

**Maria Aguinda y Otros contra ChevronTexaco Corporation
Corte Superior de Justicia de Nueva Loja, Ecuador
Juicio N° 002-2003**

Inspección Judicial de la Estación de Producción Shushufindi Suroeste

**SEÑOR PRESIDENTE DE LA HONORABLE CORTE DE JUSTICIA DE
NUEVA LOJA**

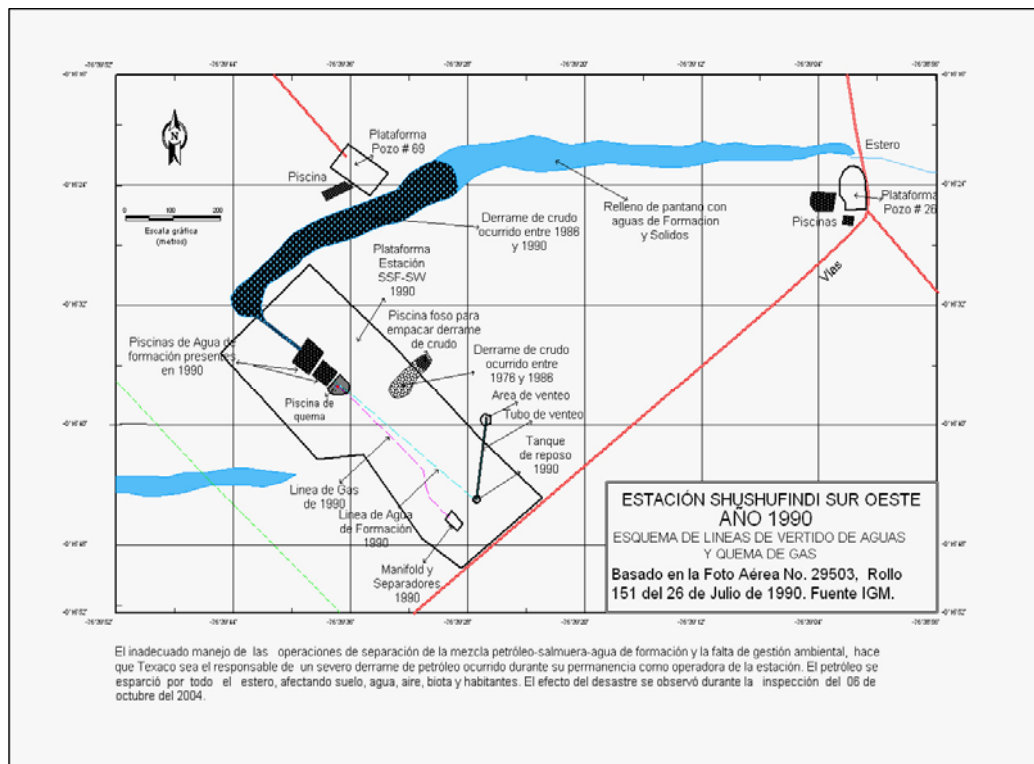
Ingeniero Oscar M Dávila, Perito nombrado por Usted, dentro de la diligencia de inspección judicial del sitio Estación de Producción Shushufindi Suroeste, hallándome dentro de término, someto a su consideración el informe que adjunto.

Firma: _____
ING. OSCAR M DAVILA, PERITO

Fecha: _____

INFORME DEL PERITO
 SEÑOR OSCAR DAVILA, Geólogo
 Inspección Judicial de la Estación Shushufindi
 Suroeste

Maria Aguinda y Otros contra ChevronTexaco Corporation,
 Corte Superior de Justicia de Nueva Loja, Ecuador
 Juicio N° 002-2003



25 de Febrero del 2005

INFORME DEL PERITO
INGENIERO
OSCAR M DAVILA

*Inspección Judicial de la
Estación de Producción
Shushufindi Suroeste*

**Maria Aguinda y Otros contra
ChevronTexaco Corporation
Corte Superior de Justicia de
Nueva Loja, Ecuador
Juicio N° 002-2003**

