PUCE (determinaciones de TPHs, HAPs, Metales Pesados). Los recipientes con las muestras son guardados en una funda plástica y colocados en una hielera a temperaturas de 4°C (aproximadamente), esto para evitar la pérdida de vapor de hidrocarburos de la muestra. Cuando se encontró agua en las perforaciones también se tomó muestras. Todas las muestras de suelo y agua que son tomadas en el campo durante la Inspección Judicial son registradas en la Cadena de Custodia, la misma que es revisada y firmada por las dos partes (Peritos de las dos partes). Finalmente, tanto las muestras de suelo y agua son transportadas a Lago Agrio, más tarde son enviadas a Quito vía aérea al laboratorio de la CESAQ – PUCE. Una vez concluida las operaciones se retira la torre de perforación, se rellena el hueco con el suelo sobrante de la perforación y se procede a tapar la calicata con una placa de cemento, esto para evitar la salida de vapores de hidrocarburo a la superficie y además para codificar el sitio de perforación.



Fotografía 3. Equipo en maniobra de perforación de hoyo de muestreo

21. CALICATA EN LA PISCINA 1. Interpretación de la perforación: SA10-S1 (Figura 4).

Coordenadas: Longitud: 76° 50' 51.569523" W.
Latitud: 0° 17' 42.304787" S.
Profundidad total de perforación: 1.70 m.
Fecha de perforación: 29.09.04

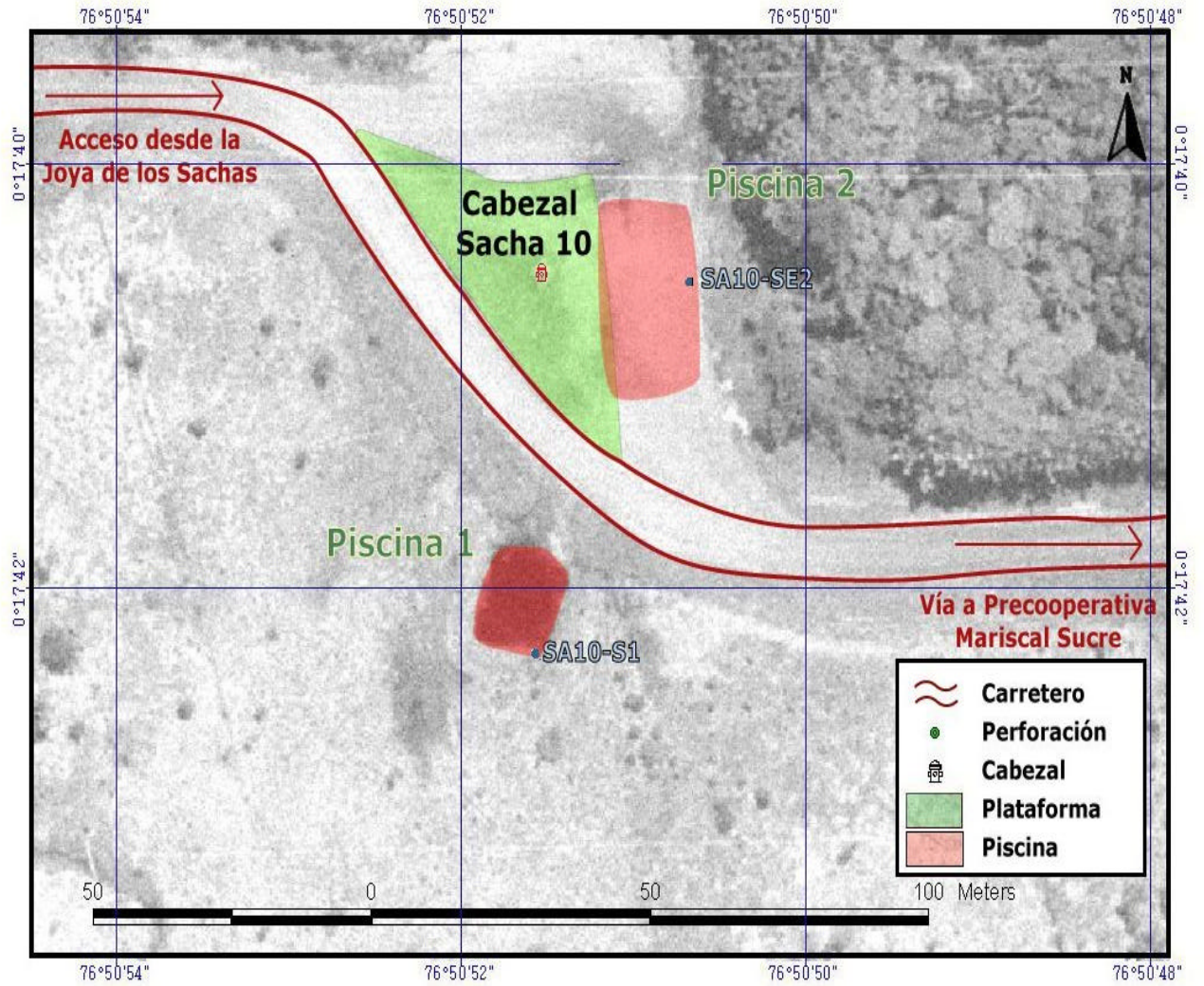
La perforación SA10-S1, ubicada en la piscina 1 del pozo Sacha-10, está en la propiedad del Sr. Eugenio Hugo, en los potreros localizados al Sur del cabezal, aproximadamente a 50 metros del mismo. El nivel freático de ésta perforación está a 0.25 metros de profundidad. Se Tomó una muestra de agua por parte de los demandantes, pero CHEVRONTEXACO no tomó la muestra compartida de agua.

22. CALICATA EN LA PISCINA 2. Interpretación de la perforación: SA10-SE 2 (Figura 4).

Coordenadas: Longitud: 76° 50'50.671497"W
Latitud: 0° 17'40.556403" S
Profundidad total de perforación: 2.20 m.
Fecha de perforación: 29.09.04

La perforación SA10-SE2 de la piscina 2, ubicada en la plataforma Sacha 10, se realizó en la propiedad del Sr. Eugenio Hugo, y la misma está ubicada a 20 metros al Sur-este del cabezal, cerca de los árboles de Teca. Para realizar la perforación SA10-SE2 durante la Inspección Judicial, se tuvo que hacer en la grava un pozo de 50 centímetros de largo, 50 centímetros de ancho y 50 centímetros de profundidad, una vez realizado éste pozo se continuó con la perforación SA10-SE2 (Figura 4).

Figura 4. Ubicación de calicatas SA10-S1 y SA10-SE2 en piscinas 1 y 2



PRESENTACION Y EVALUACION DE RESULTADOS

PRESENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

1. RESULTADOS DE LA PISCINA 1 (FOSA EN TIERRA)

1.1 RESULTADOS DEL ESTUDIO GEOLÓGICO

23. La columna de perforación reporta la presencia de material de relleno entre 0.00 metros y 1.0 metro de profundidad aproximadamente, tanto de arcilla, areno limo y limo arcilloso. (Figura 5: columna estratigráfica piscina 1).

La contaminación de crudo es visible en los testigos de perforación en forma de vetillas, concreciones y películas finas de hidrocarburo, desde 0.45 metros hasta 1.70 metros de profundidad. (Figura 5).

En base a la interpretación geológica de la perforación SA10-S1, entre 1.00 metro y 1.29 metros de profundidad, se evidencia la presencia de dos capas de arena compacta, gravosas, angulares utilizadas para impermeabilizar (ecosoil-cemento) el fondo de la piscina, estas presentan contaminación y fuerte olor a petróleo. Se evidencia entre estas dos capas de arena compacta un horizonte (de 1.07 metros a 1.19 metros) de arcilla café saturada por hidrocarburo. En base a la interpretación geológica se considera el tramo 1.00 metro hasta 1.29 metros de profundidad como el fondo de la piscina 1. (Tabla 3: registro perforación SA10-S1 y Figura 5).

El tramo arcilloso entre 1.29 metros y 1.70 metros de profundidad está contaminado, lo que demuestra que existe infiltración de crudo a través de las dos capas superiores de arena compacta hacia la capa inferior o subyacente, por lo que se concluye, que el fondo de la piscina 1 remediada por la TEXACO no es impermeable y el trabajo de remediación realizado por TEXACO en la Piscina 1 no es eficiente. (Figura 5). Además por la textura arcillosa, de color café, seca, homogénea, entre 1.29 metros y 1.70 metros de profundidad, se evidencia el inicio del suelo natural, pero se observa que la contaminación por petróleo continúa en éste estrato (capa); se podría inferir que 10 o 20 centímetros más abajo de la calicata SA10-S1 (0.00 metros a 1.70 metros) encontraremos una capa de arena natural, tal como encontró CHEVRONTEXACO durante la Inspección Judicial en su perforación gemela a ésta (código CHEVRONTEXACO JI-SA10-S1-Tw. 0.00 metros a 1.80 metros); esta muestra presenta una distribución homogénea de partículas (arena), y en base a la interpretación geológica del tramo de suelo, se evidencia la presencia de suelo natural (in situ) en éste sitio, con olor a petróleo.

Figura 5. Columna estratigráfica de la piscina 1.

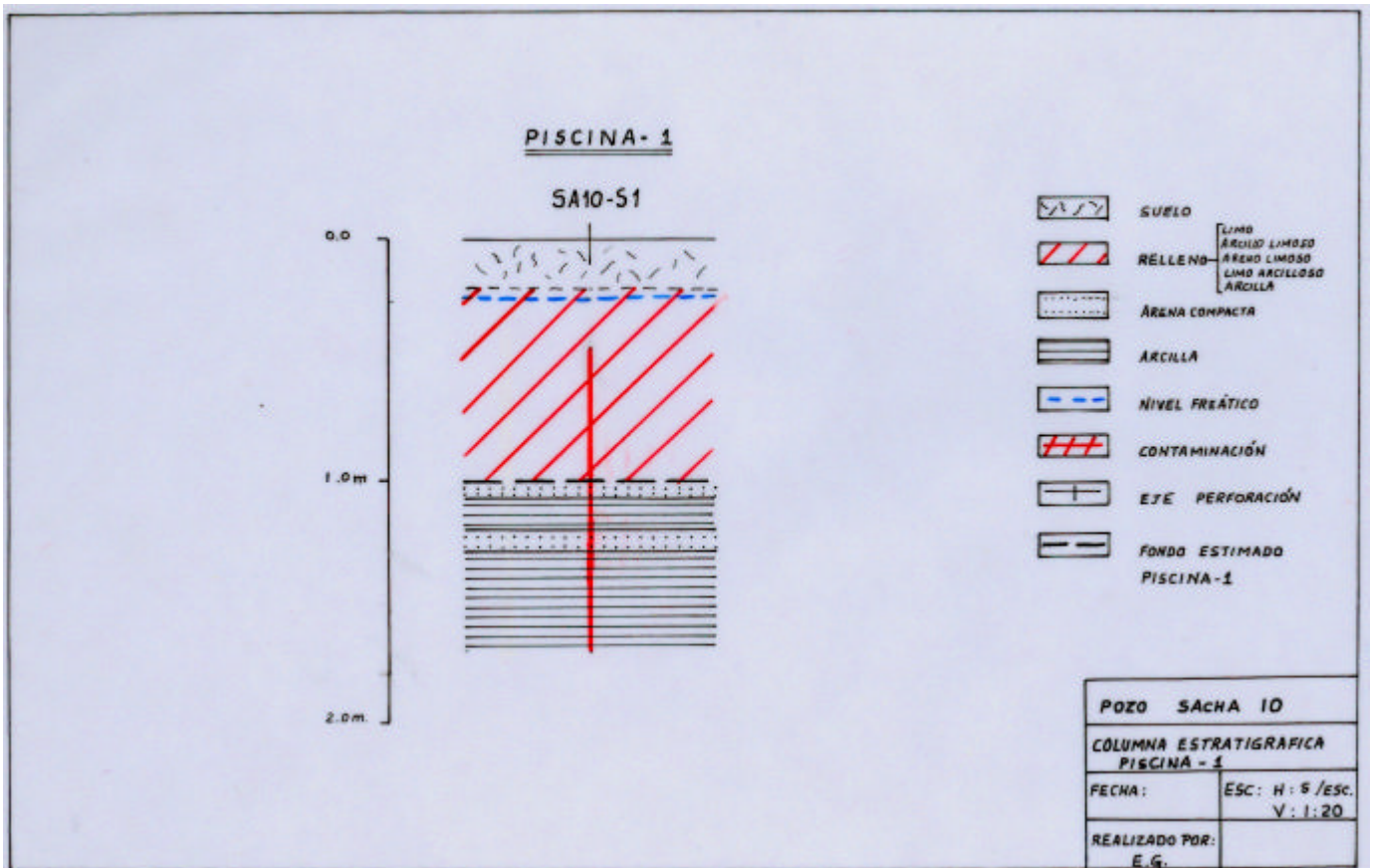


Tabla 3. Registro de perforación SA10-S1 en piscina 1

1			CAMPO: SACHA		POZO: SACHA 10		TURNO: DIA	Avance: 1.70 m	Nivel agua: 0.25m				
Inicio: 29-09-04			PERFORACION: SA10-S1				Rumbo: SUR	Cota :					
Fin: 29-09-04			Coordenadas: Longitud : 76° 50' 51.569523" W Latitud: 0° 17' 42.304787" S					Equipo: Percusión.					
<p>Simbología:</p> <table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td style="width: 15px; height: 15px; background-color: yellow;"></td><td>Muestra suelo</td></tr> <tr><td style="width: 15px; height: 15px; background-color: red;"></td><td>Contaminación</td></tr> </table>											Muestra suelo		Contaminación
	Muestra suelo												
	Contaminación												
Avance(m)	Golpes	Testigo (m)	MUESTRAS		Profund. (m)	Simbo logia	Litología	CRUDO VISIBLE	FONDO PISCINA	INFILTRACIÓN CRUDO			
			SUELO	AGUA									
0.0	11	0.85			0.0		Suelo limoso, café, raíces.						
					0.20								
					0.25		Arcilla limosa, café, seca, plástica, N.F.						
				SA10-S1	0.30		Areno limoso, café, seco.						
				0.25-0.45m			Limo arcilloso, café, seco, raíces puntos blancos, granular.						
					0.45								
0.85	15	0.85					Arcilla café, seca, plástica, contaminada bandas, concreciones y saturación de Petróleo con fuerte olor, raíces.						
					1.00								
			SA10-S1				Arena compacta, granular, clastos de 2.0 cm diámetro, concreciones y fuerte olor a petróleo.						
			0.85-1.29m				Arcilla, café, seca, plástica, saturada y fuerte olor a petróleo.						
					1.07								
					1.19								
							Arena compacta, granular, clastos de 3.0 cm diámetro, concreciones con fuerte olor a petróleo.						
					1.29								
			SA10-S1				Arcilla, café, seca, plástica, consistente contaminada con vetillas de petróleo, puntos verdes, puntos blancos, fuerte olor a petróleo.						
			1.29-1.70m										
1.70					1.70								
Observaciones: Se tomó 2 muestras de suelo y 1 muestra de agua.													
N.F. : Nivel freático.													
Supervisor: E. Galarza.													

Los tramos de suelos muestreados se representan en color amarillo en el Registro de Perforación No. 1 (Tabla 3). La muestra de agua tomada durante la perforación se representa en color azul en el mismo Registro.

24. En la tabla 4. Se presenta el registro de muestras en la perforación SA10-S1.

Tabla 4. Muestras de calicata SA10-S1

Código Muestra	Tramo Muestreo (m)	Suelo	Agua
SA10-S1	0.85-1.29	Si	
SA10-S1	1.29-1.70	Si	
SA10-S1	0.25-0.45		Si

25. GEOLOGÍA LOCAL EN LA PISCINA 1. INTERPRETACIÓN DE LOS SUELOS PERMEABLES EN LA PISCINA 1. El sitio donde se realizó la perforación en la piscina 1, mediante el uso del taladro de impacto ó percusión, demuestra que es una zona de relleno, ya que se evidenció durante la interpretación de las muestras de suelo (testigos de perforación) una distribución diferente a la distribución natural (heterogénea) de los suelos (la estratigrafía del suelo) y además se observó algunas fisuras entre las arcillas y limos que permitieron la migración del hidrocarburo en el subsuelo tanto en profundidad como lateral (dispersión horizontal), lo cual fue observado in situ. La contaminación por petróleo en el subsuelo se observa en la columna estratigráfica de la piscina 1 (Figura 5).

26. Debido a la textura observada en la perforación de la calicata, tanto de la arena limosa, limo arcilloso y arena (compacta permeable), se concluye que estos suelos son permeables, por tanto la variación del nivel freático dependerá de la estación climática en la que se encuentre, es decir en verano baja hasta capas poco profundas y en invierno sube cerca de la superficie. Paralelamente el agua y el petróleo presentes migraron a través de estas capas permeables tanto en profundidad como lateral (dispersión horizontal). En base a la carta topográfica (Figura 1) emitida por el IGM (Instituto Geográfico Militar), la Joya de los Sachas en escala 1:50.000, se evidencia que los ríos en ésta región tienen dirección Sur-este por lo se infiere que el la dirección del nivel freático va al Sur-este en la piscina 1. (Figura 5: columna estratigráfica piscina 1).

27. INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE SUPERFICIE Y DEL RELLENO DE SUELOS CONTAMINADOS EN LA PISCINA 1. Geológicamente la superficie está compuesta de limos-arcillosos y arcillos-limosos de color café, y la cobertura vegetal que se observa sobre la piscina 1 son potreros de pasto alemán. En base a los resultados de la calicata SA10-S1 en la piscina 1, se evidencia que la capa de relleno (arcilla café, areno limoso, limo arcilloso y residuos orgánicos), está entre 0.0 metros a 1.0 metros de profundidad. (Figura 5: columna estratigráfica piscina 1). En cuanto a la contaminación por petróleo, visible en las muestras de suelos (testigos de perforación), se evidencia en la calicata SA10-S1 entre 0.45 metros y 1.70 metros de profundidad, dando un horizonte de contaminación por crudo de 1.25 metros de espesor (promedio) para la piscina 1 (Figura 5). El petróleo evidente en las muestras de suelos de la piscina 1, está en forma de vetillas, concreciones, finas películas y en algunos tramos, las muestras de suelos contienen saturación por hidrocarburo (Fotografías 3 y 4). La característica física del petróleo presente en las muestras de suelos (testigos de perforación) de la piscina 1 está entre líquido y sólido (semilíquido).

Fotografía 4. SA10-S1. Suelo contaminado con petróleo, 0.85 a 1.70 metros



Fotografía 5. SA10-S1. Tramo contaminado con petróleo, 0.85 a 1.70 metros



28. INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA Y DE CONTAMINACIÓN DE LAS MUESTRAS DE SUELOS Y AGUA, EN LA PISCINA 1. Entre 0.0 metros y 0.45 metros de profundidad se observó que los suelos solamente presentan unos puntos de color blanco, como posible contaminación de algún producto químico (surfactante?). Entre 0.45 metros y 1.29 metros de profundidad se evidenció que los suelos están contaminados con petróleo. En base a la perforación SA10-S1 que se encuentra ubicada dentro de la piscina 1, se observó que entre 1.29 metros y 1.70 metros de profundidad tenemos una capa arcillosa. Según la interpretación geológica se concluye que estamos al inicio de un suelo in situ ó fresco, pero aún en éste horizonte de suelo se notó contaminación por petróleo. Se podría inferir que 10 o 20 centímetros más abajo en la perforación de la calicata SA10-S1 (0.00 metros a 1.70 metros) encontremos una capa de arena natural (in situ), tal como encontró CHEVRONTEXACO durante la Inspección Judicial en su perforación gemela (código CHEVRONTEXACO JI-SA10-S1-Tw; 0.00 metros a 1.80 metros de profundidad); esta presenta una distribución homogénea de partículas (arena), y en base a la interpretación geológica del tramo de suelo, se evidenció la presencia de suelo natural (in situ) en éste sitio, con olor a petróleo.

29. La muestra de agua tomada en el sitio de perforación SA10-S1 de la piscina 1 evidencia contaminación por petróleo en forma de bandas y una fina película iridiscente de color azul en la superficie de la misma.

Fotografía 6. SA10-S1. Muestra de agua contaminada con petróleo, envasando en frasco ámbar para análisis de laboratorio



30. INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA, DIMENSIONES Y VOLUMEN DE SUELOS CONTAMINADOS EN LA PISCINA 1. De conformidad con toda la información del reporte general en el Pozo SACHA 10, existe contaminación e impacto ambiental al recurso suelo y al recurso agua, tanto por el tipo de productos tóxicos que utilizó TEXACO en las operaciones de perforación y reacondicionamientos, así como por el inadecuado manejo de los residuos de petróleo, que depositaba en la piscina 1. (Figura 5: columna estratigráfica piscina 1). Además por la presencia de la arena compacta entre 1.00m y 1.29m de profundidad en la perforación del hoyo SA10-S1 se interpreta a ésta capa como el fondo de la piscina 1, pero igualmente contaminada con petróleo (Tabla 3). Basados en la perforación de la calicata SA10-S1 se ha logrado demostrar que esta piscina presenta una mala remediación, ya que

se observan presencia de lodos de perforación (testigos de perforación) contaminados con petróleo. Durante la perforación del hoyo se evidenció residuos de material (ecosoil-cemento?) que probablemente se usó para intentar un trabajo de estabilización?.

31. El volumen estimado de suelos contaminados con crudo y evidenciados durante las perforaciones en la piscina 1 es de 357 m³ (metros cúbicos), que requieren ser remediados, esto sin tomar en consideración el suelo y agua contaminados por migración de los tóxicos al fondo y lados.

Fotografía 7. Toma aérea de las piscinas 1 y 2 y canal que las conecta



32. En base a la fotografía aérea emitida por el IGM (Instituto Geográfico Militar, foto 47895, Rollo 228, fecha 20 de Julio de 1986), se puede deducir que la piscina 1 está abierta en Julio de 1986. Se aprecia en la fotografía aérea la presencia de un canal antiguo que servía de conexión entre la piscina 2 y la piscina 1, es decir, se aprovechó éste canal (con pendiente negativa) para transportar o descargar los residuos de petróleo, agua de formación, desechos químicos y lodos de perforación, que venían desde la piscina 2 hasta la piscina 1. (Fotografía 5).
33. Interpretación de suelos en la PISCINA 1. En base a la interpretación geotécnica de la perforación del hoyo SA10-S1 en la piscina 1 del pozo Sacha-10, se concluye que los suelos presentes en ésta piscina (Tabla 5) se clasifican como muy blandos a poco compactos, es decir vamos desde suelos arcillosos, areno limoso, limo arcilloso, hasta llegar a la capa de arena, la misma que es compacta en estado natural o in situ (se infiere el tramo de arena en base a registros de perforación del pozo gemelo de CHEVRONTEXACO con código JI SA10-S1-Tw).

Tabla 5. Interpretación de los suelos en la calicata SA10-S1

0.0-0.85m	11 golpes	Suelo, muy blando.
0.85-1.7m	15 golpes	Suelo, poco compacto.

34. COBERTURA Y CONTAMINACIÓN DE SUELOS SUPERFICIALES EN LA PISCINA 1. En base a la interpretación geológica del hoyo SA10-S1 se evidencia que tiene como cobertura un suelo limo arcilloso de 20 centímetros de espesor. Así mismo en la piscina 1, alrededor de la calicata SA10-S1, se observa solamente potreros (pastos). No se observa en la superficie contaminación por crudo ni residuos de asfalto.
35. AREA DE INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES PETROLERAS. En base a la interpretación geológica del hoyo SA10-S1, los suelos en la piscina 1, son permeables y aproximadamente a 57 metros al Sur de la perforación SA10-S1 se encuentra un riachuelo que es tributario (aguas que descargan a una cuenca hídrica mayor) del río Quince. El vector del nivel freático es variable, y en la piscina 1 se estima que su dirección siga la topografía del terreno. En base a los rasgos topográficos y a los resultados de la perforación SA10-S1 en la piscina 1, se estima la dirección relativa del nivel freático en Sur-este. En la Carta Topográfica La Joya de los Sachas en escala 1:50.000, elaborada por el Instituto Geográfico Militar (Figura 1), se observa regionalmente que la dirección en que se mueven los ríos es Sur-este, por lo que se puede estimar que el nivel freático sigue la topografía del terreno, ya que se observa una pendiente relativa en dirección similar al movimiento de los ríos. Esta capa freática es el vehículo para transportar los tóxicos del petróleo que están presentes en la piscina investigada.

1.2 RESULTADOS DE LABORATORIO

36. La tabla 6 presenta los resultados del laboratorio sobre los ensayos químicos realizados en la muestra de suelo de la piscina 1, y su comparación con la normatividad ecuatoriana vigente.

Tabla 6. Resultados de la muestra 1 de suelo, SA 10-S1. 0.85-1.29 m (29-09-04, 16H40)

PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO CESAQ - PUCE	LEGISLACIÓN VIGENTE		EXCESO
				3516 mg/kg	1215 mg/kg	3516
METALES						
Cadmio	USEPA 7000	mg/kg	<0.1	2	2	-
Níquel	USEPA 7000	mg/kg	15.5	50	50	-
Plomo	USEPA 7000	mg/kg	13.3	100	100	-
Cromo total	SM 3500 Cr	mg/kg	113.8	65	-	75% más
Bario	SM 3500 Br	mg/kg	577.2	750	-	
Cobre	USEPA 7000	mg/kg	26.6	63	-	
Zinc	USEPA 7000	mg/kg	38.9	200	-	
HIDROCARBUROS TOTALES						
TPH – GRO	EPA 8015	mg/kg	86	-	(GRO + DRO)	-
TPH – DRO	EPA 8015	mg/kg	557	-	<2500	-
BTEX						
Benceno	EPA 8260 B	mg/kg	<0.025	-		
Tolueno	EPA 8260 B	mg/kg	<0.025	-		
Etilbenceno	EPA 8260 B	mg/kg	<0.025	-		
Xylenos	EPA 8260 B	mg/kg	<0.025	-		
PAH's						
Fluoranteno	EPA 8270	mg/kg	<0.5	-		
Benzo(b)fluorante no	EPA 8270	mg/kg	<0.5	-		
Benzo(k)fluorante no	EPA 8270	mg/kg	<0.5	-		
Benzo(a)pireno	EPA 8270	mg/kg	<0.5	-		
Indeno(1,2,3,c,d)pireno	EPA 8270	mg/kg	<0.5	-		
Benzo(g,h,i)perileno	EPA 8270	mg/kg	<0.5	-		

Fuente: Informe de Análisis No. 0499-04-498-04, página 1 de 2, Centro de Servicios Ambientales y Químicos CESAQ-PUCE (Anexos 1 y 2).

37. La concentración de cromo total detectada en la muestra de suelo de la piscina 1, evidencia un exceso del 75% sobre el límite máximo permitido por la legislación ecuatoriana vigente. Lo cual descubre que el método aplicado para remediar el recurso suelo de la piscina 1, no fue eficaz para reducir la contaminación del tóxico cromo (Tabla 6 y Anexo 1).

38. La Tabla 7 presenta los resultados del laboratorio de los ensayos físicos y químicos realizados en la muestra de agua de la piscina 1, y su comparación con la normatividad ecuatoriana vigente.