Por:

Oscar M Dávila, Geol.
Servicios de Consultoría en
Efluentes Urbanos e Industriales
Auditoria, Monitoreo y Remediación Ambiental

CIGMYP LP 07-9-669
Colegio de ingenieros Geólogos, de Minas y
Petróleos de Pichincha, Ecuador

Emitido: 25 de Febrero, 2005

Oscar M Dávila, Geólogo

INDICE

LA DILIGENCIA JUDICIAL	9
INTRODUCCIÓN	9
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SITIO	9
CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL.....	11
OPERACIONES DE PRODUCCIÓN QUE SE REALIZAN ACTUALMENTE EN LA ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN SHUSHUFINDI SUR OESTE	12
DESCARGAS Y DISPOSICION DE DESHECHOS DE PETROLEO ENTRE LOS AÑOS 1970 Y 1990.....	21
ANÁLISIS DE FOTOS AÉREAS DE LOS AÑOS 1976, 1986 Y 1990	22
ANÁLISIS DE LAS HUELLAS GEOLÓGICAS DEJADAS POR LOS VERTIDOS DE DESHECHOS INDUSTRIALES PETROLEROS EN EL ÁREA DEL PANTANO.	29
<i>Introducción.....</i>	29
<i>Descripción del Pantano.....</i>	30
<i>Perforaciones de investigación del pantano.....</i>	31
<i>Estratigrafía general del pantano.....</i>	41
IMPACTOS EN LA BIOTA DEL ÁREA DEL PANTANO	48
BREVE NOTA SOBRE DEGRADACION DE HIDROCARBUROS.....	52
ANÁLISIS DE LAS HUELLAS GEOLÓGICAS DEJADAS POR LOS VERTIDOS ANTRÓPICOS INDUSTRIALES EN EL ÁREA DE LA PLATAFORMA DE LA ESTACIÓN.....	54
MUESTREO DE LOS PUNTOS DE INSPECCION.....	57
RESULTADOS	58
DEL ANALISIS MULTITEMPORAL.....	58
DEL LABORATORIO	58
DE LA EVALUACION DE LAS ACTAS DE ENTREGA	64
DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO REPORTADOS POR TEXACO	64
IMPACTOS EN LA SALUD	70
BARIO.....	70
CADMIO.....	73
COBRE.....	76
PLOMO	78
NÍQUEL	81
CINC.....	84
CROMO	87
HIDROCARBUROS TOTALES DE PETROLEO (TPH).....	89
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAPs)	91
CONCLUSIONES.....	94
DEL ESTUDIO GEOLÓGICO SE CONCLUYE LO SIGUIENTE:	94
DEL ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA ESTACIÓN EN BASE A LAS FOTOGRAFÍAS AÉREAS DE 1976-1986 Y 1990, SE CONCLUYE LO SIGUIENTE	95
DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO REPORTADOS AL PERITO INSINUADO POR LOS DEMANDANTES SE CONCLUYE LO SIGUIENTE:	96
DE LA EVALUACION DE LAS ACTAS DE ENTREGA	97

DE LA EVALUACIÓN DE DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO REPORTADOS POR TEXACO SE CONCLUYE LO SIGUIENTE:	97
<i>MUESTRAS DE SUELO</i>	97
<i>MUESTRAS DE AGUA</i>	98

PREGUNTAS PLANTEADAS A LOS PERITOS POR LOS LITIGANTES..... 98

PREGUNTAS DEL DOCTOR ADOLFO CALLEJAS ABOGADO DE LOS DEMANDADOS 99

<i>INSTALACIONES DE LA ESTACIÓN SHUSHUFINDI SUROESTE</i>	99
<i>REINYECCION DE AGUA</i>	99
<i>DESCARGAS HISTÓRICAS DE AGUA DE FORMACIÓN E IMPACTOS AMBIENTALES</i>	100
<i>MUESTREO DE AGUAS DE CONSUMO HUMANO</i>	100
<i>DERRAME DE PETRÓLEO EN EL PANTANO</i>	101
<i>REMEDIACIÓN DE LA ESTACIÓN</i>	101

PREGUNTAS A LOS PERITOS POR PARTE DE LA DOCTORA MÓNICA PAREJA ABOGADO DE LOS DEMANDANTES 102

<i>INSTALACIONES DE LA ESTACIÓN SHUSHUFINDI SUROESTE</i>	102
<i>PISCINAS DENTRO DE LA ESTACION</i>	103
<i>REMEDIACION</i>	104
<i>CONTAMINACIÓN POR ACTIVIDADES HIDROCARBURIFERAS</i>	104
<i>PANTANO CONTAMINADO</i>	104
<i>DERRAME CERCA DEL POZO SHUSHUFINDI 27</i>	105

ANEXOS 107

ANEXO A: FIGURAS	107
ANEXO B: CADENA DE CUSTODIA	107
ANEXO C: RESULTADOS DE LABORATORIO	107

LA DILIGENCIA JUDICIAL

1. En el Juicio Verbal Sumario No. 002 – 2003 de la Corte Superior de Nueva Loja, que sigue María Aguinda y Otros en contra de CHEVRONTEXACO, se realizó el 06 de Octubre del 2004, la inspección judicial al sitio denominado ESTACION SHUSHUFINDI SUROESTE, Cantón Shushufindi, Provincia de Orellana.
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 la ESTACION SHUSHUFINDI SUROESTE, 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.