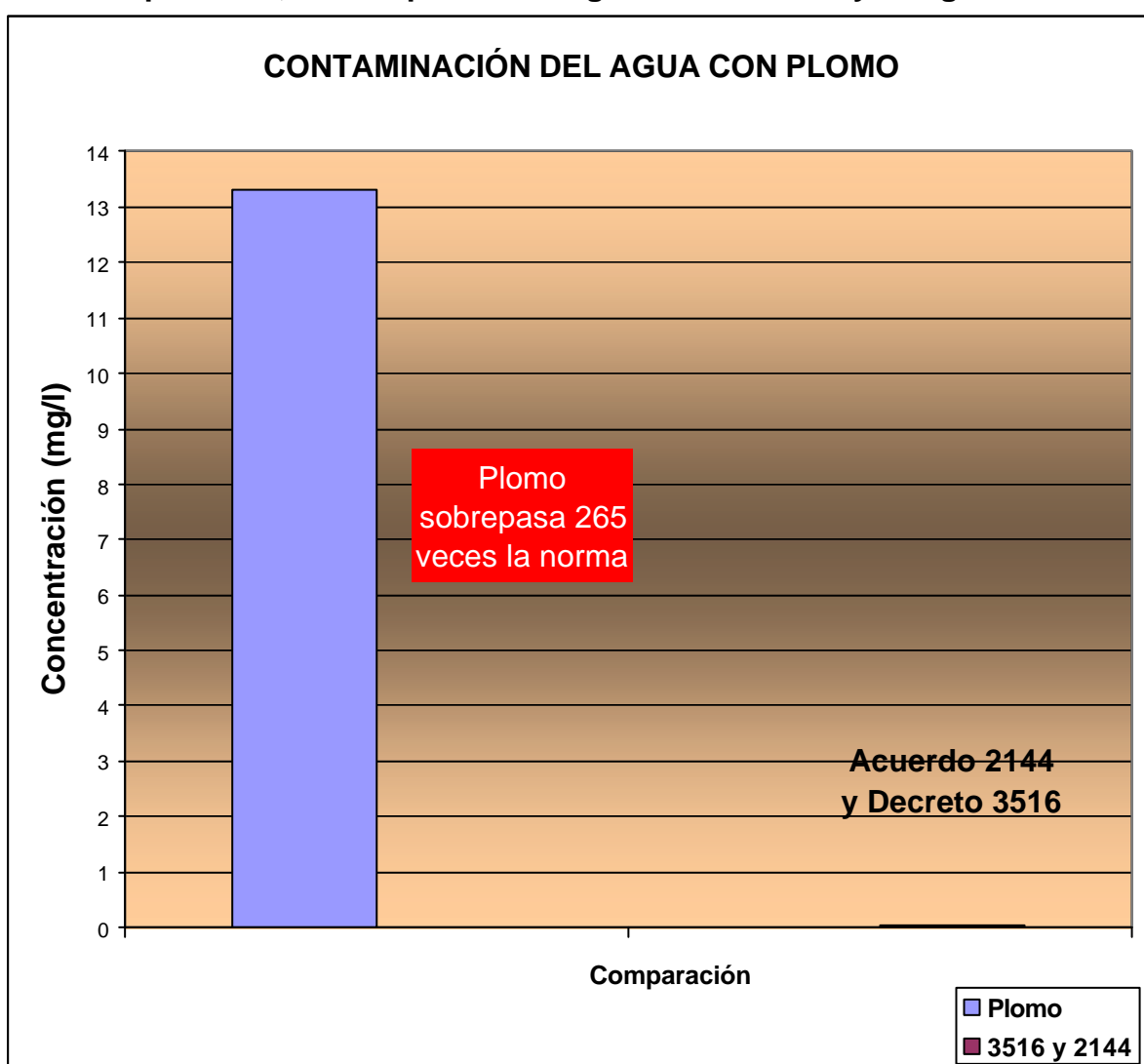
Tabla 7. Resultados de la muestra 2 de agua, SA 10-S1. 0.25-0.45 m (29-09-04, 16H50)

PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO CESAQ-PUCE	LEGISLACIÓN VIGENTE	EXCESO
				3516	3516
				mg/kg	
Cloruros	SM 4500 Cl B	mg/L	3.0	-	
Conductividad	SM 2510 B	µS/cm	229	-	
METALES					
Cadmio	USEPA 7000	mg/L	<0.001	0.001	-
Níquel	USEPA 7000	mg/L	<0.025	0.025	-
Plomo	USEPA 7000	mg/L	13.3	0.05	265 veces más
Cromo total	SM 3500 Cr	mg/L	0.05	0.05	-
Bario	SM 3500 Br	mg/L	6.5	1.0	6 veces más
Cobre	USEPA 7000	mg/L	<0.5	1.0	-
Zinc	USEPA 7000	mg/L	0.13	5.0	-
HIDROCARBUROS TOTALES					
TPH – GRO	EPA 8015	mg/L	<0.1	(GRO + DRO) <0.5	30 veces más
TPH – DRO	EPA 8015	mg/L	15.3		
BTEX					
Benceno	EPA 8260 B	mg/L	<0.011		
Tolueno	EPA 8260 B	mg/L	<0.012		
Etilbenceno	EPA 8260 B	mg/L	<0.012		
Xylenos	EPA 8260 B	mg/L	<0.041		
PAH's					
Fluoranteno	EPA 8270	mg/L	<0.0002		
Benzo(b)fluoranteno	EPA 8270	mg/L	<0.0002		
Benzo(k)fluoranteno	EPA 8270	mg/L	<0.0002		
Benzo(a)pireno	EPA 8270	mg/L	<0.0002		
Indeno(1,2,3,c,d)pireno	EPA 8270	mg/L	<0.0002		
Benzo(g,h,i)perileno	EPA 8270	mg/L	<0.0002		

Fuente: Informe de Análisis No. 0499-04-498-04, página 2 de 2, CESAQ-PUCE. Anexo 2.

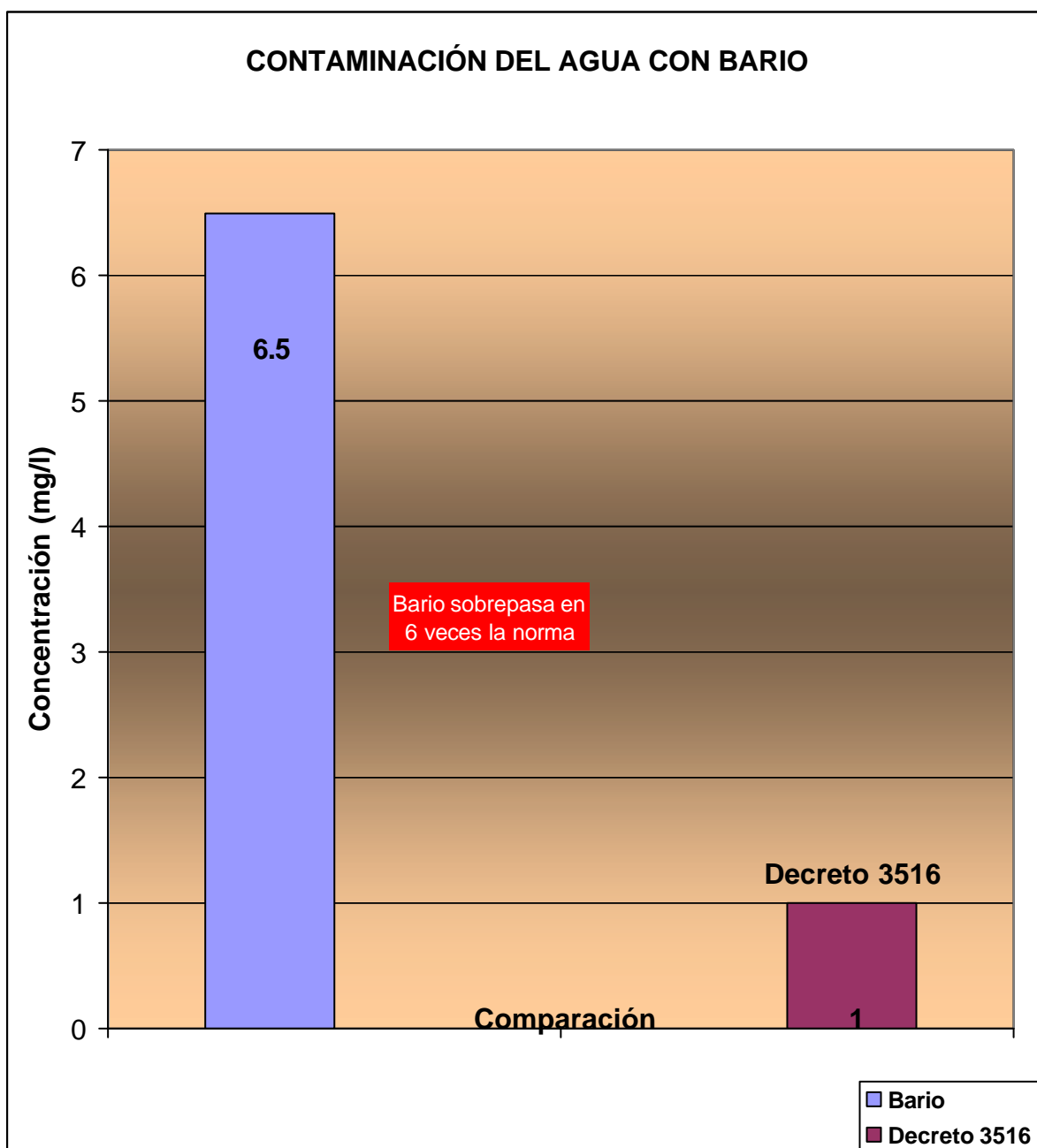
39. Los resultados del laboratorio de la muestra de agua de la piscina 1, evidencian que el plomo está en concentraciones que superan en 265 veces más el límite de la legislación ambiental ecuatoriana vigente (Tabla 7 y Anexo 2); el doble con la legislación vigente a la fecha de la remediación (Tabla 8). Tanto la legislación nacional de 1966 como la de ahora, establecen como límite máximo permisible (para el recurso agua) la concentración de 0.05 mg/litro de plomo. Esto descubre que la tecnología de remediación aplicada por TEXACO, para eliminar el tóxico plomo del recurso agua, no fue eficaz, porque aún está presente en cantidades prohibidas por la ley.

Gráfico 1. Exceso de la concentración de Plomo en el agua contaminada de la piscina 1, con respecto a la legislación de 1966 y la vigente.



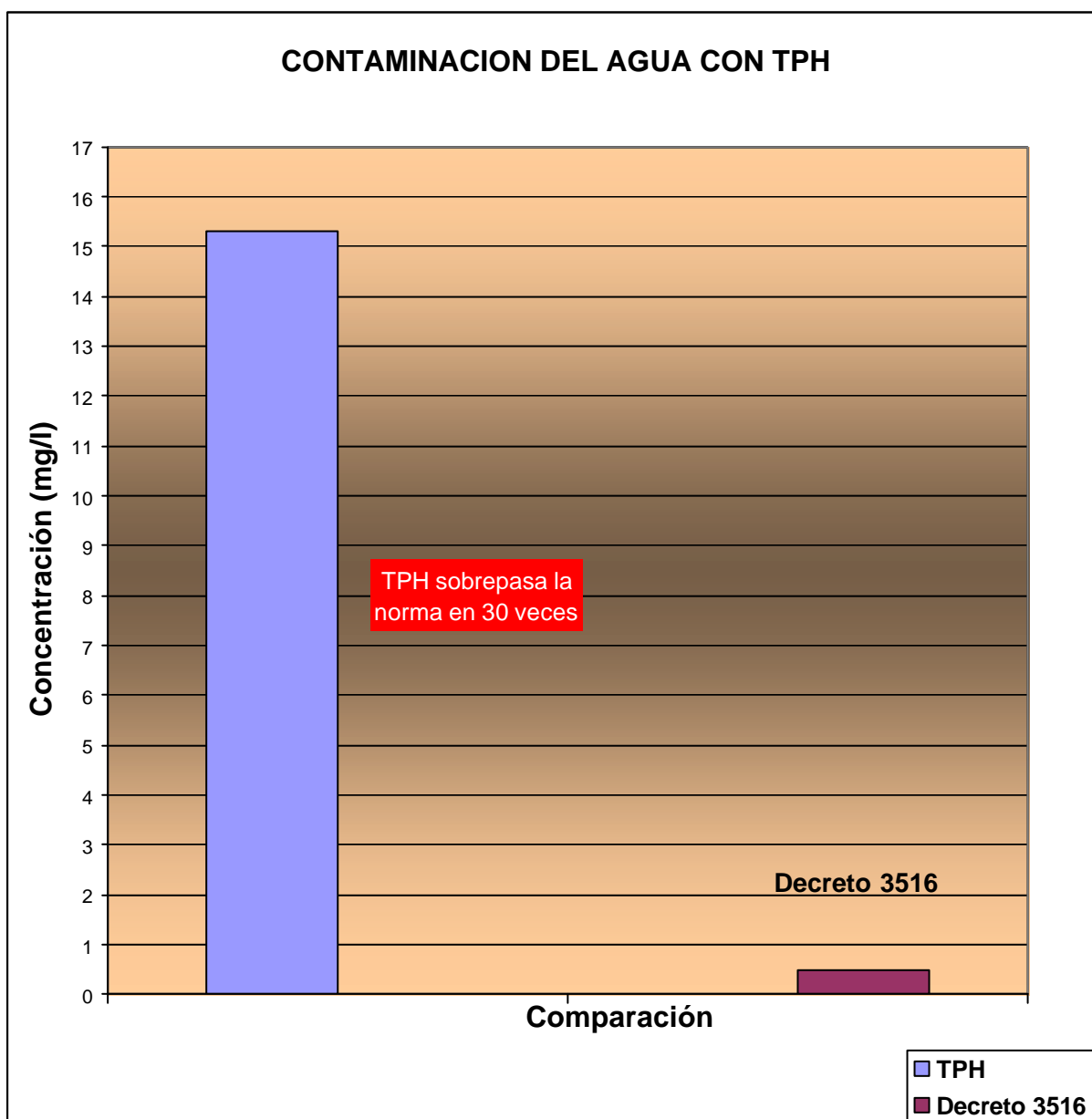
40. Los datos del laboratorio de la muestra de agua de la piscina 1 evidencian que el Bario está en concentraciones que superan en 6 veces más el límite máximo permitido por la legislación ambiental vigente (Tabla 7, Anexo 2 y Gráfico 2).

Gráfico 2. Exceso de la concentración de Bario en el agua contaminada de la piscina 1, con respecto a la legislación vigente.



41. Los datos del laboratorio de la muestra de agua de la piscina 1, indican que los hidrocarburos totales de petróleo (TPHs) están en concentraciones que superan en 30 veces el límite de la legislación ecuatoriana vigente (Tabla 7, Anexo 2 y Gráfico3).

Gráfico 3. Exceso de la concentración de TPHs en el agua contaminada de la piscina 1, con respecto a la legislación vigente.



1.3 EVALUACIÓN DE LA TECNOLOGIA USADA POR CVX PARA REMEDIAR LAS PISCINAS CONTAMINADAS.

42. La siguiente es la traducción de la versión original en Inglés de “REMEDIATION ACTION PROJECT ORIENTE REGION, ECUADOR- Prepared by Texaco Petroleum Company-Woodward-Clyde-Volume I-numeral 3.4.2.4-pag., 3-112-PECS-DESMI: “El producto PECS se utiliza para el tratamiento de piscinas y el proceso comienza por esparcir el químico PECS sobre la piscina una o dos semanas antes de que los grupos de trabajo se movilicen a las piscinas. El propósito de esparcir el químico PECS fue el de lograr que este producto actúe como un surfactante (“Detergente”) y permita el desprendimiento de los residuos y se pueda licuar, a medida de lo posible, el material de hidrocarburo degradado. El proceso de remediación continúa de la forma siguiente:

Limpieza de los residuos: Después del lavado con el químico PECS, los residuos fueron incinerados.

TEXACO, a través de su subcontratado, construyó dos incineradores con dos piscinas adyacentes para almacenar en éstas el material contaminado previa la incineración. Los incineradores fueron encapsulados en bases de concreto con paredes de ladrillo. Adicionalmente se instalaron ventiladores e inyectores de diesel para lograr un incremento de la temperatura. Se instalaron filtros de partículas para minimizar la emisión de partículas

Proceso de remoción de hidrocarburo degradado: Los hidrocarburos degradados fueron disueltos y bombeados a tanques cisterna, mientras que el material no bombeable se trasvasó a camiones y los dos tipos de materiales se trasladaron a celdas de depósito.

Siguiendo el proceso, la tierra del fondo y los lodos se agitaron y mezclaron con el químico PECS y agua utilizando aire de un compresor. La boquilla de la manguera de aire se colocó en el fondo de la piscina para permitir la mezcla. La tierra del fondo y el químico PECS se mezclaron por la agitación producida por la elevada presión del aire. El químico PECS se forzó se mezcle con la tierra, lo que ocasiona la separación del hidrocarburo de la tierra, permitiendo que el hidrocarburo flote a la superficie. Entonces el hidrocarburo fue acumulado y bombeado a un camión cisterna para luego transportar este material a las celdas de disposición. Este proceso se continúa hasta que la remoción del hidrocarburo sea completa.

Tratamiento de agua: El tratamiento de agua se hizo por el proceso de coagulación/floculación y sedimentación. Se utilizó sulfato de aluminio como floculante.

Tratamiento de tierra: La tierra fue tratada con los surfactantes descritos anteriormente. Los lodos de perforación se encapsularon in situ con ECOSOIL o cemento”. Hasta aquí la traducción textual.

43. Discusión del método: Los detergentes forman una emulsión con las partículas del petróleo, permitiendo una separación parcial, pero no se produce una degradación del petróleo como sugiere el método. Por lo tanto la fracción de petróleo separada debe ser tratada para eliminar los tóxicos que se identificó en los análisis de laboratorio (Tablas 6 y 7). La fracción de petróleo no emulsificada (remanente), también debe ser tratada para eliminar los tóxicos encontrados a través de los ensayos de laboratorio. De otro lado el método menciona que el hidrocarburo separado fue conducido a celdas de disposición final; sin embargo debieron en

primer lugar haber realizado un tratamiento (biorremediación del residuo, inmovilización de metales pesados, etc.) de este residuo tóxico, para luego pasar a evaluar la toxicidad residual y finalmente proceder a su disposición final. Esto no se hizo porque el método es muy general o se hizo a medias, ya que los análisis actuales de laboratorio demuestran que aún están presentes - en el suelo y agua - tóxicos en concentraciones que superan las tolerancias máximas permitidas por la legislación ambiental (tablas 6 y 7). El método usado añade mayor contaminación como se puede ver por la cantidad de fenoles declarados, cuya concentración supera en cuatro veces el límite máximo establecido por el Acuerdo 2144 (Tabla 8).

44. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS ANÁLITICOS DE AGUA Y SUELO DE LA PISCINA 1 DEL POZO SACHA 10 QUE SIRVIERON DE BASE PARA SUSCRIBIR LAS ACTAS DE “APROBACIÓN – ACEPTACIÓN”.

El texto pertinente del Acta dice: *“A los 20 días del mes de marzo de mil novecientos noventa y siete la Subsecretaria de Protección Ambiental del Ministerio de Energía y Minas en la persona del Dr. Jorge Albán Gómez y por parte de TEXACO PETROLEUM COMPANY, los señores: Ricardo Reis Veiga en calidad de Vicepresidente y el Dr. Rodrigo Pérez P, en calidad de representante legal, proceden a suscribir el acta con el objeto de: (textual) “aprobar y aceptar los siguientes trabajos realizados de conformidad con las Cláusulas 4.1 del CONTRATO PARA LA EJECUCIÓN DE TRABAJOS DE REPARACIÓN MEDIOAMBIENTAL Y LIBERACIÓN DE OBLIGACIONES, RESPONSABILIDADES Y DEMANDAS, celebrada el 4 de mayo de 1995”.*

Se adjunta como anexo de las actas una lista de “piscinas”, dentro de la cual se incluye el pozo SACHA 10 y los correspondientes planes de reparación ambiental y resultados analíticos de agua y suelo. En esta sección se evalúa la validez técnica de los trabajos de “Reparación Ambiental” a los que hacen alusión las actas mencionadas. Para este propósito se toma como base los datos indicados en los anexos de los informes relativos al cierre de las piscinas.

RECURSO AGUA

Identificación: RA-SA10.1.W5

Condición de la piscina: LIMPIA DESPUES DEL TRATAMIENTO

Sitio de muestreo: Tanque de tratamiento.

Fecha de toma: 15 de marzo de 1996

Fecha de análisis: 17 marzo de 1996

Tabla 8. Resultados después de la remediación SACHA 10, agua, piscina 1, y su comparación con la legislación vigente en 1996.

PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	W5 FINAL 3/17/96	Acuerdo No. 2144 R.O. 204 5 de junio de 1989*	Exceso con respecto al Acuerdo No. 2144
PH	pH	5.80	6-9	
Temperatura (campo)	°C	27.80	-	
Material Flotante	-	Ausencia	Ausencia	
Hidrocarburos y grasas	mg/l	<5	-	
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	231.00	1000	
Cloruros	mg/l	50.50	250.0	
Sulfatos	mg/l	125.00	400.0	
Sólidos en Suspensión	mg/l	4.0	-	
Sólidos Sedimentables	mg/l	<0.1	-	
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	40.00	-	
Cadmio	mg/l	0.03	0.01	2 veces sobre la norma
Zinc	mg/l	0.50	5.0	
Cobre	mg/l	<0.01	1.0	
Cromo	mg/l	0.04	Cr. ⁺⁶ 0.05	
Fenoles	mg/l	0.01	0.002	4 veces sobre la norma
Fluoruros	mg/l	0.01	-	
Mercurio	mg/l	NA	0.002	
Níquel	mg/l	0.12	0.01**	11 veces sobre la norma
Plomo	mg/l	0.10	0.05	1 vez sobre la norma
Vanadio	mg/l	NA	-	
Oxígeno Disuelto	mg/l	7.0	6	
Conductividad.	µS	466	-	

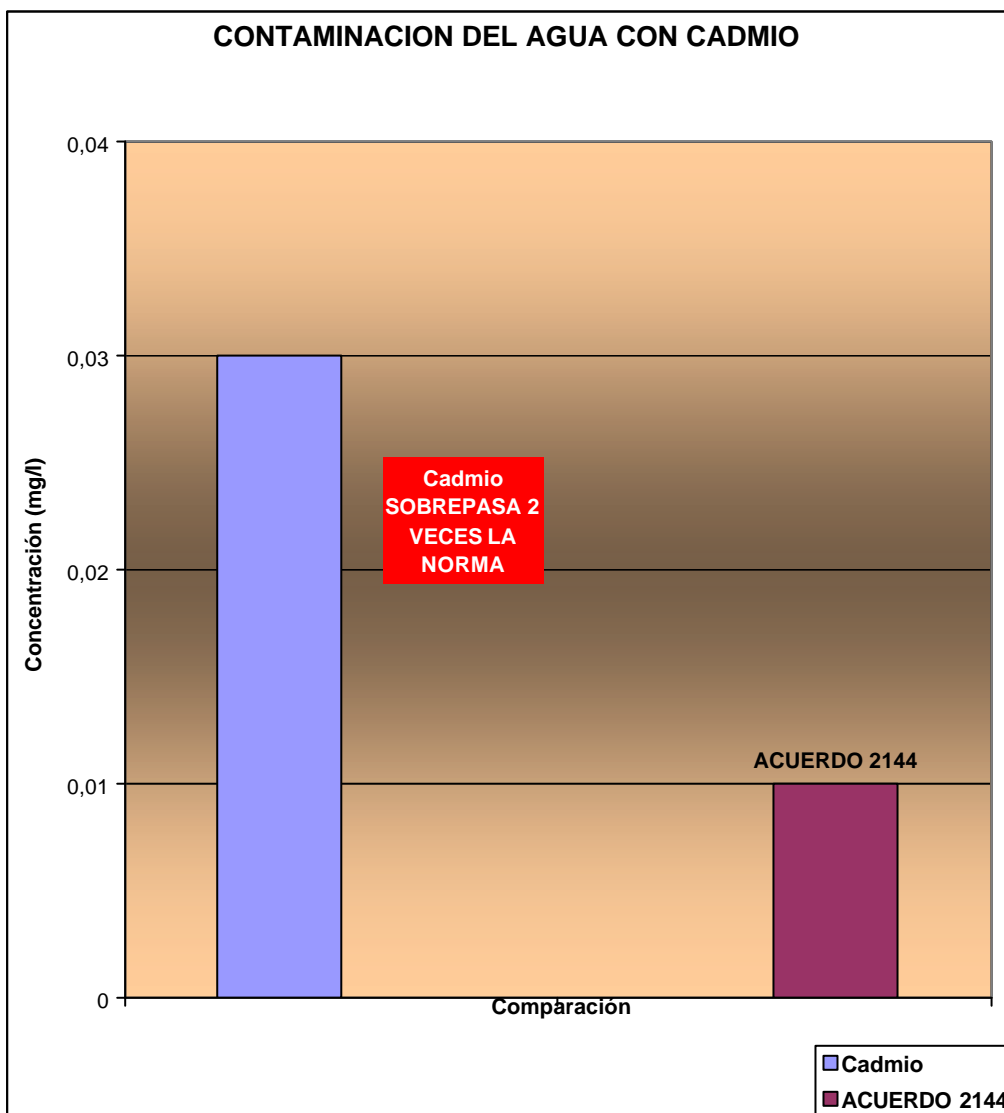
Fuente: Protocolizaciones Texaco Sacha 10, Fojas nueve mil seiscientos ochenta y nueve.

* Art. 19.- Los criterios de calidad para las aguas de consumo humano y doméstico y que para su potabilización requieren sólo desinfección, Acuerdo 2144, Registro Oficial No.204, del 5 de junio de 1989. Reglamento para Prevención y Control Ambiental del Recurso Agua.

** Art. 25.- Los criterios de calidad admisibles para la preservación de flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas y en aguas marinas y estuarinas, Acuerdo 2144.

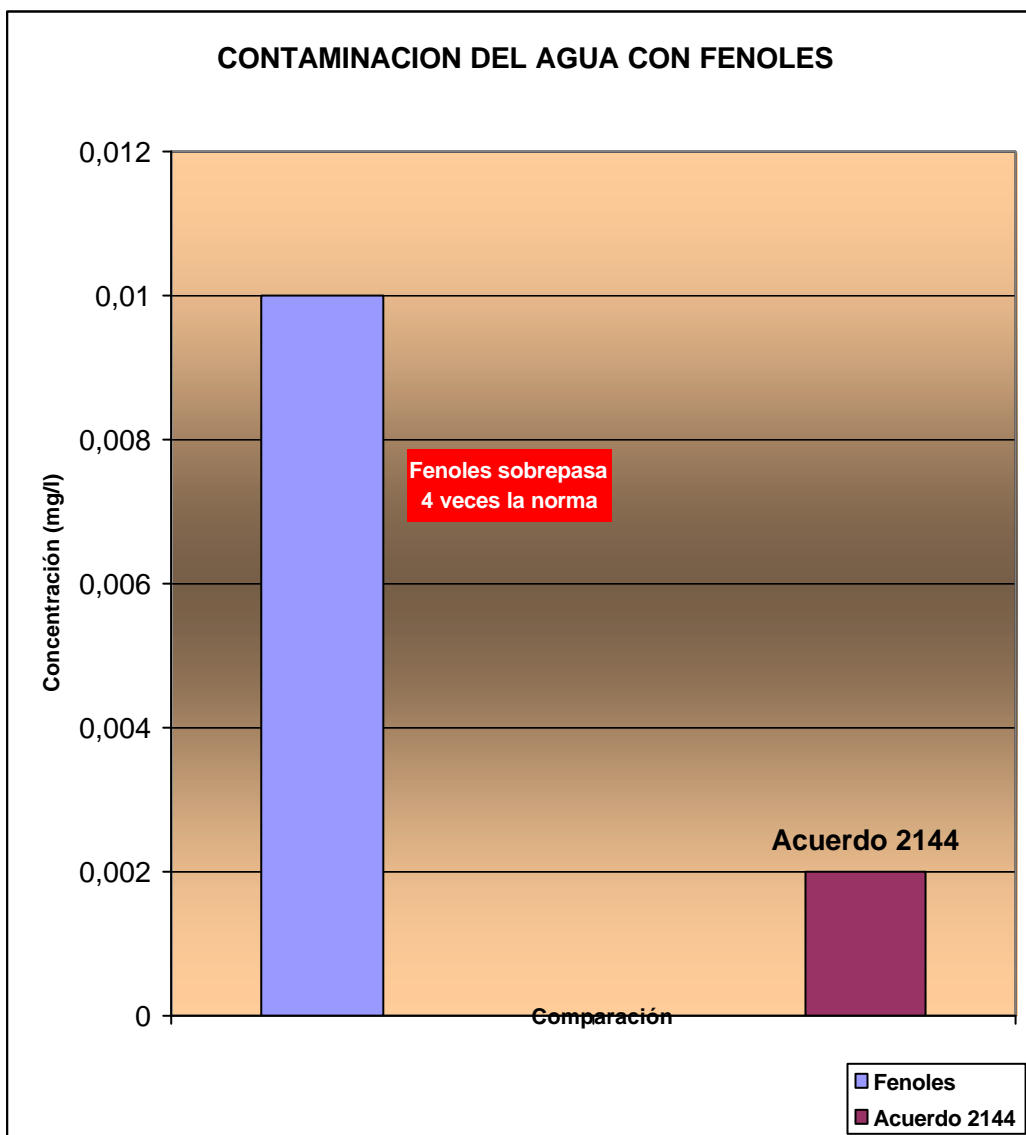
45. La concentración de Cadmio en la muestra que tomó TEXACO en 1996, supera la norma vigente en ese año, en 2 veces más (Gráfico 4). Esto denota que no se hizo una remediación del recurso agua contaminada, de conformidad con la legislación vigente en 1996.