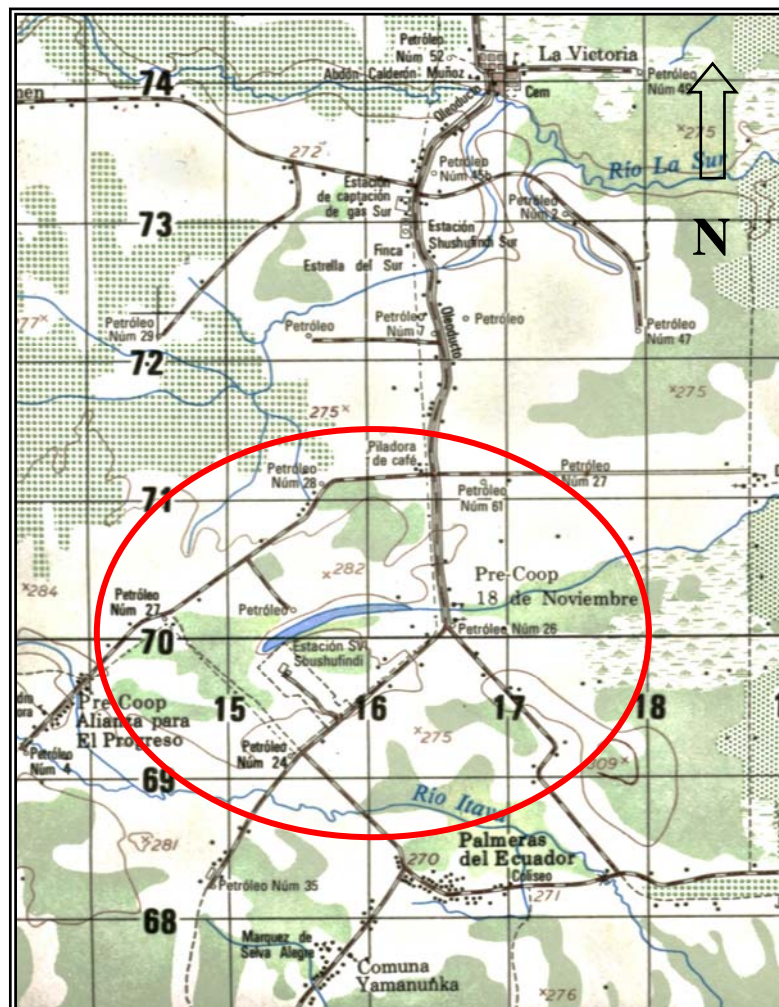
INTRODUCCIÓN

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SITIO

4. **Jurisdicción Territorial.-** El lugar se encuentra en la región Amazónica del Ecuador, en la Administración Jurisdiccional de:
 - Sitio: Estación Shushufindi Sur Oeste
 - Recinto: Cooperativa 18 de Noviembre
 - Parroquia: La Victoria
 - Cantón: Shushufindi
 - Provincia: Sucumbíos
 - País: Ecuador
 - Ubicación: Aproximadamente a 120 Km. al Sureste de Lago Agrio.
 - Concesión: Texaco, Pastaza - Aguarico, año 1973
5. **Ubicación.-** La Estación Shushufindi Sur Oeste y las áreas circundantes a las que se refiere el presente informe se encuentran ubicadas en la parte Sur del Campo Petrolero Shushufindi, en el interior de la elipse

marcada en el mapa 5.1. En el sistema de coordenadas GMT estos sitios se encuentran alrededor del punto ubicado a 16 minutos al Sur de la línea ecuatorial y a 79 grados y 39 minutos al oeste del meridiano de Greenwich. El sitio se encuentra a una altura variable entre 275 y 282 metros sobre el nivel medio del mar.

6. **Acceso.-** Para llegar al sitio se viaja desde Lago Agrio una hora en carro hacia el sur siguiendo la carretera asfaltada Lago-Coca hasta el caserío conocido como El Proyecto. Luego y tras continuar el viaje hacia el Este por unos 30 minutos mas por carretera lastrada en regular estado y que dicho sea de paso se sella periódicamente con riegos de crudo pesado, se llega a la pequeña ciudad de Shushufindi. Finalmente a la Estación Shushufindi Sur Oeste se llega tras recorrer unos 10 Km mas hacia el Sur por carretera igualmente sellada con el pegajoso crudo pesado y tras atravesar el poblado La Victoria que queda a medio camino de este último tramo.



Mapa de Ubicación 6.1. Tomado de la Carta Topográfica Shushufindi del IGM. Escala 1: 50.000. Compilado y editado por el IGM de fotos aéreas tomadas en 1976 y 1990.

7. **Clima.-** El área se encuentra en la planicie amazónica Oriental sometida al clima mesotérmico pluvial amazónico correspondiente al bosque tropical húmedo. La temperatura varía entre 25°C y 42°C. La pluviosidad de la Región fluctúa entre 2000 y 4000 mm al año (2 a 4 m de agua por año)

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

8. **Fisiografía y Geomorfología.-** El sector se encuentra dentro del dominio de una extensa llanura plana constituida por terrenos geológicos de inundación aluvial. Esta llanura se encuentra levemente disectada por cursos de agua poco profundos que han formado valles anchos, de fondo plano, inundables en periodo lluvioso y dentro de los cuales los canales o esteros que drenan las aguas divagan formando meandros, charcos y pantanos, configurando en conjunto un tejido hidráulico de baja definición, con flujos hidráulicos lentos y que conforman ecosistemas de humedales de rica biodiversidad y vida acuática.
9. **Edafología.-** El suelo orgánico que sustenta y nutre la flora en la zona inspeccionada –Estación Shushufindi Suroeste- se deriva de sedimentos finogranulares exógenos. Estos sedimentos finos fueron acarreados en suspensión por antiguos desbordamientos fluviales. Dichos eventos acaecieron en toda la zona baja y plana de las cuencas hidrográficas de los ríos Napo, Coca y Aguarico. Desde estos cuerpos de agua desbordados se decantaron arenas de grano medio a fino, limos y arcillas limosas que estuvieron suspendidos en esta agua. El suelo orgánico es típicamente limo arcilloso, tiene color café oscuro y el espesor máximo observado es de 30 cm. Físicamente es permeable, las aguas lluvias se infiltran en ellos mas o menos rápidamente, alimentando así las aguas freáticas contenidas en los niveles inferiores del subsuelo.
10. **Estratigrafía regional del subsuelo.-** En el área, la unidad estratigráfica que yace inmediatamente debajo del suelo edáfico tiene un espesor de 10 a 20 metros. Esta unidad fue depositada en el pasado reciente conformando un manto húmedo y suave constituido por capas alternadas de arenas finas de color gris y limos arcillosos blandos de color café. Debajo y en algunos lugares se ha visto un nivel de 5 m de espesor de arenas gruesas sueltas y limpias. Estos depósitos de llanura de inundación descansan en forma discordante sobre terrenos, también de origen fluvial, pero más antiguos. Así, en algunos lugares en el área – p.ej. en el Estero La Sur- debajo de esta unidad blanda yace un grueso horizonte de arenas conglomeráticas compactas blanquecinas. Estos depósitos fluviales antiguos se presentan fuertemente laterizados y sus gravas y arenas lucen muy descompuestas conservando sin embargo sus texturas relictas. Contienen además abundante arcilla secundaria del tipo caolín, presentan un color rojo ladrillo característico y puede observarse sus afloramientos en los taludes de la carretera entre Lago