Gráfico 4. Evidencia de contaminación con Cadmio del agua de la piscina 1, en relación a la legislación de 1996. Piscina aceptada como remediada.



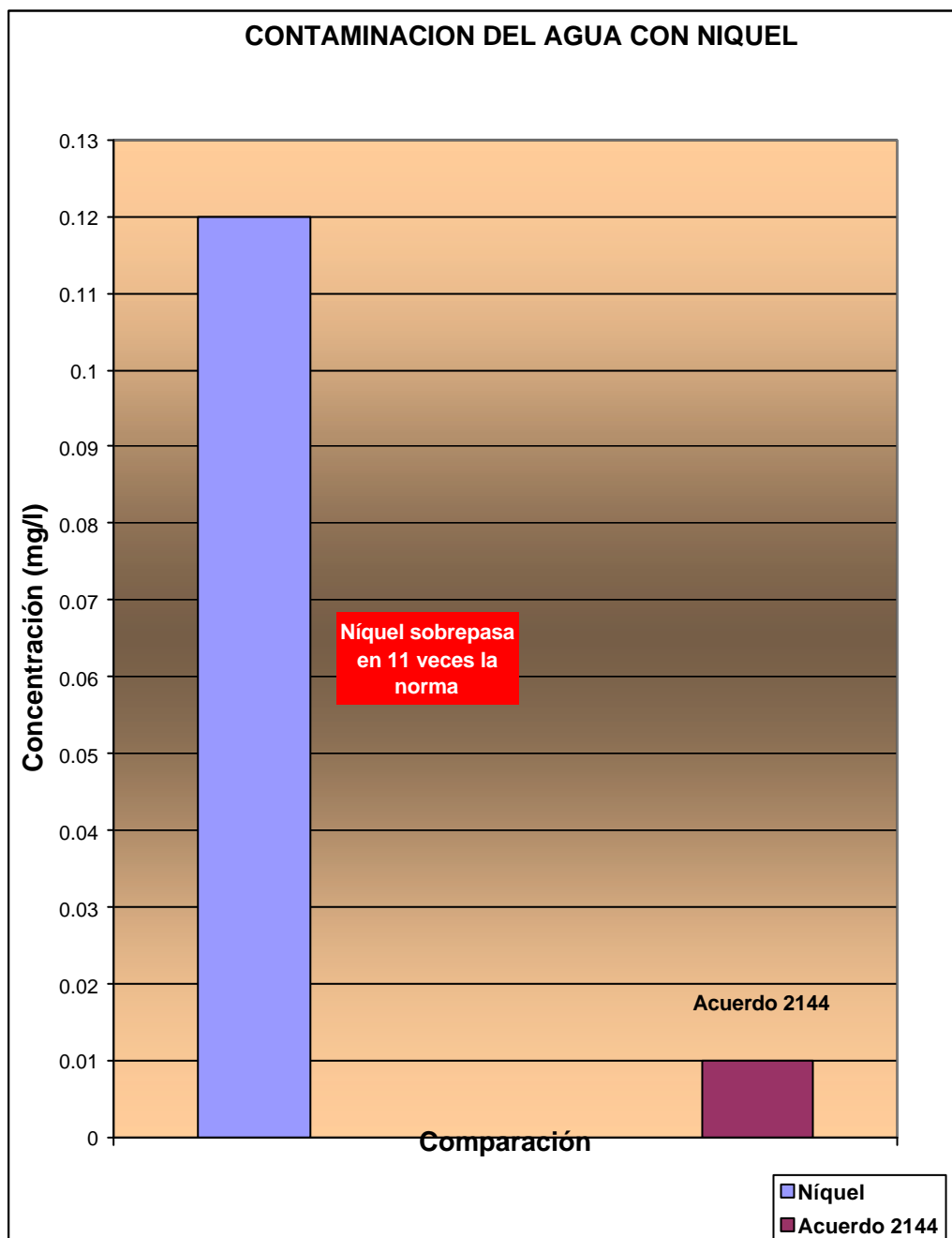
46. La concentración de Fenoles en la muestra que tomó TEXACO en 1996, supera la norma vigente en ese año, en 4 veces más (Gráfico 5). Esto evidencia que no se hizo una remediación del recurso agua contaminada de conformidad con la legislación de 1996.

Gráfico 5. Evidencia de contaminación con Fenoles del agua de la piscina 1, en relación a la legislación de 1996. Piscina aceptada como remediada.



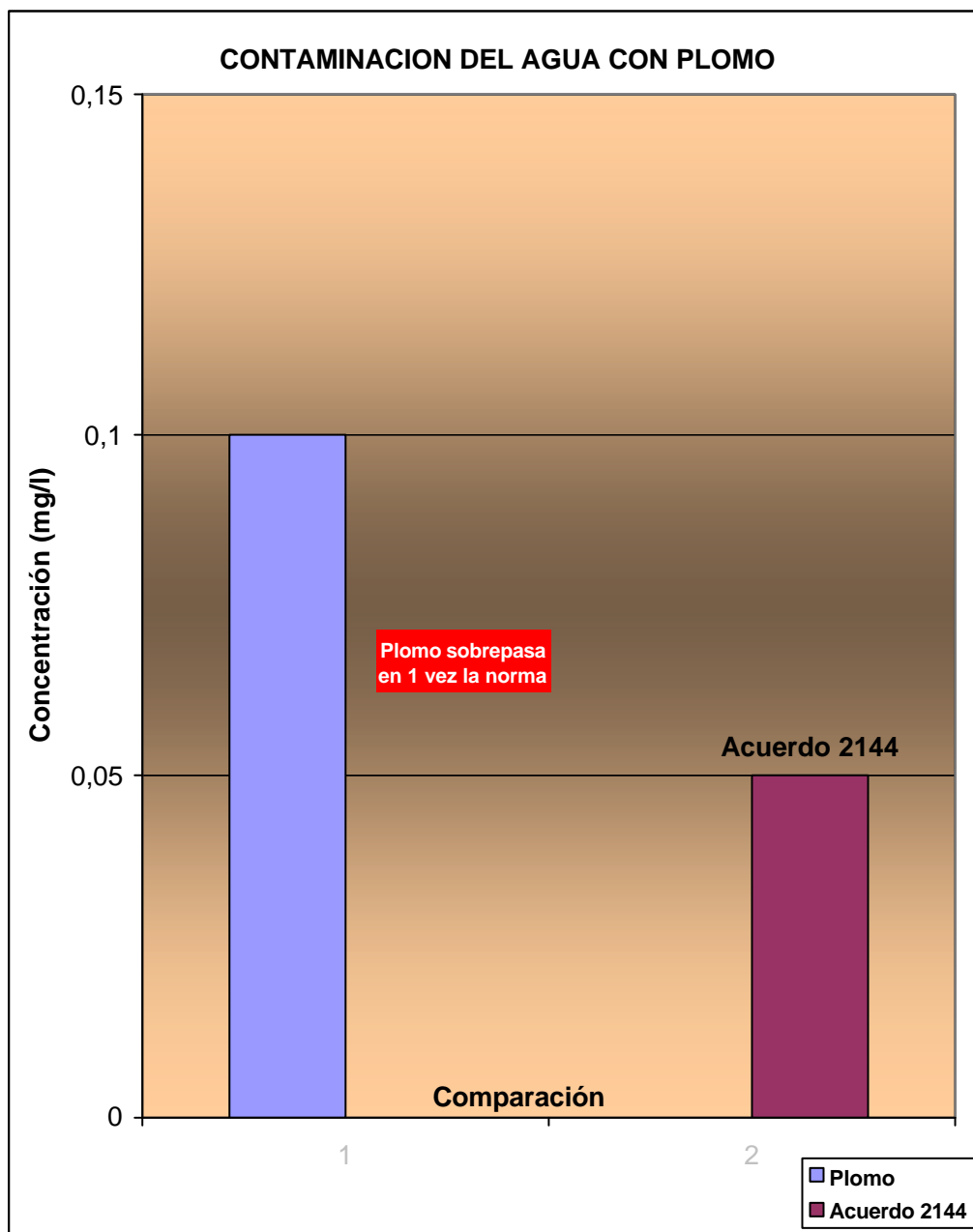
47. La concentración de Níquel en la muestra que tomó TEXACO en 1996, supera la norma vigente en ese año, en 11 veces más. (Gráfico 6). Esto evidencia que no se hizo una remediación del recurso agua contaminada de conformidad con la legislación de 1966.

Gráfico 6. Evidencia de contaminación con Níquel del agua de la piscina 1, en relación a la legislación de 1996. Piscina aceptada como remediada.



48. La concentración de Plomo en la muestra que tomó TEXACO en 1996, supera la norma vigente en ese año, en 1 vez más (Gráfico 7). Esto demuestra que no se hizo una remediación del recurso agua contaminada de conformidad con la legislación de 1996.

Gráfico 7. Evidencia de contaminación con Plomo del agua de la piscina 1, en relación a la legislación de 1996. Piscina aceptada como remediada.



49. TEXACO destaca en sus informes técnicos que el tratamiento que lo llaman "PECS", ha sido diseñado para "estabilizar" metales pesados y compuestos químicos orgánicos presentes en la piscina 1, argumentado que con esto evitaría la migración de estos tóxicos a través de las aguas freáticas. Sin embargo luego de este tratamiento aún quedan residuos tóxicos que sobrepasan la norma. Lo cual es confirmado por los análisis de laboratorio reportados por la CESAQ – PUCE (Anexo 2), y evaluados en los numerales 36, 37, 38, 39, 40 y 41 de este Informe.

50. El ensayo TCLP (procedimiento de extracción de tóxicos, siglas en Inglés TCLP) es utilizado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, para determinar si es que un desecho es o no es peligroso para la salud y el medio ambiente. El ensayo se aplica principalmente para determinar la toxicidad de desechos peligrosos que se depositan en rellenos sanitarios. Este ensayo no ha sido desarrollado para determinar la toxicidad del petróleo, ni tampoco para caracterizar el petróleo. De lo cual concluyo que: el ensayo es altamente inconsistente para garantizar que la piscina 1, está remediada; y es así como muestras que contienen ciertos contaminantes, como es el caso de los metales tóxicos encontrados en las muestras de suelo y agua de la piscina 1 del Pozo SACHA 10, pasan la prueba, ya que los metales pesados están fuertemente adheridos, a un material alcalino que neutraliza el ácido del medio, o que es fuertemente resistente a los ácidos.

1.4 NORMAS AMBIENTALES ECUATORIANAS

51. La República del Ecuador, es un país soberano, democrático, con una estructura orgánica judicial que se rige por un amplio sistema de leyes. Como Perito de un Juicio Verbal Sumario en Ecuador, estoy obligado a aplicar las normas y principios ambientales, Constitucionales, Convenios Internacionales, Leyes Orgánicas, Leyes Ordinarias, Distritales y demás normativa legal ambiental vigente para la prevención y control de la contaminación ambiental producida por las actividades hidrocarburíferas. Como profesional también debería hacer comparaciones y discusiones técnicas con estándares de otros países.

Estas son algunas de las normas ambientales vigentes relacionadas:

CONSTITUCION POLITICA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR

Registro Oficial No. 1 de Agosto 11 de 1998.

CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

Registro Oficial 746. Decreto 2556. Marzo 6 de 1995.

DECRETO 3516

Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente

Registro Oficial 728 de diciembre 19 del 2000.

DECRETO 1215

Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador.
Registro Oficial 265 de Febrero 13 del 2001.

ACUERDO MINISTERIAL 2144

Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo relativo al Recurso agua. Registro Oficial 204 de Junio 5 de 1989.

ACUERDO 14629

Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en lo referente al Recurso Suelo. Registro Oficial 989 de Julio 30 de 1992.

1.5 SELECCIÓN DE LAS NORMAS ESPECÍFICAS

52. Muchas normas ambientales ecuatorianas son más rigurosas y restrictivas que las de EE. UU. y de la Unión Europea por las razones que detallamos en esta sección. Para seleccionar las tablas específicas de las normas con las que debemos hacer comparaciones, es necesario considerar estos criterios:

- La evaluación de impactos ambientales se está haciendo en el Bosque Húmedo Amazónico, uno de los de mayor diversidad biológica en la tierra. Altamente sensible a los efectos de las actividades industriales del hombre.
- La diversidad biológica es importante para la evolución y para el mantenimiento de los sistemas necesarios para la vida de la biosfera. Su conservación es de interés común para toda la humanidad.
- Los sitios inspeccionados están habitados por nativos, colonos, animales domésticos y muchas especies silvestres. Aquí se desenvuelve una gran actividad agrícola y ganadera y varias funciones sociales.
- El alto nivel de pluviosidad (2000 a 4000 mm) acarrea miles de toneladas de partículas superficiales hacia los cursos hídricos. Las precipitaciones ejercen una gran fuerza sobre el subsuelo, haciendo que las capas freáticas estén en constante movimiento, que dispersa a las partículas presentes.
- Las áreas circundantes y de influencia de los pozos petroleros y de las estaciones, no son ¡**“Áreas de disposición final de químicos tóxicos”!** No debe autorizarse la excavación de las fosas de tierra, llamadas piscinas, así como nunca debe autorizarse la descarga de

aguas de formación, químicos de perforación, químicos para reacondicionamientos, crudo, etc.

- La Región Amazónica Ecuatoriana es muy importante para toda la humanidad por crear y mantener vida.
- Es de vital utilidad para la tierra porque provee diariamente millones de toneladas de oxígeno puro, a la vez que elimina millones de toneladas de CO₂.
- La Cuenca Alta del Amazonas está conformado por un inmenso sistema de riachuelos, pantanos, capas freáticas, ríos, lagunas, esteros, etc. Toda esta enorme masa de agua dulce es el hábitat de la mayor diversidad biológica en la tierra, pero también de miles de nativos y colonos, así como de animales domésticos y de la agricultura.

1.6 INCIDENTE EN LA INSPECCION JUDICIAL

53. El dos de Octubre del 2004, a las 10H00, en el sitio del pozo sachá 10, el señor Gino Bianchi Mosquera (Perito), me informó que había dos novedades.

En la parte sur del cabezal, en donde se encuentra la piscina 1 investigada, y junto a la calicata hecha por la CVX, el señor Bianchi encontró que había un segundo hoyo. Este último contenía crudo (ver Fotografías 6 y 7).

En esta situación, el señor Bianchi me indicó que él había consultado con su abogado y que va a tomar una muestra del segundo hoyo desconocido, para presentarlo como evidencia al juez. Por mi parte después de más de seis horas de gestiones, llevé hacia el sitio, al Secretario (Lic. Mario Valarezo) del Señor Fiscal del Cantón Sacha (Dr. Humberto Caicedo). El Secretario realizó la inspección visual de las alteraciones en el sitio. Con el Secretario también visitamos el sitio del pozo Sacha 51. En ambas visitas, estuvo presente el Dr. Enrique Carvajal. El señor Gino Bianchi no nos acompañó, debido a instrucciones de su seguridad.

54. En la fotografía 8 podemos darnos cuenta que el señor Gino Bianchi Mosquera, no ha dispuesto el taponamiento de la calicata. Hace lo mismo con todas las calicatas que perfora, en las Inspecciones, para tomar muestras de matrices altamente contaminadas.

Fotografía 8. Perforación de los Demandados



Fotografía 9. Perforación desconocida



2. RESULTADOS DE LA PISCINA 2 (FOSA DE TIERRA)

2.1 RESULTADOS DEL ESTUDIO GEOLÓGICO

55. La columna de perforación (Figura 6 y Tabla 9) reporta la presencia de material de relleno entre 0.00 metros y 0.95 metros de profundidad, compuesto de grava, arcillo limoso, bentonita, arcilla y residuos orgánicos (raíces). Entre 0.68-0.70 se evidenció que está intercalado un horizonte de bentonita, de color beige. El tramo arcillo limoso entre 0.95 metros y 1.75 metros de profundidad se interpreta como en el inicio de un suelo natural (in situ o fresco); se nota visualmente la contaminación de crudo en éste tramo (Figura 6). Entre 1.75 metros y 2.20 metros de profundidad nos encontramos con una capa de arena natural permeable, la misma que se presenta de un color verde en las muestras de suelo tomadas durante la perforación del hoyo (Tabla 9 y Figura 6). Además entre 1.85 metros y 2.00 metros de profundidad el tramo de arena está oxidado.

Por la evidencia de crudo entre 0.68 metros y 1.35 metros de profundidad, y por los residuos de petróleo presentes (puntuales) entre 1.85 metros y 2.00 metros de profundidad, se concluye que **estos suelos son permeables**. Es decir el crudo migró desde las capas superiores hasta las capas subyacentes, demostrándose así la permeabilidad de éstos suelos. (Figura 6).

La contaminación por petróleo es visible en los testigos de perforación en forma de vetillas, concreciones y películas finas, entre 0.50 metros y 2.00 metros de profundidad. (Figura 6 y Fotografías 10, 11, 12 Y 13). El petróleo presente en las muestras de suelo de la calicata SA10-SE2 está entre denso (pastoso) a semilíquido. En base a la interpretación geológica de la perforación SA10-SE2, se demuestra que no hay evidencias de materiales que hayan sido utilizados para impermeabilizar los suelos y las paredes de la piscina 2. El tramo de suelo muestreado se representa en color amarillo en el Registro de Perforación No. 2 (Tabla 9).

Figura 6. Columna estratigráfica de la piscina 2

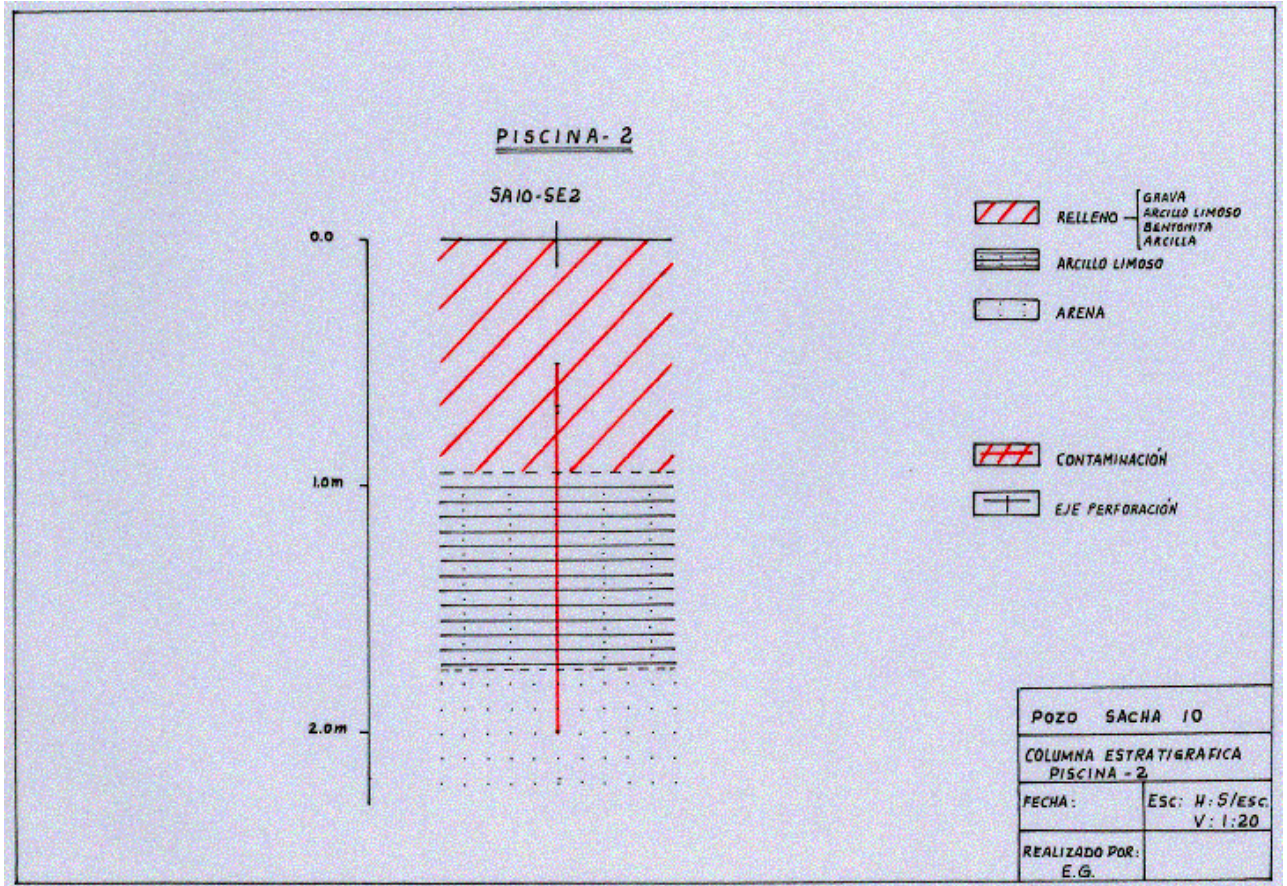


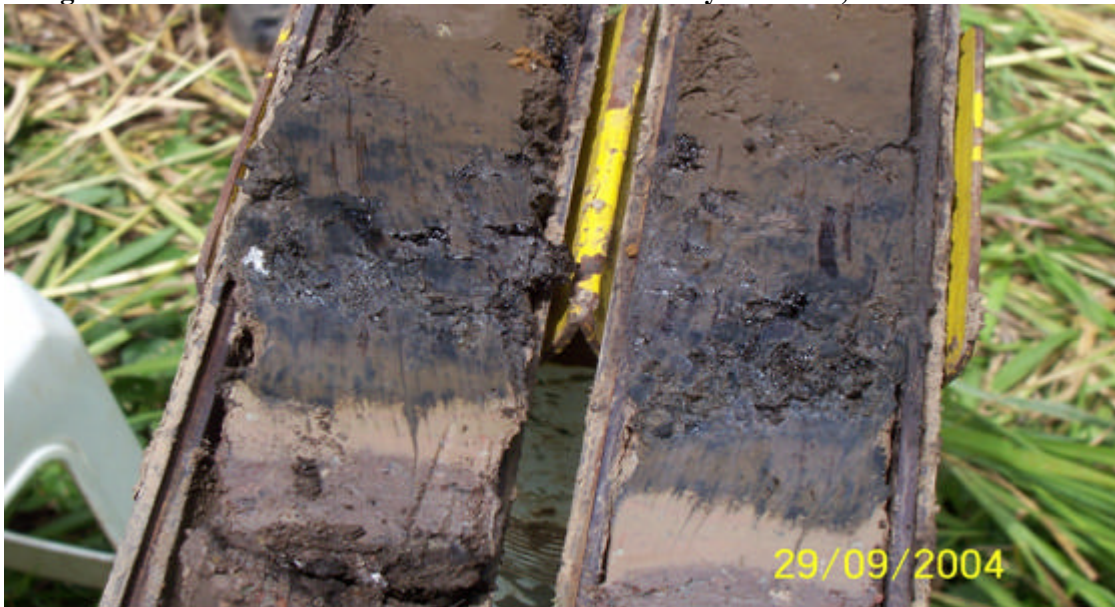
Tabla 9. Registro de perforación SA10-SE2, en piscina 2

2			CAMPO: SACHA		POZO: SACHA 10		TURNO: DIA	Avance: 2.20 m	Nivel agua: No hay agua					
Inicio: 29-09-04			PERFORACION: SA10-SE2				Rumbo: Sureste	Cota :						
Fin: 29-09-04			Coordenadas: Longitud : 76° 50' 50.671497" W					Equipo: Percusión.						
			Latitud: 0° 17' 40.556403" S											
<p>Simbología:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px; background-color: yellow;"></td> <td>Muestra suelo</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px; background-color: red;"></td> <td>Contaminación</td> </tr> </table>												Muestra suelo		Contaminación
	Muestra suelo													
	Contaminación													
Avance(m)	Golpes	Testigo (m)	MUESTRAS		Profund. (m)	Simbo logía	Litología	CRUDO VISIBLE	FONDO PISCINA	INFILTRACIÓN CRUDO				
			SUELO	AGUA										
					0.0		Grava suelta, maderas.							
0.0	14	0.85			0.50									
			SA10-SE1 0.50- 1.35m		0.68		Arcillo limoso, café, seco, plástico, con olor a petróleo.							
				0.70		Bentonita, beige, muy plástica.								
				0.95		Arcilla café, seca, plástica, puntos blancos, vetillas y concrec. Crudo con olor.								
1.35	60	0.85				Arcillo limoso, café rojizo, puntos blancos. Vetillas, nódulos, concreciones de petróleo.								
					1.75									
					1.85		Arena verdosa, grano medio, suelto, buena clasificación, residuo de petróleo en 1.85m.							
					2.00		Arena verdosa oxidada, grano medio, suelta, residuo petróleo en 2.00 m.							
					2.20		Arena verdosa, grano medio, suelto, poco húmeda.							
2.20					2.20									
Observaciones: Solamente se tomó 1 muestra de suelo.														
Supervisor: E. Galarza.														

Fotografía 10. SA10-SE2. Tramo contaminado con crudo, 0.50-1.35 metros



Fotografía 11. SA10-SE2. Tramo contaminado con crudo y bentonita, 0.50-1.35 metros



Fotografía 12. SA10-SE2. Tramo contaminado con crudo, 0.50-1.35 metros



Fotografía 13. SA10-SE2. Tramo arcillo-limoso, color café, contaminado con crudo, 1.35-2.20 metros.



56. No se evidenció presencia de agua durante la perforación SA10-SE2.

57. En la Tabla 10 se presenta el registro de muestra en la perforación SA10-S1.

Tabla 10. Registro de muestra SA10-SE2

CÓDIGO MUESTRA	TRAMO MUESTREO (m)	MUESTRA SUELO
SA10-SE2	0.50-1.35	Si

58. GEOLOGÍA LOCAL EN LA PISCINA 2. INTERPRETACIÓN DE LOS SUELOS PERMEABLES. El sitio donde se realizó la perforación de la calicata, mediante el uso del taladro de impacto ó percusión, demuestra que es una zona de relleno, ya que se evidenció, durante la interpretación de las muestras de suelo (testigos de perforación), una distribución diferente a la distribución natural de los suelos (estratigrafía del suelo) y además se notó algunas fisuras entre las arcillas y limos que permitieron la migración del hidrocarburo en el subsuelo tanto en forma vertical como horizontal, lo cual fue observado in situ. La contaminación de petróleo en profundidad se observa en la columna estratigráfica de la piscina 2 (Figura 6). Debido a la textura observada en la perforación, tanto de la arcilla limosa, y arena (permeable), se concluye que estos suelos son permeables, por lo que la variación del nivel freático dependerá de la estación climática en la que se encuentre, es decir en verano baja hasta capas poco profundas y en invierno sube cerca de la superficie. Paralelamente el agua y el petróleo presentes migraron a través de estas capas permeables tanto en profundidad como a los costados (dispersión horizontal). Por otro lado, en base a la carta topográfica (Figura 1) emitida por el IGM (Instituto Geográfico Militar), la Joya de los Sachas en escala 1:50.000 se evidencia que los ríos en ésta región tienen dirección Sur-este por lo que se infiere que la dirección del nivel freático va al Sur-este. (Figura 6).

59. INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE SUPERFICIE Y DEL RELLENO DE SUELOS CONTAMINADOS EN LA PISCINA 2 En base a los resultados de la perforación del hoyo SA10-SE2, se evidencia que la capa de relleno (grava, arcilloso limoso, bentonita, arcilla y residuos orgánicos), está entre 0.0 metros a 0.95 metros de profundidad, dando una capa contaminada por crudo de 0.95 metros de espesor. (Figura 6). En cuanto a la contaminación por petróleo, visible en las muestras de suelos (testigos de perforación), se evidencia ésta en la perforación SA10-SE2 entre 0.50 metros y 2.00 metros de profundidad, dando un horizonte de contaminación por crudo de 1.50 metros de espesor (Figura 6). El petróleo evidente en las muestras de suelos, está en forma de vetillas, concreciones, finas películas, y en algunos tramos las muestras de suelos evidenciaron saturación por petróleo. La característica física del petróleo

presente en las muestras de suelos (testigos de perforación) está entre líquido y pastoso (semilíquido).

60. INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA Y DE CONTAMINACIÓN DE LAS MUESTRA DE SUELO EN LA PISCINA 2. En base a la calicata SA10-SE2 que se encuentra ubicada al Sur-este del cabezal, se determinó que entre 0.95 metros y 1.75 metros de profundidad tenemos una capa arcillo limosa. Según la interpretación geológica se concreta que estamos al inicio de un suelo in situ ó fresco, pero aún en éste horizonte de suelo se evidenció la contaminación por petróleo (Figura 6). Entre 1.75 metros y 2.20 metros de profundidad encontramos la presencia de una capa de arena natural o in situ, contaminada de residuos de petróleo y de un color verdoso. Entre 1.85 metros y 2.00 metros de profundidad la arena presenta puntos (trazas) de oxidación. (Figura 6). No se evidenció presencia de agua durante la perforación.

61. INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA, DIMENSIONES Y VOLUMEN DE SUELOS CONTAMINADOS EN LA PISCINA 2. De conformidad con los datos del reporte general, en el Pozo SACHA 10 existe contaminación e impacto ambiental al recurso suelo, tanto por el tipo de productos tóxicos que utilizó TEXACO en las operaciones de perforación y reacondicionamientos, así como por el inadecuado manejo de desechos químicos y residuos de petróleo, que se depositaba en ésta área. Esto permitió que se produzca una infiltración de los desechos contaminados en el subsuelo y los lados de la piscina (Figura 6). Durante la perforación no se evidenció residuos de material que hayan sido utilizados para impermeabilizar el fondo y las paredes de éstos suelos.

Los desbordamientos de los fluidos (crudo, agua de formación, químicos tóxicos) deben haber sido constantes debido a la alta precipitación de la región. Lo cual llevó contaminación a decenas de kilómetros de aguas superficiales.

El volumen estimado de suelos contaminados con tóxicos que requieren ser remediados, en la piscina 2, asciende a **1100 m³** (metros cúbicos), sin considerar todavía el suelo y agua impactados por la dispersión tóxica.

En base a la fotografía aérea emitida por el IGM (Instituto Geográfico Militar, foto 47895, Rollo 228, fecha 20 de Julio de 1986), se puede deducir que la piscina 2 está abierta en 1986. También se aprecia en esta fotografía la presencia de un canal antiguo que servía de conexión entre la piscina 2 y la piscina 1, es decir, se aprovechó éste canal (con pendiente negativa) para descargar los residuos tóxicos (desechos de químicos, lodos de perforación, agua de formación y petróleo) que venían desde la piscina 2 hasta la piscina 1 (Fotografía 7).

62. INTERPRETACIÓN DE SUELOS EN LA PISCINA 2. En base a la interpretación geotécnica de la perforación del hoyo SA10-SE2, se concluye que los suelos presentes en ésta piscina se clasifican como blandos a compactos, es decir vamos desde suelos arcillo limoso, arcilla, hasta llegar a la capa de arena la misma que es compacta en estado natural o in situ . (Tabla 11).

Tabla 11. Interpretación de los suelos en la calicata SA10-SE2

0.50-1.35m	14 golpes	Suelo, blando.
1.35-2.20m	60 golpes	Suelo, compacto .

63. COBERTURA Y CONTAMINACIÓN DE SUELOS SUPERFICIALES EN LA PISCINA 2. En base a la interpretación geológica de la perforación SA10-SE2 se evidencia que la piscina 2 está cubierta por un paquete de grava de 50 centímetros de espesor. Sobre y alrededor de la piscina 2, se observa solamente potreros (pasto alemán) y 27 metros al Este del cabezal existe una hilera de árboles de Teca. No se encontró sobre la superficie de la piscina contaminación por petróleo ni residuos de asfalto.

64. AREA DE INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES PETROLERAS. En base a la Interpretación geológica de la perforación del hoyo SA10-SE2 en la piscina 2, se interpreta que los suelos **son permeables**. Aproximadamente a 20 metros al Este de la piscina se encuentra un riachuelo que es tributario (agua que descarga a una cuenca hídrica principal) del río Quince (Figura 3).

65. El vector de la capa freática es variable y se deduce que la dirección esté siguiendo la topografía del terreno . En base a los rasgos topográficos y a los resultados de la calicata SA10-SE2 se estima una dirección relativa del nivel freático hacia el Sur-este. En la Carta Topográfica La Joya de los Sachas en escala 1:50.000 (Figura 1), elaborada por el Instituto Geográfico Militar, se observa que la dirección regional en que se mueven los ríos es Sur-este, por lo que se puede deducir que la dirección freática sigue la topografía del terreno, ya que se observa una pendiente relativa en dirección similar al movimiento de los ríos.

2.2 INCIDENTE EN LA INSPECCION JUDICIAL

66. El dos de Octubre del 2004, a las 10H00, en el sitio del pozo Sacha 10, el señor Gino Bianchi Mosquera (Perito), me informó que habían dos novedades. El hoyo perforado por nosotros en la parte Este del cabezal el día miércoles 29/09/04, quedó debidamente tapado (Fotografía 14), pero el señor Bianchi observó que este había sido nuevamente descubierto y los materiales removidos (Fotografía 15). Después de más de seis horas de gestiones, llevamos hacia el

sitio, al Secretario (Lic. Mario Valarezo) del Señor Fiscal del Cantón Sacha (Dr. Humberto Caicedo). El Secretario realizó la inspección visual de las alteraciones en el sitio.

Fotografía 14. Cubierta del hoyo en piscina 2



Fotografía 15. Forma dejada por desconocidos



IMPACTOS EN LA SALUD

IMPACTOS EN LA SALUD

67. BARIO

(BARIUM)

CAS # 7440-39-3

División de Toxicología ToxFAQs™

Septiembre 1995

La concentración del **Bario en el agua de la piscina 1** es 6.5 mg/l y excede en 6 veces el límite establecido por el Reglamento 3516.

¿Qué es el bario?

El bario es un metal de color blanco plateado que se encuentra en la naturaleza. Se encuentra combinado con otras sustancias químicas tales como azufre, carbono y oxígeno. Estas combinaciones se llaman compuestos de bario. Los compuestos de bario también pueden producirse en forma industrial.

Los compuestos de bario son usados por las industrias del petróleo y del gas natural para fabricar taladros especiales. Estos materiales facilitan la perforación a través de rocas ya que mantienen la barrena del taladro lubricada. También se usan para hacer pinturas, ladrillos, baldosas, vidrios y caucho.

Un compuesto de bario (el sulfato de bario) se usa en ciertos exámenes médicos y para tomar rayos-X del estómago.

¿Qué le sucede al bario cuando entra al medio ambiente?

- El bario entra al aire durante la extracción, purificación y producción de compuestos de bario, y al quemar carbón y petróleo.
- Algunos compuestos de bario se disuelven fácilmente en el agua y se encuentran en lagos, ríos y arroyos. También se encuentran bajos niveles de bario en la mayoría de los suelos y en los alimentos.
- Los peces y organismos acuáticos acumulan bario.

¿Cómo podría yo estar expuesto a bario?

- Respirando aire, tomando agua y comiendo alimentos que contienen muy bajos niveles de bario.
- Respirando aire con niveles más altos de bario si trabaja en industrias que producen o usan compuestos de bario.
- Tomando agua proveniente de fuentes naturales de bario que contiene altos niveles de bario.
- Respirando aire cerca de plantas que minan o procesan bario.

¿Cómo puede afectar mi salud el bario?

Los efectos de los diferentes compuestos de bario sobre la salud dependen de la solubilidad del compuesto en agua. Los compuestos de bario que no son

solubles en agua generalmente son menos dañinos y se usan a menudo en medicina.

Aquellos compuestos de bario que se disuelven fácilmente en agua pueden causar efectos adversos en seres humanos. Ingerir altos niveles de compuestos de bario solubles en agua por un tiempo breve ha producido:

- Dificultad para respirar
- Aumento de la presión sanguínea
- Alteraciones en el ritmo del corazón
- Irritación del estómago
- Edema cerebral
- Debilidad muscular
- Daño del hígado, riñón, corazón y el bazo

No sabemos que efectos puede producir la ingestión prolongada de bajos niveles de bario en seres humanos. En los estudios en animales que ingirieron bario por largo tiempo se observaron un aumento de la presión sanguínea y alteraciones en el corazón. Los efectos de respirar o de tocar bario no se conocen.

¿Qué posibilidades hay de que el bario produzca cáncer?

Ni el Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS), ni la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ni la EPA han clasificado al bario en cuanto a carcinogenicidad en seres humanos.

El bario no ha sido clasificado debido a que no hay estudios en seres humanos y los dos estudios disponibles en animales no fueron adecuados para determinar si el bario produce cáncer.

¿Hay algún examen médico que demuestre que he estado expuesto al bario?

No hay ningún examen de rutina para determinar si usted ha estado expuesto al bario. Sin embargo, los doctores pueden medir bario en la sangre, los huesos, la orina y las heces por medio del uso de instrumentos muy sofisticados.

Debido a la complejidad de los exámenes, estos se llevan a cabo solamente en casos de envenenamientos graves con bario y en investigación clínica.

¿Qué recomendaciones ha hecho el gobierno de los EE.UU. para proteger la salud pública?

La EPA permite una concentración de 2 partes de bario por millón de partes de agua potable (2 ppm). La EPA requiere que se le notifique en casos de descargas o derrames al medio ambiente de 10 libras de cianuro de bario o más.

La Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA), el Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH) y la Conferencia

Americana de Sanitarios Industriales de Gobierno (ACGIH) han establecido un límite de concentración máximo en el trabajo de 0.5 miligramos de compuestos solubles de bario por cada metro cúbico de aire (0.5 mg/m³) durante una jornada de 8 horas diarias, 40 horas semanales.

El límite de exposición a polvo de sulfato de bario en el aire establecido por OSHA es de 5 a 15 miligramos de bario por metro cúbico de aire (5-15 mg/m³).

Actualmente NIOSH recomienda que un nivel de 50 mg/m³ sea considerado como inmediatamente peligroso a la vida y la salud. Este nivel de exposición es probable que cause problemas de salud permanentes o que cause la muerte.

Definiciones

Carcinogenicidad: Propiedad de producir cáncer.

Corto tiempo: Que dura 14 días o menos.

Ingerir: Comer alimentos o tomar agua.

Largo tiempo: Que dura 1 año o más.

Miligramo (mg): La milésima parte de 1 gramo.

ppm: Partes por millón.

Soluble: Que se disuelve bien en líquidos.

Referencias

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). 1992. Reseña Toxicológica del Bario (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública.

68. CADMIO

(CADMIUM)

CAS # 7440-43-9

División de Toxicología ToxFAQs™

Junio 1999

La concentración del **Cadmio en el agua de la piscina 1** es <0.001 mg/l.

¿Qué es el cadmio?

El cadmio es una sustancia natural en la corteza terrestre. Generalmente se encuentra como mineral combinado con otras sustancias tales como oxígeno (óxido de cadmio), cloro (cloruro de cadmio), o azufre (sulfato de cadmio, sulfuro de cadmio).

Todo tipo de terrenos y rocas, incluso minerales de carbón y abonos minerales, contienen algo de cadmio. La mayor parte del cadmio que se usa en los Estados Unidos es extraído durante la producción de otros metales como zinc, plomo y cobre. El cadmio no se oxida fácilmente, y tiene muchos usos incluyendo baterías, pigmentos, revestimientos para metales, y plásticos.

¿Qué le sucede al cadmio cuando entra al medio ambiente?

El cadmio entra al aire de fuentes como la minería, industria, y al quemar carbón y desechos domésticos.

- En el aire, partículas de cadmio pueden viajar largas distancias antes de depositarse en el suelo o en el agua.
- El cadmio entra al agua y al suelo de vertederos y de derrames o escapes en sitios de desechos peligrosos.
- Se adhiere fuertemente a partículas en la tierra.
- Parte del cadmio se disuelve en el agua.
- No se degrada en el medio ambiente, pero puede cambiar de forma.
- Las plantas, peces y otros animales incorporan cadmio del medio ambiente.
- El cadmio permanece en el organismo por largo tiempo y puede acumularse después de años de exposición a bajos niveles.

¿Cómo podría yo estar expuesto al cadmio?

- Al respirar aire contaminado en el trabajo (fábrica de baterías, soldadura de metales).
- Al ingerir alimentos que contienen cadmio; todo alimento tiene cadmio en bajos niveles (los niveles más altos se encuentran en mariscos, hígado y riñones).
- Al respirar humo de cigarrillos (duplica la ingesta diaria de cadmio).
- Al tomar agua contaminada.
- Al respirar aire contaminado cerca de donde se queman combustibles fósiles o desechos municipales.

¿Cómo puede afectar mi salud el cadmio?

Respirar altos niveles de cadmio produce graves lesiones en los pulmones y puede producir la muerte. Ingerir alimentos o tomar agua con niveles de cadmio muy elevados produce seria irritación al estómago e induce vómitos y diarrea.

El cadmio puede acumularse en los riñones a raíz de exposición por largo tiempo a bajos niveles de cadmio en el aire, los alimentos o el agua; esta acumulación puede producir enfermedades renales.

Lesiones en los pulmones y fragilidad de los huesos son otros efectos posibles causados por exposición de larga duración. En animales a los que se les dio cadmio en la comida o en el agua se observaron aumento de la presión sanguínea, déficit de hierro en la sangre, enfermedades al hígado y lesiones en los nervios y el cerebro.

No sabemos si estos efectos ocurren en seres humanos expuestos a cadmio a través de los alimentos o del agua. Contacto de la piel con cadmio no parece constituir un riesgo para la salud ya sea en animales o seres humanos.

El Cadmio ocasiona náusea, vómito, dolores abdominales, diarrea, enfermedades renales (Kido T, Nogawa R, Tsuritani I, Ishizaki M, Yamada Y, Nakagawa H. The association Between renal dysfunction and osteopenia in environmental cadmium-exposed subjects. Environmental research 1990; 51 (1):71-82); Cáncer de pulmón, próstata (Sorna T, Lancashire RJ. Lung cancer mortality in a cohort of workers employed at a cadmium recovery plant in the United States: an análisis with detailed job histories. Occupational and Environmental Medicine 1997; 54 (3):194-201.- Waalkes MP, Rehm S. Cadmium and prostate cancer. Journal of Toxicology and Environmental Health 1994; 43 (3):251-26) y disminución de la Esperanza de Vida (Nakagawa H, Tabata M, Morikawa Y, Senma M, Kitagawa Y, Kawano S, Kido T. High mortality and shortened life-span in patients with itai-itai disease and subjects with suspected disease. Archives of Environmental Health 1990; 45(5):283-287).

¿Qué posibilidades hay de que cadmio produzca cáncer?

El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) ha determinado que es razonable predecir que el cadmio y los compuestos de cadmio son carcinogénicos.

¿Cómo puede el cadmio afectar a los niños?

En niños, los efectos sobre la salud se supone que serán similares que en adultos (daño a los riñones, los pulmones y el intestino).

No sabemos si el cadmio causa defectos de nacimiento en seres humanos. El cadmio no pasa fácilmente de la mujer preñada al feto, pero una cierta porción puede cruzar la placenta. También puede encontrarse en la leche materna. En crías de animales expuestos a altos niveles de cadmio durante la preñez se observaron cambios de comportamiento y en la capacidad de aprendizaje. El cadmio también puede afectar el peso de nacimiento y el esqueleto de animales en desarrollo.

Estudios en animales indican que más cadmio se absorbe en el organismo si la dieta es baja en calcio, proteínas o hierro o es de alto contenido graso. Unos pocos estudios han demostrado que animales jóvenes absorben más cadmio y son más propensos a perder tejido óseo y solidez en los huesos que los adultos.

¿Cómo pueden las familias reducir el riesgo de exposición al cadmio?

En el hogar, guarde sustancias que contienen cadmio en forma segura, y mantenga baterías de níquel-cadmio fuera del alcance de los niños. Si usted trabaja con cadmio, tome todas las precauciones necesarias para evitar acarrear polvo que contenga cadmio de su trabajo al hogar en su ropa, piel, pelo o herramientas.

Una dieta equilibrada puede reducir la cantidad de cadmio de alimentos y bebidas absorbida por el organismo.

¿Hay algún examen médico que demuestre que he estado expuesto a cadmio?

Hay exámenes disponibles en ciertos laboratorios clínicos que miden la cantidad de cadmio en la sangre, la orina, el pelo o las uñas. Los niveles en la sangre indican exposición reciente a cadmio; por su parte, los niveles en la orina indican tanto exposición reciente como pasada. Los exámenes de orina pueden detectar daño a los riñones. No se sabe si los exámenes para medir cadmio en el pelo o en las uñas son confiables o no.

¿Qué recomendaciones ha hecho el gobierno de los EE.UU. para proteger la salud pública?

La EPA ha establecido un límite de 5 partes de cadmio por cada billón de partes de agua potable (5 ppb).

La EPA no permite la presencia de cadmio en insecticidas.

La Administración de Alimentos y Drogas (FDA) restringe la cantidad de cadmio en colorantes para alimentos a 15 partes de cadmio por cada millón de partes de colorante (15 ppm).

La Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) limita la cantidad de cadmio en el aire del trabajo a 100 microgramos por metro cúbico (100 ug/m³) en la forma de vapores de cadmio y a 200 ug de cadmio/m³ para polvos de cadmio

Referencias

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (en inglés). (ATSDR). 1999. Reseña Toxicológica del Cadmio. Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública.

69. COBRE

(COPPER)

CAS # 7440-50-8

División de Toxicología ToxFAQs™

Septiembre 2002

La concentración del **Cobre en el agua de la piscina 1** es <0.5 mg/l.

¿Qué es el cobre?

El cobre es un metal rojizo que ocurre naturalmente en rocas, el suelo, el agua y el aire. El cobre también ocurre naturalmente en plantas y animales.

El cobre metálico puede ser fácilmente moldeado o forjado. Se puede encontrar cobre metálico en la moneda de 1 centavo de los EE.UU., en alambres y cables eléctricos y en algunas cañerías de agua. El cobre metálico también se

encuentra en mezclas (llamadas aleaciones) con otros metales tales como latón y bronce. El cobre también se encuentra como parte de otros compuestos formando sales. Las sales de cobre ocurren naturalmente, pero también son manufacturadas. La sal de cobre más común es el sulfato de cobre. La mayoría de los compuestos de cobre son de color azul-verde. Los compuestos de cobre son usados comúnmente en la agricultura para tratar enfermedades de las plantas, como el moho, para tratar agua, y como preservativos para alimentos, cueros y telas.

¿Qué le sucede al cobre cuando entra al medio ambiente?

- El cobre puede entrar al ambiente desde minas de cobre y de otros metales y desde fábricas que manufacturan o usan cobre metálico o compuestos de cobre.
- También puede entrar al ambiente a través de aguas residuales domésticas, la combustión de combustibles fósiles y desechos, la producción de madera, la producción de abonos de fosfato, y de fuentes naturales (por ejemplo, por polvo del suelo esparcido por el viento, volcanes, vegetación en descomposición, incendios forestales y del rocío de agua de mar).
- El cobre en el suelo se adhiere firmemente a materia orgánica y a minerales.
- El cobre que se disuelve en agua se une rápidamente a partículas suspendidas en el agua.
- El cobre generalmente no entra al agua subterránea.
- El cobre que es transportado por partículas emitidas por fundiciones y plantas que procesan minerales regresa al suelo por la gravedad o por la lluvia o nieve.
- El cobre no se degrada en el medio ambiente.

¿Cómo podría yo estar expuesto al cobre?

- Respirando aire, tomando agua, comiendo alimentos, y por contacto de la piel con polvo, agua, u otras sustancias que contienen cobre.
- Las plantas y animales pueden incorporar cierta cantidad de cobre del ambiente.
- Una exposición más alta puede ocurrir si el agua en su hogar es corrosiva y usted tiene cañerías de cobre y llaves del agua hechas de bronce.
- Usted puede estar expuesto a cantidades de cobre más elevadas si toma agua o nada en lagos o en albercas tratadas recientemente con cobre para controlar algas o recibe agua de refrigeración de una planta de energía que puede tener altas cantidades de cobre disuelto.
- Usando ciertos productos para el jardín (por ejemplo, fungicidas) para controlar enfermedades de las plantas.
- Vivir cerca de facilidades que producen latón o bronce puede exponerlo a niveles de cobre en el suelo más altos.
- Usted puede respirar polvo que contiene cobre o tener contacto de la piel con cobre si trabaja en la industria de minería de cobre o procesando el mineral. Usted puede respirar altos niveles si pulveriza cobre o usa cobre metálico para soldar.

¿Cómo puede afectar mi salud el cobre?

El cobre es esencial para mantener buena salud, pero altas cantidades pueden ser dañinas. La exposición prolongada a polvo de cobre puede irritar la nariz, la boca y los ojos, y producir dolores de cabeza, mareo, náusea y diarrea.

Tomar agua con niveles de cobre mayores que lo normal puede causar vómitos, diarrea, calambres estomacales y náusea. La ingestión de altos niveles de cobre puede producir daño al hígado y al riñón y puede aun causar la muerte.

¿Qué posibilidades hay de que el cobre produzca cáncer?

No sabemos si el cobre puede producir cáncer en seres humanos. La EPA ha determinado que el cobre no es clasificable en cuanto a su carcinogenicidad.

¿Cómo puede el cobre afectar a los niños?

La exposición a altos niveles de cobre producirá el mismo tipo de efectos en niños que en adultos. Los estudios en animales sugieren que los niños jóvenes pueden experimentar efectos más serios que los adultos; no sabemos si esto también es verdad en seres humanos. Hay un porcentaje muy pequeño de niños que son excepcionalmente sensibles al cobre.

No sabemos si el cobre puede causar defectos de nacimiento u otros efectos sobre el desarrollo en seres humanos. Los estudios en animales sugieren que la ingestión de altos niveles de cobre puede producir una disminución del crecimiento del feto.

¿Cómo pueden las familias reducir el riesgo de exposición al cobre?

- La manera más probable de exponerse al cobre es a través del agua potable, especialmente el agua que se saca en primera instancia en la mañana después de haber estado en las cañerías de cobre y llaves de bronce toda la noche.
- Para reducir la exposición deje correr el agua por lo menos 15- 20 segundos antes de usarla.
- Si usted está expuesto al cobre en el trabajo, puede llevar cobre a su hogar en su piel, ropa o herramientas. Usted puede evitar esto duchándose, y cambiándose de ropa antes de abandonar el trabajo. Su ropa de trabajo debe mantenerse separada de otra ropa y ser lavada separadamente.

¿Hay algún examen médico que demuestre que he estado expuesto al cobre?

El cobre se encuentra normalmente en todos los tejidos del cuerpo, la sangre, la orina, las heces, el cabello y las uñas.

Altos niveles de cobre en estas muestras pueden demostrar que usted estuvo expuesto a niveles de cobre mayores que lo normal. Los exámenes para medir los niveles de cobre en el cuerpo no están disponibles rutinariamente en el

consultorio del doctor porque requieren equipo especial. Estos exámenes no pueden decir a cuanto se expuso o si sufrirá efectos adversos.

¿Qué recomendaciones ha hecho el gobierno de los EE.UU. para proteger la salud pública?

La EPA ha determinado que el agua potable no debe contener más de 1.3 miligramos de cobre por litro de agua (1.3 mg/L).

La Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) ha establecido un límite para vapores de cobre en el aire de 0.1 miligramos por metro cúbico (0.1 mg/m³) y 1 mg/m³ para polvos de cobre y aerosoles de cobre soluble en el aire del trabajo durante una jornada de 8 horas diarias, 40 horas semanales.

El Consejo para Alimentos y Nutrición del Instituto de Medicina recomienda cantidades diarias (RDAs) de 340 microgramos (340 mg) de cobre para niños de 1-3 años, 440 mg/día para niños de 4-8 años, 700 mg/día para niños de 9-13 años, 890 mg/día para niños de 14-18 años y 900 mg/día para adultos.

Referencias

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). 2002. Reseña Toxicológica del Cobre (versión para comentario público) (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública.

70. PLOMO

(LEAD)

CAS # 7439-92-1

División de Toxicología ToxFAQs™

Junio 1999

La concentración del **Plomo en el agua de la piscina 1** es 13.3 mg/l y excede en 265 veces el límite establecido por el Reglamento 3516.

¿Qué es el plomo?

El plomo es un metal gris azulado que ocurre en forma natural en pequeñas cantidades en la corteza terrestre. No tiene olor ni sabor especial. El plomo se encuentra ampliamente distribuido en el medio ambiente. La mayor parte proviene de actividades como la minería, la producción de materiales industriales y de quemar combustibles fósiles.

El plomo tiene muchos usos diferentes. Se usa en la fabricación de baterías, municiones, productos metálicos (soldaduras y cañerías) y en dispositivos para evitar irradiación con rayos X.

Debido a inquietudes sobre salud pública, en años recién pasados se ha reducido en forma dramática la cantidad de plomo en gasolina, pinturas y cerámicas y en materiales para calafatear y soldar.

¿Qué le sucede al plomo cuando entra al medio ambiente?

- El plomo no se degrada, sin embargo compuestos de plomo son transformados por la luz solar, el aire y el agua.
- Cuando se libera al aire, puede ser transportado largas distancias antes de sedimentar en el suelo.
- Una vez que cae a la tierra, generalmente se adhiere a partículas en el suelo.
- El movimiento del plomo desde el suelo a aguas subterráneas dependerá del tipo de compuesto de plomo y de las características del suelo.
- La mayor parte del plomo en suelos del interior de zonas urbanas se origina de casas viejas pintadas con pinturas con plomo.

¿Cómo podría yo estar expuesto al plomo?

- Comiendo alimentos o tomando agua que contienen plomo.
- Pasando tiempo en áreas donde se han usado pinturas con base de plomo y que están deteriorándose.
- Trabajando en ocupaciones en las que se usa el plomo.
- Usando productos para la salud o remedios caseros que contienen plomo.
- Practicando ciertas aficiones en las que se usa plomo (por ejemplo, confeccionar vidrios de colores).

¿Cómo puede afectar mi salud el plomo?

El plomo puede afectar a casi todos los órganos y sistemas en su organismo. El más sensible es el sistema nervioso, especialmente en los niños. También daña a los riñones y al sistema reproductivo. Los efectos son los mismos ya sea al respirar o ingerir plomo.

En altos niveles, el plomo puede disminuir el tiempo de reacción, puede causar debilitamiento de los dedos, muñecas, o tobillos y posiblemente afectar la memoria. El plomo puede producir anemia, un trastorno de la sangre. También puede dañar al sistema reproductivo masculino. La conexión entre estos efectos y la exposición a bajos niveles de plomo es incierta.

El plomo puede causar anemia (Bradman A, Eskenazi B, Sutton P, Athanasoulis M, Goldman LR. Iron deficiency associated with higher blood lead in Children living in contaminated environments. *Environmental Health perspectives* 2001; 109(10):1079,1084); alteraciones neurológicas (Counter SA, Buchanan LH. Neuro-Toxicity in andean adults with chronic lead and noise exposure. *Journal of Occupational and medicine environmental health* 2001; 14(3):209-218.- Carpenter DO. Effects of metals on the neervous system of humans and animals. *International Journal of Occupational and medicine environmental health* 2001; 14(3):209-218); disminución del coeficiente de inteligencia. Rabinowitz M. Declining blood lead levels and cognitive change in children. *Journal of the*

American Medical Association 1993; 270 (7):827) y alteraciones del comportamiento (Dietrich KN, Ris MD, Succop PA, Berger OG, Bornschein RL. Early exposure to lead and juvenile delinquency. Neurotoxicology Teratology 2001; 23(6):511-518).

¿Qué posibilidades hay de que plomo produzca cáncer?

El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) ha determinado que es razonable predecir, basado en estudios en animales, que el acetato de plomo y el fosfato de plomo son carcinogénicos. No hay evidencia adecuada para establecer en forma decisiva si el plomo produce cáncer en seres humanos.

¿Cómo puede el plomo afectar a los niños?

Los niños pequeños pueden estar expuestos al ingerir trozos de pintura seca con plomo, chupando objetos pintados con pintura con plomo o tragando polvo o tierra que contienen plomo.

Los niños son más susceptibles a los efectos de envenenamiento con plomo que los adultos. Un niño que traga grandes cantidades de plomo puede sufrir anemia, fuerte dolor estomacal, debilidad muscular y daño cerebral. Una gran cantidad de plomo puede pasar al organismo al ingerir el niño pequeños trozos de pintura vieja con grandes cantidades de plomo. Si un niño traga cantidades de plomo más pequeñas, los efectos sobre la sangre y sobre la función cerebral serán de mucha menor gravedad. Aun a niveles de exposición mucho menores, el plomo puede afectar el desarrollo mental y físico del niño.

La exposición al plomo es más peligrosa para niños pequeños y el feto. La exposición al plomo antes de nacer puede ocurrir a través de la madre. Efectos dañinos incluyen nacimientos prematuros, niños de menor tamaño, disminución de capacidad mental en el niño, dificultades de aprendizaje y desarrollo más lento en niños pequeños. Estos efectos son más comunes si la madre o el niño estuvieron expuestos a altos niveles de plomo.

¿Cómo pueden las familias reducir el riesgo de exposición al plomo?

Evite exposición a fuentes de plomo. No permita que los niños chupen o pongan la boca en superficies que puedan haber sido pintadas con pintura con plomo (viviendas construidas antes de 1978). Haga correr el agua por 15 a 20 segundos antes de beberla o antes de usarla para cocinar. Esto eliminará el plomo que puede haber pasado de las cañerías.

Ciertos tipos de pinturas y pigmentos usados en maquillajes o para teñir el pelo contienen plomo. Mantenga estos productos fuera del alcance de los niños. Lave a menudo las manos y la cara de los niños para remover polvo y tierra con plomo, y limpie en la casa en forma regular el polvo y tierra de pisadas.

¿Hay algún examen médico que demuestre que he estado expuesto a plomo?

Existe un examen para medir el plomo en la sangre y estimar la cantidad de plomo a que estuvo expuesto. Los exámenes de sangre se usan comúnmente para investigar posible intoxicación con plomo en niños. El plomo en dientes y huesos puede medirse con rayos-X, pero este examen no es fácilmente disponible. Puede que se necesite tratamiento médico en niños si la concentración del plomo en la sangre es más de 45 microgramos por decilitro (45 ug/dl).

¿Qué recomendaciones ha hecho el gobierno de los EE.UU. para proteger la salud pública?

El Centro para la Prevención y el Control de Enfermedades (CDC) recomienda que niños de 1 a 2 años de edad sean evaluados para determinar posible intoxicación con plomo. Los niños entre 3 y 6 años deben ser evaluados si no han sido examinados con anterioridad y si reciben servicios de programas de asistencia pública; si viven en o visitan regularmente una vivienda construida antes de 1950; si viven en o visitan regularmente una vivienda construida antes de 1978 que esta siendo renovada; o si tienen un hermano o hermana, o compañero de juegos que ha sufrido intoxicación con plomo. El CDC considera que los niños tienen un nivel de plomo elevado si el nivel de plomo en la sangre es 10 ug/dl o más.

La EPA requiere que como promedio en un período de 3 meses la cantidad de plomo en el aire no sobrepase 1.5 microgramos por cada metro cúbico de aire (1.5 ug/m³). La EPA limita la cantidad de plomo en agua potable a 15 ug por litro.

La Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) establece reglamentos para trabajadores expuestos a plomo. Las Enmiendas a la Ley de Aire Limpio de 1990 prohibieron la venta de gasolina con plomo. La Ley Federal de Sustancias Peligrosas prohíbe productos para niños que contienen cantidades de plomo peligrosas.

Referencias

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). 1999. Reseña Toxicológica del Plomo (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública.

71. NÍQUEL

(NICKEL)

CAS # 7440-02-0

División de Toxicología ToxFAQs™

Septiembre 2003

La concentración del **Níquel en el agua de la piscina 1** es <0.025 mg/l.

¿Qué es el níquel?

El níquel es un elemento natural muy abundante. El níquel puro es un metal duro, blanco-plateado que puede combinarse con otros metales, tales como el hierro, cobre, cromo y cinc para formar aleaciones. Estas aleaciones se usan para fabricar monedas, joyas, y artículos tales como válvulas e intercambiadores de calor. La mayor parte del níquel se usa para fabricar acero inoxidable.

El níquel puede combinarse con otros elementos, como por ejemplo el cloro, azufre y oxígeno para formar compuestos de níquel. Muchos compuestos de níquel se disuelven fácilmente en agua y son de color verde. Los compuestos de níquel se usan en niquelado, para colorear cerámicas, para fabricar baterías y como catalizadores, que son sustancias que aumentan la velocidad de reacciones químicas.

El níquel se encuentra en todos los suelos y es liberado por emisiones volcánicas. El níquel también se encuentra en meteoritos y en el suelo de los océanos. El níquel y sus compuestos no tienen olor ni sabor característicos.

¿Qué le sucede al níquel cuando entra al medio ambiente?

- El níquel es liberado a la atmósfera por industrias que manufacturan o usan níquel, sus aleaciones o compuestos. También es liberado a la atmósfera por plantas que queman petróleo o carbón, y por incineradores de basura.
- En el aire, se adhiere a pequeñas partículas de polvo que se depositan en el suelo o son removidas del aire en la lluvia o la nieve; esto generalmente toma varios días.
- El níquel liberado en desagües industriales termina en el suelo o en el sedimento, en donde se adhiere fuertemente a partículas que contienen hierro o manganeso.
- El níquel no parece acumularse en peces o en otros animales usados como alimentos.

¿Cómo podría yo estar expuesto al níquel?

- Al ingerir alimentos contaminados con níquel, lo que representa la fuente de exposición más importante para la mayoría de la gente.
- A través de contacto de la piel con suelo, agua o metales que contienen níquel, como también al tocar monedas o joyas que contienen níquel.
- Al tomar agua que contiene pequeñas cantidades de níquel.
- Al respirar aire o usar tabaco que contienen níquel.
- Si usted trabaja en industrias que procesan o usan níquel puede exponerse a cantidades de níquel más altas.

¿Cómo puede afectar mi salud el níquel?

El efecto adverso más común de exposición al níquel en seres humanos es una reacción alérgica. Aproximadamente 10-15% de la población es sensible al níquel. Las personas pueden sensibilizarse al níquel cuando hay contacto directo de la piel con joyas u otros artículos que contienen níquel. Una vez que una persona se ha sensibilizado al níquel, el contacto adicional con el metal

producirá una reacción. La reacción más común es un salpullido en el área de contacto. El salpullido también puede aparecer en un área lejos del sitio de contacto. Con menor frecuencia, algunas personas que son sensibles al níquel sufren ataques de asma luego de exposición al níquel.

Algunas personas sensibilizadas reaccionan cuando ingieren níquel en los alimentos o el agua o cuando respiran polvo que contiene níquel.

Algunas personas que trabajan en refinerías de níquel o plantas que procesan níquel han experimentado bronquitis crónica y alteraciones del pulmón. Estas personas inhalaban cantidades de níquel mucho más altas que los niveles que se encuentran en el ambiente. Algunos trabajadores que tomaron agua que contenía altos niveles de níquel sufrieron dolores de estómago y efectos adversos en la sangre y los riñones.

En ratas y ratones que respiraron compuestos de níquel se han observado daño de los pulmones y de la cavidad nasal. Comer o beber grandes cantidades de níquel ha producido enfermedad del pulmón en perros y ratas y ha afectado el estómago, la sangre, el hígado, los riñones y el sistema inmunitario en ratas y ratones, como también la reproducción y el desarrollo.

¿Qué posibilidades hay de que el níquel produzca cáncer?

En trabajadores que respiraron polvo que contenía altos niveles de compuestos de níquel durante el trabajo en refinerías de níquel o en plantas de procesamiento de níquel se observó un aumento de cáncer de los pulmones y de los senos nasales. El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) ha determinado que es razonable predecir que el níquel metálico es carcinogénico y que los compuestos de níquel son sustancias reconocidas como carcinogénicas. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha determinado que algunos compuestos de níquel son carcinogénicos en seres humanos y que el níquel metálico es posiblemente carcinogénico en seres humanos. La EPA ha determinado que los polvos de refinerías de níquel y el subsulfuro de níquel son carcinogénicos en seres humanos.

¿Cómo puede el níquel afectar a los niños?

Es probable que los efectos del níquel sobre la salud de niños sean similares a los observados en adultos. No se sabe si los niños difieren de los adultos en su susceptibilidad al níquel.

Los estudios en seres humanos que investigaron si el níquel puede dañar al feto no han producido resultados definitivos.

Los estudios en animales han descrito aumentos en el número de muertes en animales recién nacidos y bajo peso de nacimiento luego de ingestión de grandes cantidades de níquel.

El níquel puede ser transferido de la madre al bebé en la leche materna y puede cruzar la placenta.

¿Cómo pueden las familias reducir el riesgo de exposición al níquel?

- Evitar el uso de joyas que contienen níquel eliminará el riesgo de exposición de esta fuente.
- Para la población general, las exposiciones de otras fuentes, como por ejemplo los alimentos y el agua potable, son casi siempre demasiado bajas para causar preocupación.

¿Hay algún examen médico que demuestre que he estado expuesto al níquel?

Hay exámenes para medir el níquel en la sangre, las heces y la orina. La orina de trabajadores que se expusieron a compuestos de níquel fácilmente solubles en agua contenía más níquel que la orina de trabajadores expuestos a compuestos de níquel difíciles de disolver. Esto significa que es más fácil determinar si usted ha estado expuesto a compuestos solubles de níquel que a compuestos menos solubles. Las mediciones de níquel no predicen con certeza la probabilidad de experimentar efectos adversos a causa de la exposición.

¿Qué recomendaciones ha hecho el gobierno de los EE.UU. para proteger la salud pública?

La EPA recomienda que el agua potable contenga no más de 0.7 miligramos de níquel por litro de agua (0.7 mg/L).

Para proteger a los trabajadores, la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) ha establecido un límite de 1 miligramo de níquel por metro cúbico de aire (1 mg/m³) para níquel metálico y compuestos de níquel en el aire del trabajo durante jornadas de 8 horas diarias, 40 horas a la semana.

Referencias

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). 2003. Reseña Toxicológica del Níquel (versión para comentario público) (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública.

72. CINC

(ZINC)

CAS # 7440-66-6

División de Toxicología ToxFAQs™

Septiembre 2003

La concentración del **Zinc en el agua de la piscina 1** es 0.13 mg/l.

¿Qué es el cinc?

El cinc es uno de los elementos más comunes en la corteza terrestre. Se encuentra en el aire, el suelo y el agua, y está presente en todos los alimentos. El cinc puro es un metal brillante blanco-azulado.

El cinc tiene muchos usos comerciales como revestimiento para prevenir corrosión, en compartimientos de baterías secas y, mezclado con otros metales, para fabricar aleaciones como latón y bronce. Una aleación de cinc y cobre se usa para fabricar monedas de un centavo en los Estados Unidos.

El cinc se combina con otros elementos para formar compuestos de cinc. Algunos compuestos comunes de cinc que se encuentran en sitios de desechos peligrosos incluyen el cloruro de cinc, el óxido de cinc, el sulfato de cinc y el sulfuro de cinc. Los compuestos de cinc son ampliamente usados en la industria para fabricar pinturas, caucho, tinturas, preservativos para maderas y ungüentos.

¿Qué le sucede al cinc cuando entra al medio ambiente?

- Cierta cantidad de cinc es liberada al ambiente por procesos naturales, pero la mayor parte proviene de actividades humanas tales como la minería, producción de acero, combustión de petróleo e incineración de desperdicios.
- Se adhiere al suelo, sedimentos y a partículas de polvo en el aire.
- La lluvia y la nieve remueven las partículas de polvo con cinc del aire.
- Dependiendo del tipo de suelo, algunos compuestos de cinc pueden movilizarse al agua subterránea y a lagos, arroyos y ríos.
- La mayor parte del cinc en el suelo permanece adherido a partículas de suelo y no se disuelve en agua.
- Se acumula en peces y en otros organismos, pero no en plantas.

¿Cómo podría yo estar expuesto al cinc?

- Al ingerir pequeñas cantidades presentes en los alimentos y el agua.
- Al tomar agua contaminada o una bebida que se ha guardado en un envase metálico o agua que fluye a través de cañerías que han sido revestidas con cinc para resistir la corrosión.
- Al comer muchos suplementos dietéticos que contienen cinc.
- Al trabajar en alguna de las siguientes ocupaciones: construcción, pintor, mecánico de automóviles, minería, fundiciones y soldador; manufactura de latón, bronce u otras aleaciones que contienen cinc; manufactura de metales galvanizados; y manufactura de partes de maquinarias, caucho, pintura, linóleo, paños para limpiar aceite, baterías, ciertos tipos de vidrios, cerámicas y tinturas.

¿Cómo puede afectar mi salud el cinc?

El cinc es un elemento esencial en la dieta. Ingerir muy poco cinc puede causar problemas, pero demasiado cinc también es perjudicial.

Los efectos nocivos generalmente se empiezan a manifestar a niveles de 10-15 veces más altos que la cantidad necesaria para mantener buena salud. La

ingestión de grandes cantidades aun brevemente puede causar calambres estomacales, náusea y vómitos. Si se ingieren grandes cantidades durante un período más prolongado pueden ocurrir anemia y disminución de los niveles del tipo de colesterol que es beneficioso. No sabemos si los niveles altos de cinc afectan la reproducción en seres humanos. La administración de grandes cantidades de cinc a ratas las hizo estériles.

Inhalar grandes cantidades de polvos o vapores de cinc puede producir una enfermedad de corta duración llamada fiebre de vapores de metal. No se sabe cuales son los efectos a largo plazo de respirar altos niveles de cinc.

Colocar pequeñas cantidades de ciertos compuestos de cinc en la piel de conejos, cobayos y ratones produjo irritación de la piel. La irritación de la piel es probable que ocurra también en seres humanos.

¿Qué posibilidades hay de que el cinc produzca cáncer?

El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) y la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) no han clasificado al cinc en cuanto a carcinogenicidad. En base a información incompleta de estudios en seres humanos y en animales, la EPA ha determinado que el cinc no es clasificable en cuanto a carcinogenicidad en seres humanos.

¿Cómo puede el cinc afectar a los niños?

El cinc es esencial para el crecimiento y desarrollo adecuado de los niños. Es probable que los niños expuestos a niveles de cinc muy altos exhiban efectos similares a los observados en adultos. No sabemos si los niños son más susceptibles que los adultos a los efectos del consumo excesivo de cinc.

No sabemos si el exceso de cinc puede afectar el desarrollo en seres humanos. Los estudios en animales han descrito aumentos en la tasa de muertes y bajo peso en las crías causados por la ingestión de cantidades de cinc muy altas.

¿Cómo pueden las familias reducir el riesgo de exposición al cinc?

- Los niños que viven cerca de sitios de desechos que contienen cinc pueden estar expuestos a niveles de cinc más altos al respirar aire contaminado, tomar agua potable contaminada, tocar el suelo o comer tierra contaminada.
- Enséñeles a los niños a no comer tierra contaminada y a no llevarse las manos a la boca y a lavarse las manos con frecuencia y antes de comer.
- Si usted usa medicamentos o suplementos dietéticos que contienen cinc, asegúrese de usarlos en forma apropiada y manténgalos fuera del alcance de los niños.

¿Hay algún examen médico que demuestre que he estado expuesto al cinc?

Hay exámenes para medir el cinc en la sangre, la orina, el cabello, la saliva y las heces. Estos exámenes generalmente no están disponibles en el consultorio del

doctor porque requieren equipo especial. Los niveles altos de cinc en las heces pueden indicar alta exposición reciente. Los niveles altos de cinc en la sangre pueden indicar alto consumo o exposición a altas cantidades. Los exámenes para medir cinc en el cabello pueden proveer información acerca de la exposición prolongada al cinc; sin embargo, la relación entre los niveles de cinc en el cabello y la cantidad de cinc a la que se expuso no está clara.

¿Qué recomendaciones ha hecho el gobierno de los EE.UU. para proteger la salud pública?

La EPA recomienda que el agua potable contenga no más de 5 miligramos de cinc por litro de agua (5 mg/L).

La EPA requiere que se le notifique de cualquier liberación al ambiente de 1,000 libras de cinc o más.

Para proteger a los trabajadores, la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) ha establecido un límite de 1 miligramo por metro cúbico de aire (1 mg/m³) para vapores de cloruro de cinc y de 5 mg/m³ para óxido de cinc (polvos o vapores) en el aire del trabajo durante jornadas de 8 horas diarias, 40 horas a la semana.

Referencias

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). 2003. Reseña Toxicológica del Cinc (versión para comentario público) (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública.

73. CROMO

(CHROMIUM)

CAS # 7440-47-3

División de Toxicología ToxFAQs™

Febrero 2001

La concentración del **Cromo total en el agua de la piscina 1** es 0.05 mg/l.

¿Qué es el cromo?

El cromo es un elemento natural que se encuentra en rocas, animales, plantas, el suelo, y en polvo y gases volcánicos. El cromo está presente en el medio ambiente en varias formas diferentes. Las formas más comunes son el cromo (0), el cromo (III) y el cromo (VI). No se ha asociado ningún sabor u olor con los compuestos de cromo.

El cromo (III) ocurre en forma natural en el ambiente y es un elemento nutritivo esencial. El cromo (VI) y el cromo (0) son producidos generalmente por procesos industriales.

El cromo metálico, que es la forma de cromo (0), se usa para fabricar acero. El cromo (VI) y el cromo (III) se usan en cromado, en tinturas y pigmentos, curtido de cuero y para preservar madera.

¿Qué le sucede al cromo cuando entra al medio ambiente?

- El cromo entra al aire, el agua, y el suelo principalmente en las formas de cromo (III) y cromo (VI).
- En el aire, los compuestos de cromo están presentes principalmente como partículas de polvo finas las que eventualmente se depositan sobre la tierra o el agua.
- El cromo puede adherirse firmemente al suelo y solamente una pequeña cantidad puede disolverse en el agua y así pasar a suelo más profundo y al agua subterránea.
- Los peces no acumulan en sus cuerpos mucho cromo del agua.

¿Cómo podría yo estar expuesto al cromo?

- Comiendo alimentos que contienen cromo (III).
- Respirando aire contaminado en el área de trabajo o por contacto con la piel durante su uso en el trabajo.
- Tomando agua de pozo contaminada.
- Viviendo cerca de sitios de desechos peligrosos no controlados que contienen cromo o cerca de industrias que usan cromo.

¿Cómo puede afectar mi salud el cromo?

El cromo (III) es un elemento nutritivo esencial que ayuda al cuerpo a utilizar azúcar, proteínas y grasa.

Respirar niveles altos de cromo (VI) puede causar irritación de la nariz, nariz que moquea, hemorragias nasales, y úlceras y perforaciones en el tabique nasal.

Ingerir grandes cantidades de cromo (VI) puede producir malestar estomacal y úlceras, convulsiones, daño del hígado y el riñón, y puede aun causar la muerte.

Contacto de la piel con ciertos compuestos de cromo (VI) puede causar ulceración de la piel. Cierta gente es extremadamente sensible al cromo (VI) o al cromo (III). Se han descrito reacciones alérgicas consistentes en enrojecimiento hinchazón grave de la piel.

¿Qué posibilidades hay de que el cromo produzca cáncer?

Varios estudios han demostrado que los compuestos de cromo (VI) pueden aumentar el riesgo de contraer cáncer del pulmón.

Estudios en animales también han demostrado aumentos en el riesgo de cáncer.

La Organización Mundial de la Salud (WHO) ha determinado que el cromo (VI) es carcinógeno en seres humanos.

El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) ha determinado que se sabe que ciertos compuestos de cromo (VI) producen cáncer en seres humanos.

La EPA ha determinado que el cromo (VI) en el aire es carcinogénico en seres humanos.

¿Cómo puede el cromo afectar a los niños?

No sabemos si la exposición al cromo producirá defectos de nacimiento u otros efectos sobre el desarrollo en seres humanos. En animales expuestos a cromo (VI) se han observado defectos de nacimiento.

Es probable que los efectos sobre la salud de niños expuestos a grandes cantidades de cromo, serán similares a los efectos observados en adultos.

¿Cómo pueden las familias reducir el riesgo de exposición al cromo?

Los niños deben evitar jugar en suelos cerca de sitios de desechos no controlados en donde se puede haber desechado cromo.

Aunque el cromo (III) es un elemento nutritivo esencial, usted debe evitar el uso excesivo de suplementos dietéticos que contienen cromo.

¿Hay algún examen médico que demuestre que he estado expuesto al cromo?

Debido a que el cromo (III) es un elemento esencial y ocurre naturalmente en los alimentos, siempre habrá cierto nivel de cromo en su cuerpo. Hay exámenes para medir el nivel de cromo en el cabello, la orina y la sangre. Estos exámenes son particularmente beneficiosos para gente expuesta a altos niveles de cromo. Estos exámenes no pueden determinar el nivel exacto de cromo al que usted puede haber estado expuesto, ni pueden predecir de que manera estos niveles en sus tejidos afectarán su salud.

¿Qué recomendaciones ha hecho el gobierno de los EE.UU. para proteger la salud pública?

La EPA ha establecido un límite de 100 ug de cromo (III) y cromo (VI) por litro de agua potable. La Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) ha establecido límites de 500 ug de compuestos de cromo (III) solubles por metro cúbico de aire (500 µg/m³) en el área de trabajo, 1,000 µg/m³ de cromo metálico (0), y 52 µg/m³ de compuestos de cromo (VI) durante jornadas de 8 horas diarias, 40 horas a la semana.

Referencias

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). 2000. Reseña Toxicológica del Cromo (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública.

74. HIDROCARBUROS TOTALES DE PETROLEO (TPH) (TOTAL PETROLEUM HYDROCARBONS)

División de Toxicología ToxFAQs™

Agosto 1999

La concentración de los **TPHs, en la piscina 1** es 15.3 mg/l y excede en 30 veces el límite establecido por el Reglamento 3516.

¿Qué son los hidrocarburos totales de petróleo?

Los términos hidrocarburos totales de petróleo (abreviados TPH en inglés) se usan para describir una gran familia de varios cientos de compuestos químicos originados de petróleo. El petróleo es usado para manufacturar productos de petróleo, los que pueden contaminar el ambiente. Debido a que hay muchos productos químicos diferentes en el petróleo y en otros productos de petróleo, no es práctico medir cada uno en forma separada.

Sin embargo, es útil medir la cantidad total de TPH en un sitio. Los TPH son una mezcla de productos químicos compuestos principalmente de hidrógeno y carbono, llamados hidrocarburos. Los científicos han dividido a los TPH en grupos de hidrocarburos de petróleo que se comportan en forma similar en el suelo o el agua. Estos grupos se llaman fracciones de hidrocarburos de petróleo. Cada fracción contiene muchos productos químicos individuales.

Algunas sustancias químicas que pueden encontrarse en los TPH incluyen a hexano, combustibles de aviones de reacción, aceites minerales, benceno, tolueno, xilenos, naftalina, y fluoreno, como también otros productos de petróleo y componentes de gasolina. Sin embargo, es probable que muestras de TPH contengan solamente algunas, o una mezcla de estas sustancias químicas.

¿Qué le sucede a los TPH cuando entran al medio ambiente?

- Los TPH pueden entrar al ambiente a raíz de accidentes, de liberaciones industriales, o como subproductos de uso comercial o privado.
- Los TPH puede ser liberados directamente al agua por escapes o derrames.
- Ciertas fracciones de los TPH flotarán en el agua y formarán una capa superficial.
- Otras fracciones de los TPH se depositarán en los sedimentos del fondo.
- Bacterias y microorganismos en el agua pueden degradar ciertas fracciones de los TPH.
- Ciertas fracciones de los TPH se adherirán a partículas en el suelo donde pueden permanecer por largo tiempo.

¿Cómo podría yo estar expuesto a los TPH?

- Todo el mundo está expuesto a los TPH de muchas fuentes.
- Respirando aire en gasolineras, usando productos químicos en el hogar o el trabajo, o usando ciertos pesticidas.
- Tomando agua contaminada con TPH.

- Trabajando en ocupaciones que usan productos de petróleo .
- Viviendo en un área cerca de un derrame o escape de TPH.
- Tocando tierra contaminada con los TPH.

¿Cómo pueden afectar mi salud los TPH?

Algunos de los compuestos de los TPH pueden afectar al sistema nervioso. Un compuesto puede producir dolores de cabeza y mareo en altos niveles en el aire. Otro compuesto puede causar una afección a los nervios llamada “neuropatía periferal,” que consiste en adormecimiento de los pies y las piernas. Otros compuestos de los TPH pueden producir efectos a la sangre, al sistema inmunológico, los pulmones, la piel y los ojos.

Estudios en animales han demostrado efectos a los pulmones, el sistema nervioso central, el hígado y los riñones a causa de la exposición a compuestos de los TPH. También se ha demostrado que ciertos compuestos de los TPH pueden afectar la reproducción y el feto en animales.

¿Qué posibilidades hay de que los TPH produzcan cáncer?

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha determinado que un compuesto de los TPH (benceno) es carcinogénico en seres humanos. IARC también ha determinado que benzo[a]pireno (un compuesto de los TPH) es probablemente carcinogénico en seres humanos y que la gasolina (otro compuesto de los TPH) es posiblemente carcinogénica en seres humanos. IARC considera que la mayoría de los otros compuestos de los TPH no son clasificables en cuanto a carcinogenicidad.

¿Hay algún examen médico que demuestre que he estado expuesto a los TPH?

No hay ningún examen médico que demuestre que usted estuvo expuesto a los TPH. Sin embargo, hay métodos para averiguar si usted ha estado expuesto a algunos compuestos de los TPH. La exposición a querosén puede determinarse por su olor en el aliento o en la ropa. El benceno se puede medir en el aliento y un producto de degradación del benceno puede medirse en la orina. Otros compuestos de los TPH pueden medirse en la sangre, la orina, el aliento y en algunos tejidos.

¿Qué recomendaciones ha hecho el gobierno de los EE.UU. para proteger la salud pública?

No hay reglamentos o advertencias específicas para los TPH, pero existen recomendaciones para algunos compuestos y fracciones de los TPH.

La EPA requiere que se le notifique de derrames o liberaciones accidentales al ambiente de 10 libras o más de benceno.

La Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) ha establecido un límite de exposición de 500 partes de destilados de petróleo por millón de partes

de aire (500 ppm) durante una jornada de trabajo de 8 horas diarias, 40 horas a la semana.

Definiciones

Carcinogénico: Sustancia que puede producir cáncer.

Sistema inmunológico: Órganos y células del cuerpo que combaten infecciones.

Pesticida: Sustancia usada para matar plagas.

Referencias

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). 1998. Reseña Toxicológica de los Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública.

75. HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAPs)

(POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS, PAHs)

División de Toxicología ToxFAQs™

Septiembre 1996

¿Qué son los hidrocarburos aromáticos policíclicos?

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) son un grupo de más de 100 sustancias químicas diferentes que se forman durante la combustión incompleta del carbón, petróleo y gasolina, basuras y otras sustancias orgánicas como tabaco y carne preparada en la parrilla. Los HAPs se encuentran generalmente como una mezcla de dos o más de estos compuestos, tal como el hollín.

Algunos de los HAPs son manufacturados. Estos HAPs puros generalmente son sólidos incoloros, blancos o amarillo-verde pálido. Los HAPs se encuentran en alquitrán, petróleo, creosota y alquitrán para techado, aunque unos pocos se usan en medicamentos o para fabricar tinturas y pesticidas.

¿Qué les sucede a los HAPs cuando entran al medio ambiente?

- Los HAPs pasan al aire principalmente por emisiones volcánicas, incendios forestales, combustión de carbón y del escape de automóviles.
- Los HAPs pueden encontrarse en el aire adheridos a partículas de polvo.
- Ciertas partículas de HAPs pueden evaporarse al aire fácilmente del suelo o de aguas superficiales.
- Los HAPs pueden degradarse en un período de días a semanas al reaccionar con luz solar o con otras sustancias químicas en el aire.
- Los HAPs pasan al agua a través de desechos de plantas industriales y de plantas de tratamiento de aguas residuales.
- La mayoría de los HAPs no se disuelven fácilmente en agua.
- Microorganismos pueden degradar HAPs en el suelo o en el agua después de un período de semanas a meses.