Agrio y Shushufindi, en los lugares donde la morfología es alomada y redondeada.

- 11. Geohidrología.-** El agua subterránea en el sector se alimenta exclusivamente de las recargas verticales del agua lluvia. El nivel freático en el área circundante a la Estación Shushufindi Suroeste en temporada seca se encuentra entre 5 a 8 metros de profundidad, lo cual se ha verificado en los pozos de agua practicados por los vecinos del lugar. Las arcillas limosas se encuentran saturadas a pocos decímetros debajo del suelo edáfico. En general se puede decir que la circulación de agua subterránea es lenta y presenta oscilaciones verticales decimétricas correspondiendo a las alternancias de periodos lluviosos y secos. En el Pantano donde se descargaban en el pasado los líquidos provenientes de la Estación Shushufindi Suroeste el nivel freático se encuentra inmediatamente debajo del nivel del suelo.
- 12. Hidrología.-** La escorrentía superficial del área, donde se ubica la estación Shushufindi Oeste, drena una llanura plana casi horizontal, inclinada suavemente hacia el estero denominado "El Pantano". Este estero continúa por varios kilómetros recibiendo aguas de otros riachuelos y desemboca finalmente en el río Shushufindi, el cual es afluente del río Aguarico. En el lugar inspeccionado la naturaleza ha conformado una depresión que constituye el nacimiento de un canal fluvial. Las lluvias elevan el nivel de agua de esta depresión denominada "El Pantano" hasta en unos 60 cm, al momento de la visita tenía unos 20 cm de agua. El estero nace precisamente en esta depresión y tiene desde aquí un flujo continuo.

OPERACIONES DE PRODUCCIÓN QUE SE REALIZAN ACTUALMENTE EN LA ESTACIÓN DE PRODUCCIÓN SHUSHUFINDI SUR OESTE

- 13. Recepción de petróleo².**- Esta estación es una unidad industrial donde se realizan operaciones unitarias de separación de las fases componentes de crudos de petróleo: agua de formación, petróleo, gas y sólidos. El crudo llega a la estación desde las profundidades del sector sur del campo petrolero Shushufindi. A la fecha de la Inspección Judicial - octubre 6 del 2004- se producían diariamente en esta estación un promedio de 5,000 barriles de petróleo y unos 9,410 barriles de salmuera o agua de formación. Desconocemos cuanto gas se produce en esta estación, solo sabemos que una parte de este gas se reinyecta al subsuelo para producir mas crudo, otra parte se usa en una planta

² La información de esta parte del informe proviene de los datos registrados y consultados en los archivos de Petroecuador y Dirección de Hidrocarburos DNH, así como de observaciones directas en el campo.

termoeléctrica y otra parte, que actualmente es mínima en relación al gas quemado en el tiempo pasado cuando la empresa Texaco operó la estación, se quema en el mechero de la estación.