- En el suelo, es probable que los HAPs se adhieran firmemente a partículas; ciertos HAPs se movilizan a través del suelo y contaminan el agua subterránea.
- La cantidad de HAPs en plantas y en animales puede ser mucho mayor que la cantidad en el suelo o en el agua donde viven estos organismos.

¿Cómo podría yo estar expuesto a los HAPs?

- Respirando aire contaminado si trabaja en plantas que producen coque, alquitrán y asfalto; plantas donde se ahuman productos; y facilidades que queman basuras municipales.
- Respirando aire con HAPs del humo de cigarrillos, humo de madera, emisiones del tubo de escape de automóviles, caminos de asfalto, o humo de la combustión de productos agrícolas.
- A través de contacto con aire, agua o tierra cerca de sitios de residuos peligrosos.
- Comiendo carnes preparadas en la parrilla o que se han quemado; comiendo cereales, harina, pan, hortalizas, frutas, o carnes contaminadas; o comiendo alimentos procesados o en escabeche.
- Tomando leche de vaca o agua contaminadas.
- Las madres que lactan y que viven cerca de sitios de residuos peligrosos pueden pasar los HAPs a los niños a través de la leche materna.

¿Cómo pueden afectar mi salud los HAPs?

Ratones que comieron altos niveles de un HAP durante la preñez tuvieron problemas para reproducirse y las crías sufrieron los mismos problemas. Estas crías también tuvieron altas tasas de defectos de nacimiento y bajo peso. No se sabe si estos efectos pueden ocurrir en seres humanos.

Estudios en animales también han demostrado que los HAPs pueden producir efectos nocivos a la piel, fluidos corporales, y a la habilidad para combatir infecciones después de exposiciones ya sea de corta o larga duración.

¿Qué posibilidades hay de que los HAPs produzcan cáncer?

El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) ha determinado que es razonable predecir que algunos HAPs son carcinogénicos.

Ciertas personas que han respirado o tocado mezclas de HAPs y otros compuestos químicos por largo tiempo han contraído cáncer. Ciertos HAPs han producido cáncer en animales de laboratorio que respiraron aire con HAPs (cáncer al pulmón), comieron alimentos con HAPs (cáncer al estómago), o se les aplicó HAPs en la piel (cáncer a la piel).

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos y los compuestos orgánicos volátiles **ocasionan efectos respiratorios adversos** (Ware JH, Spengler JD, Neas LM, Farnham JM, Wagner GR, Coultas D, Ozkaynak H, Schwab M. Respiratory and irritant health effects of ambient volatile organic compounds. The Kanawha

County Health Study. American Journal of Epidemiology 1993; 137 (12):1287-1301) y **cancer de pulmón** (Mastrangelo G, Fadda E, Marzia V. Polycyclic aromatic hydrocarbons and cancer in man. Environmental Health Perspectives 1996; 104:1166 – 1170.- Boffetta P, Jourenkova N, Gustavsson P. Cancer Risk From Occupational and Environmental Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Cancer causes control 1997; 8: 444-472)

¿Hay algún examen médico que demuestre que he estado expuesto a los HAPs?

En el organismo, los HAPs son transformados en compuestos químicos que pueden unirse a sustancias dentro del organismo. Hay exámenes especiales que pueden detectar HAPs unidos a estas sustancias en tejidos corporales o en la sangre. Sin embargo, estos exámenes no pueden indicar si sufrirá efectos nocivos o a cuanto se expuso o la fuente de la exposición. Estos exámenes generalmente no están disponibles en el consultorio de su doctor ya que requieren equipo especial para llevarse a cabo.

¿Qué recomendaciones ha hecho el gobierno de los EE.UU. para proteger la salud pública?

La Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) ha establecido un límite de 0.2 miligramos de HAPs por metro cúbico de aire (0.2 mg/m³). El Límite de Exposición Permisible (PEL) establecido por OSHA para vapor de aceite mineral que contenga HAPs es 5 mg/m³ promediado durante un período de exposición de 8 horas.

El Instituto Nacional de Seguridad Ocupacional y Salud (NIOSH) recomienda que el nivel promedio para productos de alquitrán en el aire del trabajo no sobrepase 0.1 mg/m³ durante una jornada diaria de 10 horas en una semana de 40 horas. Existen otros límites de exposición en el trabajo para productos que contienen HAPs, tales como carbón, alquitrán y aceite mineral.

Definiciones

Carcinogénico: Sustancia capaz de producir cáncer.

Miligramo (mg): La milésima parte de 1 gramo.

Ingerir: Comer o beber algo.

Referencias

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). 1995. Reseña Toxicológica de los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública.

Fuente : Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). 1995. Reseña Toxicológica de los Hidrocarburos Aromáticos

Policíclicos (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública.

76. FENOLES

Identificación del producto

Hidróxidobenceno, CAS 108-95-2. Cristales incoloros a amarillos o ligeramente rosados. Olor característico. El vapor es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo; posible ignición en punto distante. Puede explotar por calentamiento por encima de 78°C. La disolución en agua es un ácido débil. Reacciona con oxidantes, originando peligro de incendio y explosión.

Información toxicológica

Contacto con la piel: puede absorberse, quemaduras cutáneas graves, shock, colapso, efecto anestésico local, convulsiones, coma, muerte. Dermatitis.

Contacto con los ojos: pérdida de la visión, quemaduras profundas graves.

Inhalación: sensación de quemazón, tos, vértigo, dolor de cabeza, náuseas, jadeo, vómitos, pérdida del conocimiento, edema pulmonar.

Ingestión: corrosivo, dolor abdominal, de garganta, coloración oscura de la orina.

No verterlo al alcantarillado, la sustancia es tóxica para los organismos acuáticos. Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente precintable, recoger cuidadosamente el residuo y trasladarlo a continuación a un lugar seguro. Para neutralizar el producto utilizar polietilenglicol 300 o aceite vegetal.

Medidas a tomar para la disposición final de residuos. Los restos del producto químico deberían eliminarse por incineración o mediante cualquier otro medio de acuerdo a la legislación local. El envase contaminado debe tratarse como el propio residuo químico.

Fuentes

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. NIOSH última revisión 9 de noviembre de 1999. INTI – NIOSH Pocket Guide Chemical Hazards.

77. TOXICIDAD DE LOS QUIMICOS USADOS POR TEXACO EN REACONDICIONAMIENTO (WORK OVER) DEL POZO.

ACIDO CLORHIDRICO

TEXACO en sus operaciones de reacondicionamiento (work over) utilizó HCL al 7.5% y al 34%.

Información toxicológica. Entre los síntomas iniciales por intoxicación con ácido clorhídrico están el dolor en la boca y detrás del esternón, y la salivación persistente. La presencia de ronquera y estridor (ruido estridente al respirar causado por el paso del aire a través de las vías aéreas que presentan constricción) puede indicar lesión de la laringe, de la epiglotis o de la garganta.

Síntomas por inhalación de ácido clorhídrico: debilidad, opresión en el pecho, tos, dificultad para respirar, expectoración de sangre, asfixia, labios y uñas azuladas, presión sanguínea baja, pulso rápido, mareos.

Tratamiento. Se debe buscar inmediatamente atención médica de emergencia si se ha estado expuesto al ácido clorhídrico y se están experimentando los síntomas.

Si cayó ácido clorhídrico en la piel o en los ojos, se debe lavar con abundante agua durante al menos 15 minutos.

Si se lo ingirió, se debe administrar mucha agua o leche, INMEDIATAMENTE. Si el paciente está vomitando, se debe seguir dando agua o leche. Dar aproximadamente entre 120 y 180 ml (4 a 6 oz) de leche de magnesia (si se tiene a la mano). No se debe inducir el vómito.

Si el envenenamiento fue por inhalación, se debe trasladar de inmediato a un hospital.

REFERENCIA: Med Line Plus Enciclopedia Medica: Ácido Clorhídrico.

MORFLO II.

Es una mezcla de surfactantes aniónicos/no iónicos y como tal tiene la propiedad de romper emulsiones que pueden existir en la formación. De esta manera permite la recuperación del fluido debido a su baja tensión superficial y bajas tensiones interfaciales resultantes al mezclarse con las emulsiones.

Como efecto en la salud se ha reportado que pueden causar efectos de irritación en la piel, ocasionada por la prolongada exposición a este químico. (Referencia: STIMULATION-PRODUCTS & SERVICES).

MY-T-FRAC/FRAC FLUID

El grupo técnico FRAC (FUNGICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE) ha venido desarrollando la gestión del riesgo de resistencia a los fungicidas que están presentando cierto tipo de hongos y bacterias. Es así como se desarrolló un cierto tipo de fungicidas pertenecientes al grupo de las fenilaminas, que son muy eficaces en el control de los hongos, pero presentan un riesgo su modo de acción. (Ref.-Pascualena J. Ritter E. (ed) 2000. Libro de Actas del Congreso Iberoamericano de Investigación y Desarrollo de la Patata. Vitoria-Gasteis, España P.493-503). El grupo FRAC-FENILAMIDAS ha dado recomendaciones sobre el uso de este fungicida en materia de prevención y un manejo eficaz de la resistencia de patógenos a productos con actividad fungicida.

78. TOXICIDAD DE LOS PRODUCTOS QUIMICOS UTILIZADOS POR TEXACO EN PERFORACION

TOXICIDAD DEL SPERSENE (LIGNOSULFONATO DE CROMO)

TIPO	RUTA DE EXPOSICIÓN	DOSIS	EFECTO	REFERENCIA
SPERSENE	Presencia		<ul style="list-style-type: none"> • Causa cambios a las respuestas físicas y fisiológicas en los organismos marinos y peses • Afecta al medio ambiente marino 	<p>Muddied Waters A Survey of Offshore Oil field Drilling Wastes and Disposal Techniques to Reduce the ecological Impact of Sea Dumping</p> <p>By Jonathan Wills. M:A: Ph.D., M.Inst.Pet.,for Ekologicheskaya Vahkta Sakhalina (Sakhalin Environment Watch); 25 th May 2000</p>

TOXICIDAD DE LA SOSA CAUSTICA (HIDRÓXIDO DE SODIO)

TIPO	RUTA DE EXPOSICIÓN	DOSIS	EFECTO	REFERENCIA
SOSA CAUSTICA	Inhalación	No se reporta	<ul style="list-style-type: none"> Ligeras irritaciones en la vías respiratorias Quemaduras severas al tracto respiratorio 	<p>MEDIDAS DE SEGURIDAD DE LA SOSA CAUSTICA O LEGIA</p> <p>http://www.raulybarra.com/notijoya/archivosnotijoya2/2seguridad/sosa_caustica.htm</p> <p>http://www.miswaco.com/Products_and_Services/Fluids/Drilling_Products/DrillingProductsDocuments/CAUSTIC%20SODA.pdf</p>
	Ingestión	No se reporta	<ul style="list-style-type: none"> Irritaciones severas Quemaduras de labios, boca, lengua, garganta, esófago y estómago Respiración corta y agitada, piel fría, salivación profusa, dolor abdominal, Puede darse una perforación al esófago o gástrica 	
	Ojos	No se reporta	<ul style="list-style-type: none"> Irritación y quemaduras severas a la cornea, conjuntiva y tejido episcleral Desintegración y desprendimiento del epitelio de la conjuntiva y la cornea Adhesión de los párpados con el globo ocular, opacidad corneal permanente 	
	Piel	No se reporta	<ul style="list-style-type: none"> Irritación y dolor Múltiples quemaduras con pérdida temporal de cabello Deterioro del material queratinoso Quemaduras e irritaciones profundas 	

**TOXICIDAD DEL CMC
(CARBOXY METHYL CELLULOSE)**

TIPO	RUTA DE EXPOSICIÓN	DOSIS	EFEECTO	REFERENCIA
CMC	Inhalación		<ul style="list-style-type: none">• Irrita el tracto respiratorio	OSHA Permissible Exposure Limits, 29 CFR 1910, Subpart Z, Section 1910.1000 Air Contaminants. ACGIH Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices for Chemical Substances and Physical Agents (latest edition) Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials, 9 th ed., Lewis, R.J.Sr., (ed), VNR, New York, (1997).

**TOXICIDAD DEL MILGEL
(Wyoming bentonita)**

TIPO	RUTA DE EXPOSICIÓN	DOSIS	EFECTO	REFERENCIA
MILGEL Tridymite	Inhalación Humana	La concentración tóxica publicada más baja: 16 millones de partículas/ft ³ /8 horas/17.9 años intermitentemente	<ul style="list-style-type: none"> • El pulmón, Tórax, Respiración: Fibrosis, focal (neumoconiosis) • El pulmón, Tórax, Respiración: Tos • El pulmón, Tórax, Respiración: Dipnea 	NTIS PB246-697
MILGEL Gypsum	Inhalación Humana	La concentración tóxica publicada más baja: 194 g/m ³ /10 años-intermitente	<ul style="list-style-type: none"> • El olfato: Otros efectos del olfato • El pulmón, Tórax, o Respiración: Alveolitis Fibrosa • El pulmón, Tórax, Respiración: Otros cambios 	GTPZAB 11(10),23,1967
MILGEL Cristobalite	Inhalación Humana	La concentración tóxica publicada más baja: 16 millones de partículas/ft ³ /8 horas/17.9 años intermitentemente	<ul style="list-style-type: none"> • El pulmón, Tórax, Respiración: La fibrosis, focal (el neumoconiosis) • El pulmón, Tórax, Respiración: Tos • El pulmón, Tórax, Respiración: Dipnea 	NTIS PB246-697

NTIS : National Technical Information Service. (Springfield, VA 22161) Formerly U.S. Clearinghouse for Scientific & Technical Information.

http://www.cdc.gov/niosh/rtecs/vv6fec58.html#NTIS**

GTPZAB: Gigiena Truda i Professional'nye Zabolovaniya. Labor Hygiene and Occupational Diseases. (V/O Mezhdunarodnaya Kniga, 113095 Moscow, USSR) V.1-36, 1957-1992. For publisher information, see MTPEEI <http://www.cdc.gov/niosh/rtecs/mq2402c0.html#GTPZAB>

**TOXICIDAD DE LA BARITA
(SULFATO DE BARIO)**

TIPO	RUTA DE EXPOSICIÓN	DOSIS	EFEECTO	REFERENCIA
BARITA	Inhalación		<ul style="list-style-type: none"> • Afecta al sistema respiratorio, especialmente pulmones • Es absorbido por el tracto intestinal para luego acumularse en los huesos 	CANADIAN ASSOCIATION OF PETROLEUM PRODUCERS / 2100 - 350 7th Avenue S.W./Calgary, Alberta T2P 3N9: Alberta Environment / 5th Floor Oxbridge Place, 9820 - 106 Street, Edmonton, Alberta T5K 2J6 / Prepared by:Axiom Environmental Inc. 4627 29th Avenue N.W. Calgary, Alberta T3B 0J1
	Ingestión	La ingesta de 2 a 4 gramos de cloruro de bario puede conducir a la muerte	<ul style="list-style-type: none"> • Causa problemas gástricos • Causa perforaciones al esófago y estómago • Afecta al colon • Es absorbido por la el torrente sanguíneo y puede causar daños fatales en el corazón • Puede causar ruptura vaginal • Disminución en la presión arterial 	

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

1. PISCINA 1 (FOSA EN TIERRA)

1.1 DEL ESTUDIO GEOLÓGICO SE CONCLUYE:

79. La columna de perforación reporta la presencia de suelo de relleno contaminado con petróleo entre 0.0 metros hasta 1.0 metros (Figura 5 y Tabla 3)

80. En base a la interpretación geológica de la perforación SA10-S1, entre 1.00 metro y 1.29 metros de profundidad, se evidencia la presencia de dos capas de arena compacta, gravosas, angulares utilizadas para impermeabilizar (ecosoil-cemento?) el fondo de la Piscina 1, además estas presentan contaminación y fuerte olor a petróleo; se encontró entre estas dos capas de arena compacta un horizonte de arcilla café saturada por hidrocarburo (Figura 5 y Tabla 3).

81. El tramo arcilloso entre 1.29 metros y 1.70 metros de profundidad está contaminado con petróleo, lo que demuestra que existe infiltración de petróleo a través de las dos capas superiores de arena compacta hacia la capa subyacente, esto hace concluir en que el fondo de la piscina 1 remediada por TEXACO no es totalmente impermeable y el trabajo de remediación realizado por TEXACO en la Piscina 1 no es eficaz. (Figura 5 y Tabla 3).

82. El recurso agua está contaminado con petróleo en la superficie de la misma. (Figura 5 y Tabla 3).

83. En base a la interpretación geológica de la perforación de la calicata SA10-S1 y de las dimensiones de la Piscina 1, se estima un volumen de 357 m³ (metros cúbicos) de suelo contaminado por petróleo que requieren ser remediados, sin incluir el volumen de suelo y agua contaminados por la dispersión de los desechos tóxicos alrededor de esta piscina.

84. El área de influencia de esta contaminación podría alcanzar aproximadamente 1071 m³ de suelo. El costo para eliminar los químicos tóxicos podría alcanzar USD 1'071.000, sin considerar la remediación del agua.

1.2 DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO SE CONCLUYE:

85. La concentración del **Cromo total en el suelo de la piscina 1** supera el límite máximo establecido, según criterios de remediación o restauración de suelos para uso agrícola (Decreto 3516), en un 75% más que la norma.

86. La concentración del **Plomo en el agua de la piscina 1** sobrepasa en 265 veces el límite establecido por el Reglamento 3516.

87. La concentración del **Bario en el agua de la piscina 1** sobrepasa en 6 veces el límite establecido por el Reglamento 3516.

88. La concentración de los Hidrocarburos Totales de Petróleo (**TPH**) en el agua de la piscina 1 sobrepasa en 30 veces el límite establecido por el Reglamento 3516.

1.3 DE LA TECNOLOGÍA DE PERFORACIÓN Y REACONDICIONAMIENTO DEL POZO SACHA 10 SE CONCLUYE

89. TEXACO utilizó productos químicos tóxicos tanto en la fase de perforación como en la fase de reacondicionamiento del pozo. A los desechos tóxicos de estas operaciones no les dio ningún tratamiento ambiental previo, antes de descargarlos en las piscinas. Estos desechos peligrosos permanecieron en esta fosa durante unos 24 años; deben haber sido llevados por la lluvia a las escorrentías de la región.

1.4 DEL ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS RESULTADOS DE REMEDIACIÓN DEL AGUA DE LA PISCINA 1 DEL POZO SACHA 10 CON EL ACUERDO NO. 2144, VIGENTE A LA FECHA EN LA QUE SE REALIZÓ LA REMEDIACIÓN SE CONCLUYE:

90. La concentración del tóxico Cadmio, reportada por TEXACO en sus análisis de laboratorio sobrepasa en dos veces el límite máximo permitido por la Ley.

91. La concentración de Fenoles, reportada por TEXACO en sus análisis de laboratorio sobrepasa en cuatro veces el límite máximo permitido por la Ley.

92. La concentración del tóxico Plomo sobrepasa en una vez el límite máximo permisible por la Ley.

93. La concentración del tóxico Níquel, elemento carcinogénico en seres humanos reconocido por la EPA y la IARC (Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer), sobrepasa en once veces el límite máximo permisible.

94. La remediación que TEXACO reporta haber aplicado al agua contaminada de la piscina 1, no fue técnicamente efectiva, ya que no cumplió todos los requisitos exigidos por el Acuerdo 2144.

95. TEXACO no utilizó todos los criterios de remediación de suelo y agua contaminados por petróleo, vigentes internacionalmente en 1996 y que contemplaban la evaluación de los tóxicos BARIO Y CROMO VALENCIA 6, cuya presencia en la piscina 1 se debe a la utilización del Lignosulfonato de Cromo (SPERSENE) y a una sal de Bario (BARITA) utilizada por TEXACO entre los químicos de perforación. No hizo determinaciones de: HIDROCARBUROS TOTALES, BENCENO, TOLUENO, ETILBENCENO, XILENO e HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS, cuyos límites máximos permisibles están fijados por el TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE (Decreto 3516 de marzo del 2003) y el Reglamento 1215 para Operaciones Hidrocarburíferas.

96. Los reportes de laboratorio que presenta TEXACO como prueba de su remediación, no son caracterizaciones exactas, ya que en su mayoría son ensayos de campo.

2. PISCINA 2 (FOSA EN TIERRA)

DEL ESTUDIO GEOLÓGICO SE CONCLUYE:

97. La calicata reporta la presencia de material de relleno entre 0.00 metros y 0.95 metros de profundidad, compuesto de grava, arcillo limoso, bentonita, arcilla y residuos orgánicos (raíces), Figura 6 y Tabla 9.

98. Entre 0.68-0.70 se evidenció que está intercalado un horizonte de bentonita (componente de lodo de perforación), de color beige (Figura 6 y Tabla 9).

99. El tramo arcillo limoso entre 0.95 metros y 1.75 metros de profundidad se interpreta como el inicio de un suelo natural (in situ o fresco). Este tramo está contaminado con petróleo (Figura 6 y Tabla 9).

100. Entre 1.75 metros y 2.20 metros de profundidad se encontró una capa de arena natural permeable, la misma que presenta contaminación con petróleo. (Figura 6 y Tabla 9).

101. Por la presencia de petróleo entre 0.68 metros y 1.35 metros de profundidad, y por los residuos de petróleo presentes (puntuales) entre 1.85 metros y 2.00 metros de profundidad, se concluye que estos suelos son

permeables. Es decir el petróleo migró desde las capas superiores hasta las capas subyacentes, demostrándose así la permeabilidad de éstos suelos. (Figura 6 y Tabla 9).

102. En base a la interpretación geológica de la perforación SA10-SE2, se demuestra que no se ha utilizado geomembranas o materiales especiales para impermeabilizar el suelo y las paredes de la piscina 2, y así evitar la migración de los contaminantes tóxicos que TEXACO depositaba en esa fosa de tierra.

103. Se estima un volumen de 1100 m³ (metros cúbicos) de suelo contaminado por petróleo en la piscina 2 que requieren ser remediados, sin incluir el volumen de suelo y el agua contaminados con los desechos tóxicos que se dispersaron alrededor de esta piscina.

104. En el área de influencia de esta contaminación podríamos estimar que hay unos 3,300 m³ de suelo contaminado. El costo de eliminación de los químicos tóxicos podría alcanzar USD 3'300.000. En este valor no está incluida la remediación del agua contaminada.

105. TEXACO utilizó productos químicos tóxicos tanto en la fase de perforación como en la fase de reacondicionamiento del pozo. También vertieron petróleo crudo. A los desechos tóxicos de estas operaciones no les dio ningún tratamiento ambiental previo, antes de descargarlos en las piscinas. Estos desechos peligrosos permanecieron en esta fosa durante unos 24 años; deben haber sido llevados por la lluvia a las escorrentías de la región.

Ing. Edison CAMINO CASTRO
L. P. 05 – 17 – 0259

ANEXOS

**PREGUNTAS
DE LA
DRA. MONICA PAREJA**

PREGUNTAS DE LA DRA. MONICA PAREJA

PREGUNTA 1 (Acta página 17)

“Diseños y planos de ingeniería y programa de ejecución de obras, aprobados por la Dirección General de Hidrocarburos para la perforación del pozo Sacha 10. Se deberá incluir la selección y diseño de las instalaciones petroleras de perforación, producción, mantenimiento y transporte”.

RESPUESTA 1

En los documentos que nos ha entregado la Dirección Nacional de Hidrocarburos, no constan estos documentos técnicos. Hemos encontrado los registros del pozo, químicos y fluidos de la perforación. TEXACO como operadora técnica es la responsable de todos los trabajos de ingeniería, lo que ha reportado es el historial del pozo. TEXACO subcontrató, bajo su propia responsabilidad, a compañías especializadas para que ejecuten todos los trabajos de perforación y completación del pozo. La contratista debe haber usado un equipo rotativo para la perforación; usando tubería y una broca en la punta se avanza en profundidad, rompiendo los estratos para formar una mezcla de pequeños ripios con los fluidos de perforación; estos materiales son acarreados a la superficie y depositados en las fosas en tierra, sin ningún tratamiento de eliminación de los desechos tóxicos. Párrafos 15, 16, 17 y 18.

No hemos encontrado los documentos sobre los procedimientos técnicos que TEXACO usaba para su práctica operativa de Exploración y Producción. Por ser una corporación americana, de gran nivel de inversiones y operaciones, debería tener manuales internos para todas sus actividades. Aquellos que tienen relación con sus procedimientos técnicos tenía que haberlos presentado a la Dirección Nacional de Hidrocarburos (DNH) para su respectiva aprobación.

PREGUNTA 2 (Acta página 17)

“Si el diseño y la forma en que fueron construidas las llamadas piscinas (PIT en idioma inglés), destinadas a servir de cuerpo receptor de lixiviados; lodos y ripios; aguas de formación; petróleo; y otros productos químicos corresponden o se ajustan a alguna norma o estándar técnico internacional de ingeniería”.

RESPUESTA 2

Revisados los documentos de Petroproducción sobre este Pozo, no hemos encontrado que TEXACO haga referencia a normas o estándares técnicos internacionales (API, USEPA, ASTM, UL, ANSI, DIN, etc.). **En los documentos de la Dirección Nacional de Hidrocarburos, no hemos encontrado la autorización específica para la construcción de las de estas fosas.** Después de 17 años el Ministerio de Energía y Minas emitió en Acuerdo Ministerial 1743 (R.O. 004 de Agosto 16, 1988), que habla de las llamadas piscinas. Las fosas (llamadas piscinas) cavadas en tierra virgen (sin ninguna protección en sus paredes) para depositar residuos químicos tóxicos, yo no las recomiendo por los grandes impactos ambientales que generan en la región amazónica (Párrafo 52). Las normas internacionales de ingeniería refieren técnicas para arrojar los desechos químicos tóxicos en grandes tanques, que a su vez son transportados a una planta industrial de disposición final. Plantas industriales que deben ser certificadas y vigiladas por la autoridad ambiental nacional. Párrafos 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34 y 35.

PREGUNTA 3 (Acta página 17)

“Las normas y estándares técnicos internacionales bajo las cuales Texaco usó estas piscinas, para perforar, mantener y producir petróleo en los pozos”.

RESPUESTA 3

De acuerdo a los documentos de la DNH y Petroproducción, las paredes y el piso de estas fosas en tierra virgen no fueron recubiertas con materiales que impidan el desplazamiento de los residuos químicos tóxicos. Permanecieron en este estado físico por unos 24 años. Fueron usadas para desechar fluidos de perforación, crudo, químicos tóxicos de las actividades de mantenimiento del pozo, etc. Párrafos 15, 16, 17 y 18. En todos los documentos revisados no hemos encontrado las normas y estándares técnicos internacionales que permitan la construcción y uso de estas fosas de tierra, llamadas piscinas por TEXACO.

PREGUNTA 4 (Acta página 17)

“Si las piscinas fueron construidas de tal forma que funcionaran desde la parte positiva de una gradiente de suelo, junto a la plataforma; gradiente que, necesariamente, conducía por gravedad, todos los líquidos de la piscina a un cuerpo receptor, que siempre es: un pantano, un estuario, un canal, un río, una laguna, u otro cuerpo acuifero en movimiento. El perito deberá explicar qué razones técnicas y/u operativas justifican este diseño o modelo constructivo”.

RESPUESTA 4

El pozo Sacha 10 tiene esta técnica constructiva para las dos fosas (piscinas), ya que las dos tienen gradiente positiva a dos riachuelos. En la fotografía 7, del IGM, se observa que en 1986, la fosa 2 está en la parte superior de la gradiente de un cause hídrico. También observamos que la fosa 1 (piscina) se encuentra en la parte superior del cause del Sur. Hay un canal que conecta a las dos fosas, que sirvió para evacuar los residuos tóxicos desde la fosa 2 a la fosa 1. Con la precipitación atmosférica de la región, estas fosas deben haberse llenado de agua lluvia, y desbordado por los desfogues (cuellos de ganso), hacia los dos cursos inmediatos. Estos desfogues acuosos deben haber transportado los tóxicos hacia el inmenso sistema hídrico de la región. La columna hídrica debe haber favorecido el arrastre de las moléculas tóxicas (solubles y coloidales) hacia abajo y a los lados. El operador técnico de este pozo, tenía la intención de lixiviar, con la lluvia, los tóxicos que arrojó en esas fosas. La naturaleza en 24 años debe haber lixiviado la mayor parte de los químicos, pero todavía están allí (Párrafos 36, 37 y 38) en cantidades mayores de las permitidas por las normas ambientales ecuatorianas vigentes.

PREGUNTA 5 (Acta página 17)

“Las normas y estándares técnicos internacionales relativos al diseño y operación de las piscinas aplicadas por la empresa Texaco, para depositar desechos peligrosos (petróleo, agua de formación, agua de lluvia contaminada, lodos de perforación, lixiviados, productos químicos, etc.) directamente en un cuerpo receptor, sin tratamiento previo”.

RESPUESTA 5

Normas de aceptación internacional como API, USEPA, ASTM, etc., recomiendan varios tratamientos físicos, químicos y biológicos para estos desechos peligrosos antes de su descarga, que estaban vigentes durante el tiempo que operó TEXACO. Para eliminar los carcinogénicos presentes hay métodos de amplio conocimiento y ejecución. Bajo ninguna circunstancia se

justifica que TEXACO descargue tóxicos sin previo tratamiento, así como los abandone por 24 años, a cargo de la naturaleza. Los cuerpos receptores de la naturaleza, en este caso suelos agrícolas, escorrentías y causes superficiales son destruidos por los efectos dañinos de los desechos tóxicos, depositados sin tratamiento ambiental previo.

PREGUNTA 6 (Acta página 17)

“Si el método utilizado por la empresa Texaco, para construir y operar las piscinas incorporó o no las innovaciones científicas y de ingeniería desarrolladas a la época, para conseguir menor impacto ambiental y de bajo efecto para la salud humana”.

RESPUESTA 6

Para desbrozar el bosque TEXACO debe haber usado motosierras. Para cavar las fosas en tierra (llamadas piscinas), TEXACO debe haber usado la máquina llamada retroexcavadora. Para la perforación debieron haber usado una torre con equipo de perforación rotativo, generador, compresor, motores, cabinas, etc. Los equipos, herramientas, personal, etc. deben haber ingresado por helicóptero. Estos equipos y sistemas no incorporan innovaciones científicas y de ingeniería a esa época. En los documentos oficiales revisados no encontramos ninguna inversión tecnológica para disminuir los impactos ambientales. Es probable que en ciertas circunstancias el contratista encargado de la perforación de un pozo, por no disponer de las fosas a tiempo, tiene que haber descargado los desechos tóxicos directamente en sitios más bajos y dirigidos a los causes aledaños. Los efectos sobre la salud humana en los campos operados por la TEXACO han sido investigados por varios científicos, ver el anexo 3.

PREGUNTA 7 (Acta página 17)

El comportamiento hídrico (mecánica de fluidos) de las capas freáticas, de las áreas de influencia del Pozo Sacha 10.

RESPUESTA 7

En el estudio geológico de la fosa 1 (párrafo 23) encontramos el nivel freático a 0.25 m de profundidad de la calicata. Debido a la textura observada se interpreta a las capas como permeables, por lo tanto la capa hídrica tiene movimiento lateral, tanto por la presión de la lluvia, cuanto por la pendiente Sur-este (Figura 1), que conduce al riachuelo cercano. Esto sucede dentro del área de influencia del pozo. Párrafos 32, 33, 34 y 35. Esta dinámica de fluido es el vehículo que transporta los tóxicos hasta los individuos que resultan contaminados, así se cumple la cadena de riesgo potencial: fuente – transporte – receptor.

PREGUNTA 8 (Acta página 18)

“La técnica de limpieza que usa surfactantes y otros aditivos químicos, en su acción física y mecánica con el petróleo. El Perito deberá concluir si esta técnica, de haber sido utilizada por la empresa Texaco, eliminó o no el petróleo derramado y otras sustancias contaminantes existentes”.

RESPUESTA 8

La acción física de los surfactantes sobre el crudo (chorro a presión, batido, etc.) es la de producir una emulsión. Esta técnica de ninguna manera elimina el petróleo y las sustancias tóxicas. En muchos casos los surfactantes y sus aditivos aumentan el volumen de los tóxicos. Párrafos 42, 43, 44, 45, 46, 47 y 48.

PREGUNTA 9 (Acta página 18)

“Si la supuesta remediación, llamada en idioma inglés: “Soil Remediated Process Used: Surfactant Enhanced Recovery” se ajusta algún estándar técnico internacional. El Perito deberá explicar cuál o cuáles”.

RESPUESTA 9

El lavado de suelos con surfactantes, no debe usarse para eliminar totalmente los tóxicos de los suelos, ya que solo emulsifica a los hidrocarburos. Algunos tóxicos como los metales pesados pueden permanecer adheridos a las partículas minerales del suelo (Tabla 8 y Párrafos 45, 46, 47 y 48)). Esta técnica es usada para hacer emulsión de derrames de petróleo y suelos afectados, con surfactantes y aditivos, para luego retirarlos del lugar por succión. Estas emulsiones hay que transportarlas a plantas de tratamiento, para eliminar los tóxicos. La correcta traducción al español de “*Soil Remediated Process Used: Surfactant Enhanced Recovery*” debe ser: Recuperación (retirar, barrer, limpiar, sacar, succionar, baldear, enjuague del suelo) de Suelos Contaminados con Surfactantes para el Proceso de Remediación de Suelo. EPA 1996.

“Su desventaja fundamental radica en que no es eficaz para tratar suelos contaminados con una mezcla de sustancias peligrosas, como metales y aceites, además, es muy difícil preparar una solución de enjuague capaz de retirar eficazmente varios tipos diferentes de contaminantes al mismo tiempo; debido a esta desventaja no se aconseja su utilización para tratar suelos contaminados con hidrocarburos”; MSc. José Alfonso Alvarez González y Dr. Miguel A. Díaz Díaz.

PREGUNTA 10 (Acta página 19)

“Los niveles de contaminación ambiental resultantes de las actividades Hidrocarburíferas vinculadas con el pozo denominado Sacha 10, sus piscinas, áreas circundantes y áreas de influencia, particularmente pero no exclusivamente, las que Texaco afirma que han sido remediadas, sin limitar la noción de impacto ambiental a lo constante en el Contrato de Remediación, invocado por la parte demandada, sino aplicando el concepto de los estándares técnicos, internacionalmente reconocidos”.

RESPUESTA 10

Los ensayos en el laboratorio (Tablas 6 y 7) establecen el nivel que los tóxicos que están presentes en la fosa (piscina) 1: Cromo, Plomo, Bario y TPHs están por encima de los niveles del Decreto 3516 (Párrafos 39, 40 y 41). Si comparamos los resultados de la TEXACO después de su remediación (Tabla 8), con el Acuerdo 2144, también se observa que el Cadmio, Fenoles, Níquel y Plomo están en exceso. En el área de influencia se estima que hay unos 4.431 de metros cúbicos de suelo contaminado con tóxicos de la operación de TEXACO (Tablas 1 y 2). Esta cantidad no incluye el agua contaminada, en donde encontramos mayor concentración de tóxicos disueltos. Párrafos 8, 9, 10, 11, 26, 35, 55 y 61.

PREGUNTA 11 (Acta página 19)

“El tipo y las características de la contaminación que hayan encontrado”.

RESPUESTA 11

La contaminación encontrada proviene de las operaciones de perforación, mantenimiento y producción del pozo investigado. En las Tablas 1 y 2 se especifica los químicos tóxicos que usó TEXACO. Otros tienen origen en el crudo y agua de formación que TEXACO descargó en las dos fosas (piscinas). En el Capítulo de **IMPACTOS EN LA SALUD** de mi Informe Técnico, hago constar la toxicología del Cromo, Plomo, Bario, Cadmio, Níquel, Fenoles y TPHs. Causan efectos adversos en los seres humanos: irritación al estómago, edema cerebral, debilidad muscular, daño al hígado, riñón, corazón, bazo, lesiones en los pulmones, enfermedades renales, fragilidad en los huesos, disminución de la esperanza de vida, destrucción del sistema nervioso, afecta a la memoria, anemia, disminución del coeficiente de inteligencia, reacciones alérgicas, úlceras, cánceres, causan la muerte, los niños son más afectados. Incorporo en el Anexo 3, varias investigaciones científicas sobre los efectos en la salud, que están sufriendo los habitantes de la zona petrolera de la Amazonía.

PREGUNTA 12 (Acta página 19)

“El origen probable de esta contaminación”.

RESPUESTA 12

En la caracterización del crudo Sacha realizado por Ingeniería Química de la Universidad Central (página 11 con Respuesta 22.2), y en las investigaciones en la zona petrolera realizadas por **Jörg Hettler, Bernd Lehmann, Luis LeMarie Ch., Michael Cuno y Udo Weismann (“Environmental Problems of Petroleum Production in the Amazon Lowland of Ecuador” UNEP)**, se puede conocer la caracterización del Crudo Sacha. El origen probable de los metales pesados como Cromo y Bario son los químicos tóxicos (Tablas 1 y 2) que usó TEXACO en la perforación y mantenimiento del pozo petrolero. Los otros metales y TPHs podrían ser del crudo que TEXACO descargó en las fosas de tierra (piscinas). Los fenoles probablemente provienen de los surfactantes y aditivos que TEXACO usó para intentar la remediación.

PREGUNTA 13 (Acta página 19)

“El área afectada. A este efecto, los Peritos recabarán y analizarán la información oficial relativa a la fecha de la perforación del pozo; la tecnología utilizada para la perforación del pozo y para la construcción de las piscinas que Texaco consideró necesarias, para la realización de las tareas de explotación hidrocarburífera; las normas internacionales utilizadas por la Texaco a estos efectos; el historial técnico del pozo, mientras fue operado por Texaco; el volumen de crudo producido por el pozo, mientras fue operado por Texaco; la cantidad de agua de formación generada; los criterios técnicos o normas internacionales utilizadas por la compañía que hizo la supuesta remediación; y, los demás datos que puedan ser relevantes, para resolver las cuestiones planteadas”.

RESPUESTA 13

Este pozo fue perforado por TEXACO entre el 23 de mayo y el 11 de Junio de 1971, llegando a la Formación Hollín, a 9965 pies de profundidad. Según el Sumario de Perforación de Petroproducción, los fluidos de perforación contienen 450 envases de aceite, por consiguiente los lodos eran de base a aceite y no a agua. Es decir era una mezcla de tóxicos.

TEXACO subcontrató, bajo su propia responsabilidad, a compañías especializadas para que ejecuten todos los trabajos de perforación y completación del pozo. La contratista debe haber usado una torre con equipo rotativo para la perforación; usando tubería y una broca en la punta se avanza en profundidad, rompiendo los estratos para formar una mezcla de pequeños ripios con los fluidos de perforación; estos materiales son acarreados a la superficie y depositados en las fosas en tierra, sin ningún tratamiento de eliminación de los desechos tóxicos.

Según el documento oficial hasta abril de 1990, este pozo produjo 340211 barriles de petróleo, y 289585 barriles de agua de formación. Esta agua no fue reinyectada como disponen las normas ambientales internacionales, debe haber sido arrojada a los causes hídricos.

La información de los documentos hace relación a los registros de los pozos, y a los aspectos administrativos que TEXACO mantenía con la DNH y CEPE. Es probable que los contratistas de la operadora técnica TEXACO, que se encargaron de perforar este pozo, manejaran su propia tecnología en forma reservada. Las fosas en tierra (piscinas) son una necesidad de orden práctico para descargar los residuos tóxicos que salieron del pozo, es decir no son una norma técnica internacional. Generalmente el perforador, por obligación contractual, tiene que recibir estos fluidos en grandes contenedores que se ubican junto a la torre de perforación. Luego estos fluidos deben ser entregados a una empresa certificada y especializada en remediación, que tenga su propia planta de procesos físicos, químicos y biológicos, y que esté supervisada por la autoridad ambiental nacional. Para 1971 no funcionaba en Ecuador ninguna compañía especializada en la eliminación ambientalmente segura de desechos tóxicos.

PREGUNTA 14 (Acta página 19)

“La incidencia de la contaminación en el ambiente y en los seres vivos. De encontrar que las condiciones ambientales existentes resultan nocivas o que representan un peligro actual para los seres vivos, los Peritos determinarán si es posible restablecer el ambiente a un estado que no resulte peligroso para los seres vivos; especificarán los métodos que deberían utilizarse para ello; y el costo probable de tales labores”.

RESPUESTA 14

En este sitio se cumple la cadena de riesgo potencial: fuente – transporte – receptor, por el alto nivel de pluviosidad, las escorrentías y los causes hídricos cercanos. El gran volumen de agua que corre sobre y bajo la superficie, lixivia a los tóxicos, que contaminan la plataforma y el área de influencia -dedicadas a la agricultura y a la ganadería-. En consecuencia son altas las probabilidades de contagios que resultan nocivos para la salud humana. En el Anexo 3, están algunos estudios científicos sobre leucemia infantil, cáncer, efectos en el embarazo, salud pública.

“EFECTOS DE LOS HIDROCARBUROS EN EL MEDIO AMBIENTE Y COSTOS DE REMEDIACION”. Ing. Alma Patricia Sámano T. (Universidad de Sonora). Extracto de ensayo.

EFECTOS EN EL MEDIO AMBIENTE ABIOTICO

En Cuerpos de agua, cuando ocurre un derrame, la capa de hidrocarburos disminuye hasta 90% la penetración de luz solar. La parte soluble de hidrocarburos se incorpora al agua. En suelos

parte de los hidrocarburos se adsorben y pueden permanecer por años, especialmente en suelos arcillosos, si el derrame alcanza el nivel freático, la porción soluble se incorpora al agua.

EFFECTOS EN EL MEDIO AMBIENTE BIOTICO

Una vez que los hidrocarburos se han introducido al medio ambiente, actúan sobre los organismos vivos y producen en ellos efectos adversos que dependen de la concentración y tiempo de exposición.

EFFECTOS EN ECOSISTEMAS ACUATICOS

Cuando las concentraciones son bajas, menores a 0.1 microgramo/gramo, se observa los siguientes efectos en el ecosistema acuático:

- Retarda división celular
- Retarda crecimiento plancton
- Anestesia y narcosis en organismos acuáticos (Alcanos)

Cuando las concentraciones son mayores a 0.1 microgramo/gramo, hay estos cambios:

- Muerte de especies fitoplanctónicas
- Muerte de larvas y huevos de peces
- Efectos en branquias de peces (asfixia de peces)
- Daño celular y muerte de especies acuáticas (Alcanos)
- (Naftenos) Interfieren o bloquean procesos biológicos de organismos marinos como búsqueda de alimentos, selección del hábitat, atracción sexual.

EFFECTOS EN MICROBIOTA DE SUELOS

Cuando las concentraciones son bajas, menores a 0.1 micro g/g, se observan estos efectos:

- Retarda división celular
- Retarda crecimiento de algunas bacterias y hongos
- Anestesia y narcosis en microorganismos (Alcanos)
- Afecta a un 70% de micro biota en suelos

Cuando las concentraciones son mayores a 0.1 micro g/g, se observan los siguientes efectos:

- Muerte de más de 90% de microbiota
- Muerte de larvas y huevos de macrobiota
- Daño celular y muerte de especies de macrobiota (Alcanos)
- (Naftenos) Interfieren o bloquean procesos biológicos de organismos de macrobiota como búsqueda de alimentos, selección de hábitat, atracción sexual.

EFFECTOS EN EL HOMBRE

Los hidrocarburos más nocivos son los aromáticos, tienen efectos tóxicos y carcinógenos (benzopireno). La toxicidad de los hidrocarburos aumenta al disminuir la viscosidad. Inhalar productos de alta viscosidad (150-250 centipoises) no presenta riesgo, pero inhalar productos de menos de 30 centipoises afecta pulmones (neumonitis). Ingerir hidrocarburos (1 ml/kg corporal) causa vómito, irritación de membranas mucosas, depresión del sistema nervioso central, cianosis, taquicardia, albuminuria, hematuria, daños hepáticos y arritmias cardíacas, Ingerir más de 10 ml/kg corporal causa la muerte.

ESTIRENO causa irritación de ojos y mucosas, dermatitis y cáncer.

BENCENO causa depresión del sistema nervioso central, irritación cutánea, daño hematológico (Leucemia).

TOLUENO Y XILENO causan depresión del sistema nervioso central, irritación en vías respiratorias, ojos y piel.

PAHs (Hidrocarburos Polinucleares) (Benzoantraceno, benzopirenos) causan irritación cutánea, cáncer de pulmón y piel, mutaciones, depresión del sistema nervioso central, daño hematológico (leucemia).

COSTO DE RESTAURACION DE SUELOS

A través de casos reales, en suelo agrícola, el autor de este estudio de ingeniería ambiental, ha llegado a estos valores:

COSTO POR LITRO DERRAMADO USD 1,474.52
COSTO POR METRO CUBICO CONTAMINADO USD 1,011.10

“ALTERNATIVAS PARA LA REMEDIACION DE ECOSISTEMAS CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS”: MSc. José Alfonso Álvarez González y Dr. Miguel A. Díaz Díaz. Extracto de artículo. Anexo 4.

Los derrames de petróleo y sus derivados en el ámbito mundial, han provocado una severa contaminación del suelo y de los cuerpos de agua. **Estos compuestos son tóxicos para los seres vivos ya que son mutagénicos y carcinogénicos** (Flores y col., 2001).

La contaminación por petróleo se caracteriza por su persistencia en el ecosistema, a pesar de los procesos de degradación natural y/o antrópica a que puedan ser sometidos. Los estudios recientes en la zona de Alaska (Carls y col., 2001), donde ocurrió el derrame del EXXON VALDEZ, muestran concentraciones medias anuales de hasta 62258 microgramos/gramo de hidrocarburos totales (base húmeda) en sedimentos del área. Otra prueba de la persistencia de estos contaminantes es que los perfiles de concentración obtenidos en columnas de sedimentos han servido como archivos naturales para la reconstrucción de descargas históricas antropogénicas (Santschi y col., 2001), lo cual resulta importante para evaluar el éxito de medidas recientes de control de la contaminación.

La solución ambiental adecuada de los residuos sólidos con altos contenidos de hidrocarburos generados durante los procesos de la perforación, extracción y producción del petróleo se encuentran dentro de las prioridades fundamentales de la industria petrolera.

Las técnicas de tratamiento de residuos sólidos consisten en la aplicación de procesos químicos, biológicos o físicos a desechos peligrosos o materiales contaminados a fin de cambiar su estado en forma permanente. Estas técnicas destruyen contaminantes o los modifican a fin de que dejen de ser peligrosos, además pueden reducir la cantidad del material contaminado presente en el lugar, retirar el componente de los desechos que los hace peligrosos o inmovilizar el contaminante en los desechos (Flores y col., 2001).

Entre técnicas con menos impacto ambiental cabe destacar aquellas que no requieren excavación y transporte del suelo, es decir, que el tratamiento se realiza in situ, dentro del mismo emplazamiento. La tecnología a utilizar depende entre otros muchos factores, del tipo de contaminante, tipo de terreno, afectación de las aguas subterráneas, del tiempo necesario para descontaminar, del costo de la actuación, etc. (CIPP, 1999).

En caso de no ser viable el tratamiento in situ, existen alternativas al vertedero para el tratamiento fuera del emplazamiento o ex situ, mediante plantas centralizadas de tratamiento de suelos. Por ejemplo, en Europa existen numerosas experiencias de plantas a pleno rendimiento que combinan diversos tipos de tratamientos, siendo generalmente el núcleo central el tratamiento mediante landfarming o biopilas, que utilizan agentes biológicos propios del suelo para la descontaminación, acelerando el proceso mediante control del aporte de nutrientes, humedad y aireación (CIPP, 1999).

TECNICAS TRADICIONALES

INCINERACIÓN
MEZCLAR, ENTERRAR Y CUBRIR
DISPERSION SOBRE EL TERRENO
SOLIDIFICACION

REUSO Y RECICLADO

TECNICAS INNOVADORAS

EXYTRACCION DE VAPORES DEL SUELO

ASPERSION DE AIRE

DESORCION TERMICA

DESHALOGENACION QUIMICA

ENGUAJE DEL SUELO IN SITU

EXTRACCION CON SOLVENTE

LAVADO DEL SUELO

MEDIDAS FOTOCORRECTIVAS

BIORREMEDIACION

**PREGUNTAS
DEL
DR. ADOLFO CALLEJAS**

PREGUNTAS DEL DR. ADOLFO CALLEJAS

PREGUNTA 22.1 (Acta página 27)

“Los señores peritos explicarán como el proceso de degradación del petróleo crudo a través del tiempo hace que este pierda gradualmente sus elementos posiblemente dañinos para las personas o el ambiente”.

RESPUESTA 22.1

DEGRADACION es la disminución de las características físicas, químicas y biológicas de las moléculas que componen el petróleo crudo. **En condiciones anaeróbicas, que es el presente caso, la degradación natural del petróleo, puede tardar entre un millón de años y diez millones de años** (Larter S., A. Aplin, 2003. Mechanism of petroleum biodegradation.....).

PREGUNTA 22.2 (Acta página 27)

“En base a análisis y publicaciones disponibles en la actualidad, los señores Peritos explicarán la composición química del petróleo crudo producido en el campo Sacha, denominado “Crudo Oriente-Sacha”, detallando principalmente la concentración de químicos o metales potencialmente dañinos para la salud humana”.

RESPUESTA 22.2

En la caracterización del crudo (Estación Sacha Norte), podemos notar que no contiene fenoles ni metales pesados: Cromo, Plomo, Bario, Cadmio, Cinc y Mercurio.

CARACTERIZACION FISICO-QUIMICA DE CRUDO PROVENIENTE DE LA ESTACION SACHA NORTE. AREA SACHA

No.	ANALISIS	NORMA	UNIDAD	RESULTADO
1	API 60/60 °F	D-287	Adimensional	25.4
2	Densidad Relativa	D-1480	Adimensional	0.9
3	Agua y sedimentos	D-97	%V	0.2
4	Agua por destilación	D-95	%V	0.4
5	Sedimentos por extracción	D-473	%P	0.036
6	Carbón conradson	D-189	%P	7.08
7	Cenizas	D-482	%P	0.23
8	Punto de inflamación	D-92	°C	19.8
9	Punto de fuego	D-92	°C	21.2
10	Punto de vertido	D-97	°C	-16.5
11	Punto de anilina	D-611	°C	67.5
12	Contenido de sal	D-3230	lb./100 Bls	90
13	Azufre en el crudo	D-129	%P	1.14
14	Poder calórico bruto	D-240	Kcal/kg	12027.8
15	Poder calórico neto	D-240	Kcal/kg	11421.7
16	Hidrógeno		%P	11.76
17	Corrosión a la lámina de Cu	D-130	Adimensional	1B
18	Ensayo doctor	D-484	Adimensional	NEGATIVO
19	Viscosidad Saybolt a 100°F	D-88	SSU	74.6
20	Viscosidad Saybolt a 210°F	D-88	SSU	45.2
21	Viscosidad cinemática a 100°F		Cst	14.15
22	Viscosidad cinemática a 210°F		Cst	5.79
23	Viscosidad dinámica a 100°F		Cp	12.5
24	Viscosidad dinámica a 210°F		Cp	4.86
25	Indice de refracción		Adimensional	1.5162
26	Indice de acidez	D-664	Mg KOH/g	1.0515
27	Temperat. media de ebullición			332
28	Koup.		Adimensional	12.41
29	Metales:			
	Hierro		ppm	449.5
	Aluminio		ppm	55.48
	Níquel		ppm	12.95
	Cobre		ppm	36.996
	Vanadio		ppm	160
	Sodio		ppm	13
	Potasio		ppm	1.5
30	DESTILACION TBP	2892	% volúmen	T(°C)
			0	70
			5	160
			10	210

Fuente: Ingeniería Química, Universidad Central

PREGUNTA 22.3 (Acta página 27)

“Los señores Peritos explicarán a la Corte con fundamentos técnicos y científicos, el proceso de biodegradación natural del petróleo crudo en el ambiente del pozo Sacha 10”.

RESPUESTA 22.3

La naturaleza no debe hacer el trabajo que TEXACO tiene que hacerlo, porque son los dueños de los contaminantes tóxicos (principio básico) hasta cuando éstos sean totalmente eliminados. En los datos que presenta TEXACO en la inspección judicial, fojas 9686 y 9687, dicen haber ejecutado: recuperación del crudo, mezcla con ALLCLEAN 100, floculación, coagulación y aireación. No hay datos que demuestren acciones para bioremediación.

PREGUNTA 22.4 (Acta página 27)

“Los señores Peritos se servirán realizar una descripción detallada del pozo Sacha 10 y de sus instalaciones que antes he especificado, así como de las edificaciones particulares que puedan existir en el área inmediatamente circundante”.

RESPUESTA 22.4

En los párrafos del 7 al 14, informo que este pozo no está en producción. En su área de influencia, 600 metros, no hay casas de habitación. Sobre las dos fosas está sembrado pasto. Hay árboles de teca al Este de la plataforma.

PREGUNTA 22.5 (Acta página 27)

“Los señores Peritos se servirán establecer si el pozo Sacha 10 se incluyó en el Alcance del Trabajo de Remediación acordado con el Gobierno Ecuatoriano en el Contrato de 4 de Mayo de 1955”.

RESPUESTA 22.5

Consta en una Acta, fojas 9696, 9697 y 9698.

PREGUNTA 22.6 (Acta página 27)

“De ser afirmativa la respuesta al numeral anterior, los señores Peritos determinarán cual fue el alcance de las labores de remediación que según el Plan de Remediación Ambiental aprobado por el Gobierno Ecuatoriano, debía ejecutar TEXPET en este sitio”.

RESPUESTA 22.6

En los datos que presenta CHEVRONTEXACO en la inspección judicial, fojas 9686 y 9687, dicen haber ejecutado: recuperación del crudo, mezcla con ALLCLEAN 100, floculación, coagulación y aireación. Estas técnicas no eliminan los contaminantes tóxicos que están presentes en la fosa. No tomaron en cuenta el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación, en lo relativo al Recurso Agua, publicado en el Registro Oficial 204 de Junio 5 de 1989, Acuerdo Ministerial 2144. Tampoco tomaron en cuenta el Reglamento para la Prevención y Control de la

Contaminación Ambiental en lo referente al Recurso Suelo, publicado en el Registro Oficial 989 de Julio 30 de 1992, Acuerdo 14629.

PREGUNTA 22.7 (Acta página 28)

“Los señores Peritos expresarán si consta documentadamente que TEXPET cumplió con las labores de remediación ambiental a las que se comprometió en relación con el pozo Sacha 10, y especificarán cual fue la metodología de remediación que se utilizó aquí”.

RESPUESTA 22.7

No encuentro ninguna metodología de remediación, en las acciones que TEXACO reporta: sacar el crudo de la fosa, añadir ALLCLEAN 100 (surfactante?), añadir coagulante y floculante, y mezclar con el lodo contaminado; esta mezcla lo abandonan en la misma fosa. Luego encima colocan varias capas de diversos suelos que traen con volquetas de otros sitios cercanos. Estas acciones no eliminan los residuos tóxicos. Yo no la categorizo como metodología de remediación. Han complicado más la situación por añadir otros químicos tóxicos.

PREGUNTA 22.8 (Acta página 28)

“Los señores Peritos se servirán informar si el trabajo de remediación ejecutado por TEXPET en el pozo Sacha 10 se desarrolló de acuerdo con los criterios de remediación contenidos en el Plan de Remediación Ambiental aprobado por el Gobierno Ecuatoriano como documento de ejecución del Contrato de 4 de Mayo de 1995. En relación con este aspecto, los señores Peritos sustentarán su criterio en evidencias y documentos disponibles que demuestren el cumplimiento o incumplimiento de los mencionados criterios de remediación”.

RESPUESTA 22.8

Debe haber incumplimientos porque los ingenieros y técnicos de Petroproducción, hicieron varios informes de campo sobre los trabajos de TEXACO. Las observaciones técnicas dicen que TEXACO no está cumpliendo con el Plan de Remediación, Anexo 5.

PREGUNTA 22.9 (Acta página 28)

“Los señores Peritos harán constar en su informe si el Gobierno Ecuatoriano y PETROECUADOR aceptaron satisfactoriamente los trabajos a que se comprometió TEXPET en el pozo Sacha 10, según el Contrato de 4 de Mayo de 1995. En todo caso, fundamentarán su criterio en documentos oficiales que estén disponibles para demostrar la aceptación gubernamental de los trabajos de remediación en relación al pozo Sacha 10”.

REPUESTA 22.9

TEXACO tiene una Acta firmada de la entrega de esta piscina. Pero los valores de TPHs tienen estas observaciones (fojas 9690, 9691 y 96929): punto de muestreo SA-10, 1-S7, en análisis de campo tiene 475 ppm, pero en el laboratorio de la Escuela Politécnica Nacional tiene 5,700 ppm. Con el resultado de la Politécnica no debieron haber declarado remediada la fosa.

En esta Acta TEXACO para comprobar su remediación usó reportes con pruebas de campo (foja 9689), con equipos, procesos y reactivos HACH. Así no es el procedimiento técnico. Los Reportes que presenta TEXACO son de control de actividades de campo, no contiene ensayos de laboratorio firmado por el principal responsable, el Director.

PREGUNTA 22.10 (Acta página 28)

“Los señores Peritos informarán si actualmente en el pozo Sacha 10 existe alguna piscina u otra instalación que haya sido remediada por TEXPET, que esté causando un impacto ambiental al suelo del área circundante, o a las corrientes de agua, según los criterios adoptados para el Contrato de 4 de Mayo de 1995. En caso afirmativo, los señores Peritos se servirán describir la naturaleza, localización, origen y extensión de tales impactos”.

RESPUESTA 22.10

La fosa conocida como piscina 2, según el estudio geológico (párrafos del 55 al 65) demuestra que hay presencia de petróleo y otras sustancias químicas. Las fotografías 10, 11, 12 y 13 presentan suelos contaminados. La fotografía del IGM de 1986 descubre que esta fosa fue usada por TEXACO para sus operaciones. Esta fosa debió haber sido cubierta con suelos limpios. Durante los años que estuvo abierta (24 años?) recibió crudo, agua de formación y desechos tóxicos. Estos residuos tienen que haber sido arrastrados por las lluvias hacia el riachuelo que está en la parte Este, llevando efectos tóxicos a decenas de kilómetros, que destruyeron la biota y seres humanos. Por el proceso de advección los tóxicos deben estar presentes en una extensa pluma de contaminación subterránea.

PREGUNTA 22.11 (Acta página 28)

“Los señores Peritos se servirán identificar si en la demanda presentada por María Aguinda y otros el 7 de Mayo del 2003 existe alguna reclamación específica en relación con supuestos impactos ambientales en el pozo Sacha 10. En caso afirmativo evaluarán la validez de dichas reclamaciones, en relación con la naturaleza del supuesto impacto y la presencia o ausencia de la práctica, de la afectación ambiental mencionada en la demanda”.

RESPUESTA 22.11

Materia jurídica. Entiendo que la demanda hace relación a todos los pasivos e impactos ambientales de las actividades hidrocarburíferas de la operadora técnica TEXACO, desde que esta inició sus actividades hasta cuando traspasó sus activos a Petroamazonas. En tal virtud en este se incluye el pozo Sacha 10.

PREGUNTA 22.12 (Acta página 28)

“Los señores Peritos informarán si en su criterio existen actualmente en el pozo Sacha 10, impactos ambientales que puedan ser atribuidos única y exclusivamente a las operaciones petroleras ejecutadas por el desaparecido Consorcio PETROECUADOR – TEXACO. En caso afirmativo, describirán la naturaleza, localización, extensión y causa aparente de tales impactos”.

RESPUESTA 22.12

Los impactos atribuidos única y exclusivamente a TEXACO quedan descritos en los párrafos 15 al 18. La perforación del pozo se realizó con una mezcla en base a aceite de tóxicos. En el mantenimiento (work over) aplicó varios químicos tóxicos. En los trabajos de prueba del pozo debe haber vertido petróleo crudo en las dos fosas que excavó junto al cabezal. HBT – AGRA LIMITED reporta tres derrames de crudo (1973, 1976 y 1979). Habiendo permanecido en las fosas por 24 años, los contaminantes tóxicos se dispersaron por efecto del gran caudal de lluvias, extendiéndose a decenas de kilómetros a través de la red hídrica superficial. También deben estar desplazados en una gran pluma de contaminación subterránea por medio de los acuíferos.

PREGUNTA 22.13 (Acta página 28)

“En el caso de que los señores Peritos hayan determinado que en su criterio existen actualmente en el pozo Sacha-10 impactos ambientales atribuibles única y exclusivamente a las operaciones del Consorcio PETROECUADOR – TEXACO, se servirán informar si los seres humanos están siendo afectados por la exposición a los elementos contaminados o si tal exposición podría ocurrir y en que circunstancias. En caso afirmativo, los señores Peritos evaluarán los potenciales efectos sobre la salud de las personas, que podrían derivarse de dicha exposición, basados en métodos científicos de análisis de general aceptación”.

RESPUESTA 22.13

En el Anexo 3 he incorporado varios estudios científicos que confirman la gravedad de los efectos debido a los químicos tóxicos en los seres humanos. En este pozo si existe la relación entre fuente, transporte y contagiado de tóxicos. Los contaminantes están en las dos fosas analizadas (fuente). Por el proceso de advección están en las capas freáticas que llegan a los causes aledaños (transporte). Estos riachuelos son usados por el ganado y los seres humanos (contagiados). El potencial de contaminación es bien alto.

PREGUNTA 22.14 (Acta página 29)

“En el caso de que los señores Peritos hayan determinado que en su criterio existen actualmente en el pozo Sacha-10 impactos ambientales atribuibles única y exclusivamente a las operaciones del Consorcio PETROECUADOR – TEXACO, se servirán informar si en su criterio actualmente la vegetación y el ganado está siendo afectado por exposición a tales impactos o si tal afectación puede ocurrir y en que circunstancias”.

RESPUESTA 22.14

Queda explicado en la respuesta 22.13.

“EFECTOS DE LOS HIDROCARBUROS EN EL MEDIO AMBIENTE Y COSTOS DE REMEDIACION”. Ing. Alma Patricia Sámano T. (Universidad de Sonora). Extracto de ensayo.

EFECTOS EN EL MEDIO AMBIENTE ABIOTICO

En Cuerpos de agua, cuando ocurre un derrame, la capa de hidrocarburos disminuye hasta 90% la penetración de luz solar. La parte soluble de hidrocarburos se incorpora al agua. En suelos parte de los hidrocarburos se adsorben y pueden permanecer por años, especialmente en suelos arcillosos, si el derrame alcanza el nivel freático, la porción soluble se incorpora al agua.

EFECTOS EN EL MEDIO AMBIENTE BIOTICO

Una vez que los hidrocarburos se han introducido al medio ambiente, actúan sobre los organismos vivos y producen en ellos efectos adversos que dependen de la concentración y tiempo de exposición.

EFECTOS EN ECOSISTEMAS ACUATICOS

Cuando las concentraciones son bajas, menores a 0.1 microgramo/gramo, se observa los siguientes efectos en el ecosistema acuático:

- Retarda división celular
- Retarda crecimiento plancton
- Anestesia y narcosis en organismos acuáticos (Alcanos)

Cuando las concentraciones son mayores a 0.1 microgramo/gramo, hay estos cambios:

- Muerte de especies fitoplanctónicas
- Muerte de larvas y huevos de peces
- Efectos en branquias de peces (asfixia de peces)
- Daño celular y muerte de especies acuáticas (Alcanos)
- (Naftenos) Interfieren o bloquean procesos biológicos de organismos marinos como búsqueda de alimentos, selección del hábitat, atracción sexual.

EFECTOS EN MICROBIOTA DE SUELOS

Cuando las concentraciones son bajas, menores a 0.1 micro g/g, se observan estos efectos:

- Retarda división celular
- Retarda crecimiento de algunas bacterias y hongos
- Anestesia y narcosis en microorganismos (Alcanos)
- Afecta a un 70% de micro biota en suelos

Cuando las concentraciones son mayores a 0.1 micro g/g, se observan los siguientes efectos:

- Muerte de más de 90% de microbiota
- Muerte de larvas y huevos de macrobiota
- Daño celular y muerte de especies de macrobiota (Alcanos)
- (Naftenos) Interfieren o bloquean procesos biológicos de organismos de macrobiota como búsqueda de alimentos, selección de hábitat, atracción sexual.

EFECTOS EN EL HOMBRE

Los hidrocarburos más nocivos son los aromáticos, tienen efectos tóxicos y carcinógenos (benzopireno). La toxicidad de los hidrocarburos aumenta al disminuir la viscosidad. Inhalar productos de alta viscosidad (150-250 centipoises) no presenta riesgo, pero inhalar productos de menos de 30 centipoises afecta pulmones (neumatitis). Ingerir hidrocarburos (1 ml/kg) corporal causa vómito, irritación de membranas mucosas, depresión del sistema nervioso central,

cianosis, taquicardia, albuminuria, hematuria, daños hepáticos y arritmias cardíacas, Ingerir más de 10 ml/kg corporal causa la muerte.

ESTIRENO causa irritación de ojos y mucosas, dermatitis y cáncer.

BENCENO causa depresión del sistema nervioso central, irritación cutánea, daño hematológico (Leucemia).

TOLUENO Y XILENO causan depresión del sistema nervioso central, irritación en vías respiratorias, ojos y piel.

PAHs (Hidrocarburos Polinucleares) (Benzoantraceno, benzopirenos) causan irritación cutánea, cáncer de pulmón y piel, mutaciones, depresión del sistema nervioso central, daño hematológico (leucemia).

PREGUNTA 22.15 (Acta página 29)

“En caso de que los señores Peritos consideren que en el pozo Sacha-10 existen actualmente riesgos ambientales derivados única y exclusivamente de las operaciones del Consorcio PETROECUADOR – TEXACO, se servirán evaluar los potenciales efectos dañinos que para el ganado y la vegetación podría tener la exposición a los impactos ambientales arriba descritos, para lo cual se basarán en métodos científicos de análisis de general aceptación”.

RESPUESTA 22.15

El potencial de contaminación es muy alto por las razones ampliamente explicadas en el estudio geológico de mi Informe. En la porosidad de los acuíferos los químicos tóxicos están o en solución o en fase inmiscible. Por el proceso de advección se dispersan lateralmente, llegando a los cauces superficiales. Todos los cursos hídricos son usados para el ganado y la agricultura. Los estudios que presenta CHEVRONTEXACO en sus Informes Periciales confirman la exposición crónica del ganado a través del agua de consumo; igualmente se refieren a la exposición a los hidrocarburos presentes en el suelo durante el pastoreo.

PREGUNTA 22.16 (Acta página 29)

“Si los señores Peritos consideran que de la exposición a impactos ambientales actualmente existentes en el pozo Sacha-10, que puedan ser atribuibles única y exclusivamente a las operaciones del Consorcio PETROECUADOR–TEXACO, se servirán evaluar el beneficio neto que para los posibles afectados puede derivarse de la ejecución de potenciales medidas de mitigación”.

RESPUESTA 22.16

Solo para eliminar los tóxicos del suelo contaminado (párrafos 84 y 104) se debería invertir aproximadamente USD 4'371.000.

PREGUNTA 22.17 (Acta página 29)

“Solicito que los señores Peritos se sirvan analizar los documentos oficiales que entregaré al final para que usted, señor Presidente, se sirva disponer que se incorporen al expediente, relativos a los trabajos de reacondicionamiento del pozo Sacha-10

ejecutados por PETROECUADOR, con el fin de que pueda incluir en su informe una apreciación fundamentada acerca del impacto ambiental que tales trabajos hayan podido tener sobre el área”.

RESPUESTA 22.17

En la foja 9706 se encuentra un presupuesto para hacer limpieza a punzados con solventes más HCl al 15% del pozo Sacha 10. Contiene una lista de químicos que se usará y la descripción de los trabajos.

La foja 9707 dice LIMPIEZA CON HCl – 15% y tiene una lista de productos químicos

La foja 9708 dice Estimular arena “U” con 1000glns de R.M.A., lista de químicos y trabajos.

Estas tres fojas no tienen un sello de Petroproducción. Deben presentarse documentos finales de la ejecución de estos mantenimientos del pozo.

La toxicidad de estos químicos es similar a la que TEXACO uso en sus trabajos de mantenimiento del mismo pozo. Si fueron ejecutados después de que TEXACO taponó las fosas (piscinas) el contratista de los mantenimientos del pozo tiene la obligación de llevarse los residuos tóxicos a la planta de una empresa especializada en eliminación final.

PREGUNTA 22.18 (Acta página 29)

“En base a las observaciones de campo que realicen y a los análisis de laboratorio que he solicitado, los señores Peritos harán una valoración de riesgo para la salud humana, en relación con la piscina remediada por TEXPET en el pozo Sacha-10”.

RESPUESTA 22.18

Los resultados del estudio geológico de la fosa 1 (párrafos 23 al 35) y del estudio geológico de la fosa 2 (párrafos del 55 al 64), revelan la presencia de petróleo crudo y desechos tóxicos.

La tabla 6 del Informe indica que hay presencia de Cromo en el suelo de la fosa 1, en 75% más de la norma 3516. La tabla 7 indica que en el agua de la fosa 1, hay Plomo (265 veces más), Bario (6 veces más) y TPHs (30 veces más) en exceso a los niveles permitidos por la norma 3516. En base a estos datos podemos afirmar que la remediación no fue eficaz. El riesgo para la salud humana es muy alto, como queda demostrado en las anteriores respuestas.

Las acciones con ALLCLEAN 100, coagulante y dispersante no surtieron en resultados adecuados para remediar el suelo y agua de la fosa 1. La tabla 8 del Informe revela que los parámetros analizados en campo por TEXACO no cumplían con la norma 2144, vigente en 1996; en tal virtud el Cadmio (2 veces más), Fenoles (4 veces más), Níquel (11 veces más) y Plomo (1 vez más) rebasaban los límites de esta norma.

PREGUNTA 22.19 (Acta página 29)

“Los Peritos informarán si encontraron restos de petróleo en el suelo superficial de la plataforma y de la piscina remediada; y, de ser ese el caso, si la presencia de petróleo es potencialmente peligrosa, si existe un curso para que alguien esté expuesto a sus efectos y si actualmente alguien está efectivamente expuesto a ellos y en que forma”.

RESPUESTA 22.19

No se encontró restos de petróleo en el suelo superficial.

PREGUNTA 22.20 (Acta página 29)

“Los Peritos informarán a la Corte cuales fueron los estándares y criterios que el Gobierno Ecuatoriano impuso para la remediación efectuada por TEXPET, en la piscina del pozo Sacha-10 aquí examinada, y si en su criterio, tales estándares y criterios eran utilizados en otros países y aceptados por agencias de protección ambiental en 1995”.

RESPUESTA 22.20

En foja 9689 consta el Resultado Analítico de agua. Estas son pruebas con equipos de campo. Los límites que aquí se describen corresponden al Reglamento 621, Cuadro 4, Límites Permisibles de Descargas de Fluidos y Aguas de Formación.

Primero las normas del reglamento 621 no son internacionales.

Segundo, en los documentos protocolizados no constan las normas internacionales del “Contrato para La Ejecución de Trabajos de Reparación Medioambiente al y Liberación de Obligaciones, Responsabilidades y Demandas”.

Tercero, en el Reglamento 621 no constan determinaciones químicas muy importantes para demostrar que el suelo y el agua no contienen desechos peligrosos, como: Cromo VI, BTEX, HAPs.

Cuarto, en los documentos no se explica las razones, por las cuales en el mencionado Contrato no se toman en cuenta normas vigentes en ese año, como son: Acuerdo Ministerial 2144, R.O. 204, de Junio 5, 1989 (Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo referente al Recurso Agua); Acuerdo 14629, R.O. 989 de Julio 30, 1992 (Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en lo referente al Recurso Suelo).

Quinto, en mi criterio profesional, los sitios en donde se excavaron las fosas no son lugares de descargas de fluidos de perforación, desechos químicos peligrosos, agua de formación y petróleo crudo. Si la operadora técnica, por fuerza mayor, se vio urgida de hacer esas descargas en fosas temporales, tenía que haberlas recubierto con láminas de protección para evitar el desplazamiento de los químicos tóxicos, y luego en un corto tiempo (semanas) sacar todos los desechos de las fosas. Bajo ninguna circunstancia TEXACO debió mantener los residuos tóxicos en fosas de tierra por 24 años, sin tratamiento alguno.

PREGUNTA 22.21 (Acta página 29)

“Los Peritos informarán a la Corte, si a la presente fecha hay liberación o descarga de petróleo hacia el entorno ambiental de la piscina remediada por TEXPET en 1966”.

RESPUESTA 22.21

En el estudio geológico se demuestra que hay desplazamiento de los desechos tóxicos del petróleo, en la capa freática de la fosa 1, en donde TEXACO añadió ALLCLEAN 100, coagulante y dispersante. Por el proceso de advección estas moléculas pueden llegar al cause que está al Sur.

PREGUNTA 22.22 (Acta página 30)

“Los Peritos informarán a la Corte si la piscina remediada tiene o no en la actualidad una cobertura de material limpio, de acuerdo al Plan de Acción de Remediación, anexo del Contrato de 4 de Mayo de 1995. En su informe los señores Peritos harán constar una especificación del material limpio de cobertura que aquí encontraron”.

RESPUESTA 22.22

En el estudio geológico (párrafos 23 al 35) de la fosa 1 (piscina 1) se observa la presencia de material de relleno entre 0.00 m y 1.00 m de profundidad, tanto arcilla, areno limo y limo arcilloso. Hasta los 0.25 m encontramos un suelo limoso, raíces, arcilla limosa, café, seca, plástica y el nivel freático. Hay una cobertura vegetal compuesta de potreros.

PREGUNTA 22.23 (Acta página 30)

“Los Peritos informarán a la Corte, si en la piscina remediada por TEXPET en el pozo Sacha-10 aflora actualmente petróleo crudo a la superficie de manera natural. De ser afirmativa la respuesta, los Peritos deberán indicar a la Corte, el volúmen de cualquier afloramiento existente y si el mismo es o podría ser peligrosos para la salud de los habitantes de la zona”.

RESPUESTA 22.23

A simple vista no se nota presencia de una masa importante de petróleo y desechos tóxicos en la superficie de lo que fue la fosa 1. Sin embargo queda ampliamente explicado que hay residuos tóxicos (Tabla 7) en la capa freática (25 cm de profundidad), que están desplazándose en forma lenta (ver fotografía 6) en dirección al cause que está al Sur.

PREGUNTA 22.24 (Acta página 30)

Los Peritos deberán informar a la Corte fundados en criterios técnicos y científicos, si las trazas de hidrocarburos existentes en la piscina remediada por TEXPET en el pozo Sacha-10 podría desplazarse al ambiente a través del aire, por la superficie del terreno o bajo la tierra”.

RESPUESTA 22.24

En las respuestas que anteceden (22.12, 22.13, etc.) queda ampliamente demostrado que los desechos tóxicos, que se encuentran en fase inmiscible o en solución en agua subterránea de la fosa 1, se pueden desplazar por efecto de las precipitaciones atmosféricas (4,000 mm), y llegarán al riachuelo del Sur, y a través de éste a caudales acuosos mayores.

PREGUNTA 22.25 (Acta página 30)

“Los Peritos deberán informar a la Corte, el tipo de suelo encontrado en la piscina remediada por TEXPET en el pozo Sacha-10, así como en el área de la plataforma”.

RESPUESTA 22.25

En la Figura 5, columna estratigráfica de la piscina 1 (página 19), y en la Tabla 3, registro de perforación SA10-S1 en la piscina 1 (página 29), geológicamente la superficie está compuesta de limos arcillosos de color café, el relleno está entre 0.0 m a 1.0 m (arcilla café, areno limoso, limo arcillosos y residuos orgánicos). La contaminación con petróleo se evidencia entre 0.45 m y 1.70 m de profundidad. La capa de contaminación es de 1.25 m (párrafos 27 y 28). La plataforma tiene un área aproximada de 2,100 metros cuadrados.

PREGUNTA 22.26 (Acta página 30)

“Los Peritos deberán informar a la Corte, si las personas que pudieran tener sus viviendas en la zona circundante a la plataforma y a la piscina remediada por TEXPET en el pozo Sacha-10, podrían estar expuestas a concentraciones de petróleo crudo en niveles y con la frecuencia que los torne peligrosos para su salud, conforme a los estándares convenidos en la remediación. Los señores Peritos explicarán técnica y científicamente su opinión al respecto”.

RESPUESTA 22.26

No encontré viviendas dentro del área de influencia del pozo Sacha-10. Cuando los desechos peligrosos alcancen (alto potencial) presentes en solución y fase inmiscible en el acuífero, el cause del Sur, serán un peligro mortal para el ganado y los seres humanos.

PREGUNTA 22.27 (Acta página 30)

“Los señores Peritos informarán a la Corte, si en sus investigaciones de campo realizadas con motivo de la inspección judicial, han podido determinar la existencia de derrames de petróleo, piscinas u otras instalaciones que por no haber sido parte del Alcance de Trabajo de Remediación Ambiental ejecutado por TEXPET, según el Contrato de 4 de Mayo de 1995, aún no han sido remediadas por Petroecuador, como correspondía”.

RESPUESTA 22.27

En los documentos de la DNH y Petroproducción que hemos consultado, no constan los datos sobre los derrames que se han producido en Sacha-10, después de que la operadora técnica TEXACO concluyó sus actividades.

PREGUNTA 22.28 (Acta página 30)

“Los Peritos deberán informar a la Corte, si en la piscina remediada por TEXPET en el pozo Sacha-10 existe actualmente alguna “sustancia sólida, líquida o gaseosa presente o liberada en el ambiente, a tal concentración y condición, cuya presencia o liberación causa o tiene el poder de causar daño a la salud de los humanos o al medio ambiente”, es decir si existe algún impacto ambiental en la zona, según definición del artículo I del Contrato de 4 de Mayo de 1995. En caso afirmativo, explicarán la técnica y científicamente su opinión”.

RESPUESTA 22.28

Si hay presencia de químicos tóxicos en la fosa 1. De acuerdo a los análisis químicos en el Laboratorio independiente CESAQ, en la Tabla 6 (página 28) vemos presencia de Cromo en 75% más alto de la norma ecuatoriana vigente. En la Tabla 7 (página 29) se observa el exceso de Plomo (265 veces), Bario (6 veces) y TPHs (30 veces) en comparación a la norma 3516. También hay presencia de fenoles, tabla 8 (página 35). Todos estos desechos son tóxicos, ver **IMPACTOS EN LA SALUD** de mi informe (párrafos del 67 al 78).

PREGUNTA 22.29 (Acta página 30)

“En caso de que los señores Peritos encuentren que en la zona existen impactos ambientales que no provengan de las operaciones hidrocarburíferas relacionadas con el pozo Sacha-10, informarán a la Corte con fundamento técnico y científico cuales son en su criterio las fuentes y origen de tales impactos”.

RESPUESTA 22.29

No he sido notificado, ni poseo documentación con la que pueda demostrar sobre otros impactos ambientales en el área de influencia del pozo Sacha-10.

PREGUNTA 22.30 (Acta página 31)

“Los señores Peritos explicarán a la Corte el significado del permisible de “menos de 1.000 partes por millón de hidrocarburos de petróleo totales (TPH por sus siglas en inglés), que se puedan lixiviar del suelo”, exigido por el Gobierno Ecuatoriano para determinar si el suelo de un determinado sitio debió o no ser remediado. Además, explicarán si consideran que ese es un parámetro de medición que se aplicaba en la época (1995 – 1997) y si existían regulaciones ambientales internacionales, aplicables específicamente a la remediación de piscinas abiertas durante la exploración y explotación de petróleo en áreas de clima tropical, que permitan una mayor concentración de hidrocarburos totales de petróleo que se pueda lixiviar del suelo, como norma segura para la salud humana y el ambiente”.

RESPUESTA 22.30

En los documentos de la DNH que he consultado no he encontrado los Manuales de Procedimientos Técnicos que TEXACO debería tener para sus actividades de Exploración y Producción de Petróleo en la Concesión que le entrega Ecuador. Como corporación americana, trabajando como operadora técnica en campos petroleros ecuatorianos, debió hacer aprobar por la DNH sus Procedimientos Técnicos.

Según el glosario del Decreto 1215, por TPH se define al total de hidrocarburos de petróleo (soluble o recuperable en ciertos solventes). Sinónimo: hidrocarburos minerales.

Si la norma ecuatoriana exigía que el suelo de la piscina debe estar con menos de mil partes por millón de hidrocarburos totales de petróleo, entonces la fosa 1 no debió declarársela como remediada porque en el laboratorio de la Escuela Politécnica Nacional se determinó que contenía cinco mil setecientas partes por millón de TPHs (foja 9692).

PREGUNTA 22.31 (Acta página 31)

“Los señores Peritos se servirán explicar a la Corte el significado del criterio denominado “TCLP” siglas que corresponden a la frase en inglés: “Toxicity Characteristic Leaching Procedure”, y que el Gobierno Ecuatoriano exigió para analizar los suelos remediados por TEXPET”.

RESPUESTA 22.31

Del glosario. El ensayo TCLP es utilizado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, para determinar si es que un desecho es o no peligroso para la salud y el medio

ambiente. El ensayo se aplica principalmente para determinar la toxicidad de desechos peligrosos que se depositan en rellenos sanitarios. Este ensayo no ha sido desarrollado para determinar la toxicidad del petróleo, ni tampoco para caracterizar petróleo. El ensayo ha sido diseñado principalmente para muestras sólidas, las mismas que tienen una forma y estructura definida. En el ensayo la muestra del desecho se corta en pequeños pedazos, con un diámetro menor de 10 mm, a la cual se añade una solución líquida de un disolvente como ácido acético. El recipiente con la muestra se tapa y agita por 24 horas y luego se filtra. El líquido se analiza por la presencia de contaminantes específicos de conformidad con la lista del "Chapter 40 of the Code of US Regulations, Section 261 (40 CFR Part 261). El ensayo es altamente inconsistente y es así como muestras que contienen cientos de contaminantes, por ejemplo los metales tóxicos encontrados en las muestras de suelo y agua de las fosas, pasan las pruebas, ya que los metales pesados están fuertemente adheridos sea a un material alcalino que neutraliza el ácido del medio, o que es fuertemente resistente a los ácidos.

PREGUNTA 22.32 (Acta página 31)

"Los señores Peritos se servirán informar a la Corte si el proceso de remediación usado en la piscina de Sacha-10, por TEXPET según el Contrato de 4 de Mayo de 1995, era también utilizado a la época en otros lugares del mundo para el cierre de piscinas construidas en operaciones de exploración y explotación de petróleo crudo en áreas de clima tropical y si aún actualmente se continúan empleando, por su eficacia. Igualmente, informarán los señores Peritos si los organismos de regulación aprobaban en la época el empleo de los mismos y si lo siguen aprobando en la actualidad".

RESPUESTA 22.32

En los documentos que he analizado no encuentro los Procedimientos Ambientales que TEXACO debió haber sometido a la aprobación de la DNH. Tampoco encuentro las normas internacionales que permitan hacer estas acciones como remediación. Desde mi criterio profesional, no hay remediación cuando se ha mezclado un suelo contaminado con ALLCLEAN 100, más coagulante y floculante como consta en el reporte de reparación ambiental, foja 9687, luego taponar la fosa con suelos de otro lugar. Los análisis de laboratorio han encontrado desechos tóxicos en cantidades no permitidas por la ley ambiental vigente.

PREGUNTA 22.33 (Acta página 31)

"Los señores Peritos explicarán a la Corte como se entiende a la "remediación ambiental" de un sitio contaminado, tal como se practica en diversos países y si su objetivo básico es el de lograr que un elemento químico potencialmente tóxico que existe en un sitio, pierda su capacidad de afectar a la salud humana o al ambiente".

RESPUESTA 22.33

El Decreto 1215 dice en el Glosario: "Rehabilitación ambiental: conjunto de acciones y técnicas con el objetivo de restaurar condiciones ambientales originales o mejoradas sustancialmente en sitios contaminados y/o degradados como consecuencia de actividades humanas. Sinónimos: remediación ambiental, reparación ambiental, restauración ambiental".

"Las técnicas de tratamiento de residuos sólidos consisten en la aplicación de procesos químicos, biológicos o físicos a desechos peligrosos o materiales contaminados a fin de cambiar su estado en forma permanente. Estas destruyen contaminantes o los

modifican a fin de que dejen de ser peligrosos, además pueden reducir la cantidad de material contaminado presente en un lugar, retirar el componente de los desechos que los hace peligrosos o inmovilizar el contaminante en los desechos” (Flores y col., 2001).