14. **Las aguas de formación.-** Estas coexisten con el petróleo en los reservorios. *Estas aguas son muy saladas y están saturadas con hidrocarburos solubles en agua, tales como benceno, naftaleno y sus isómeros metilados. También tienen concentraciones significantivas de níquel, vanadio y cobre. La mayoría de cationes presentes en las aguas de formación, tales como el sodio, potasio, calcio, magnesio, estroncio, bario y los aniones cloro, y bromo están significativamente correlacionados con el contenido total de sal, expresada como conductividad³.*
15. **Pozos.-** La estación esta conectada con 13 pozos perforados en su vecindad, de los cuales 9 están produciendo, 1 está cerrado, 1 está abandonado y 2 se usan como pozos de reinyección de agua de formación. Los 9 pozos en producción a la fecha de la inspección judicial, utilizaban la tecnología de "levantamiento artificial" usando bombas eléctricas sumergidas instaladas en el fondo de los pozos. Las bombas de siete pozos operan con energía eléctrica de la línea del campo SHUSHUFINDI, la cual está conectada a la red SEIP (Sistema interconectado de Petroecuador). Los dos pozos restantes operan con la tecnología "gas lift" -por sus siglas en Inglés- o levantamiento con gas. Para realizar esta operación se utiliza un compresor de gas marca White Superior de 1408 HP y de 4.5 MMPCD de capacidad, el cual inyecta el gas tomado de la línea matriz de gas.
16. **Tuberías de flujo.-** Entre los 13 pozos perforados y esta estación se tienen instalados 22,587 m de tubería, de los cuales 7,295 m tienen 4 ½" de diámetro y 15,292 m tienen 6 5/8" de diámetro. Estas tuberías finalmente se reúnen y confluyen en una unidad denominada Manifold la cual recibe el crudo producido en los diferentes pozos
17. **Manifold.-** El manifold es un dispositivo mecánico que ha sido diseñado para recibir varias líneas de flujo con distintos caudales y luego concentrarlos en pocas líneas con caudales regulados.
18. En el caso de la estación examinada esta unidad recibe los caudales de 9 pozos productores y luego los conduce y reúne en 3 líneas de tubería que luego alimentarán de crudo a los separadores. Para ello dispone de un sistema de conexiones y válvulas. El manifold de la estación tiene 2 módulos con 5 ingresos cada uno y 1 modulo pequeño con 2 ingresos. El Modulo 1 está alineado con los pozos 41, 101, 27, 24 y 69. El Modulo 2 esta alineado con los pozos 85, 26, 94, 28 y 61 y el Modulo 3 está alineado con los pozos 95, 35 y con un pozo abandonado.

³ Publicación UNEP -Berlin 1996- Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen.

19. El manifold que actualmente sirve en la estación es viejo y opera desde el año 1973. Su diseño ha sido ya superado por la tecnología desde hace mucho tiempo. La operación de las válvulas es manual y por lo tanto estuvo y está sujeta a errores y/o negligencia de los operadores.
20. **Separadores.-** Desde el manifold el crudo pasa a los separadores. Un separador bifásico está constituido por un tanque horizontal. Internamente este tanque tiene unas estructuras llamadas “baffles” que hacen que el crudo siga un camino laberíntico, golpeándose en los baffles y liberando así el gas contenido en el crudo. Todo este proceso sucede a una presión muy cercana a la presión atmosférica.



21. Esta estación tiene tres separadores horizontales bifásicos. Uno de ellos es un separador de prueba con una capacidad de flujo de crudo de 20,000 barriles diarios BFPD. Además hay 2 separadores de producción con una capacidad de 35,000 y 20,000 BFPD respectivamente. Al salir el crudo de los separadores se inyecta en la línea y en forma continua unos productos químicos, denominados desemulsificantes que favorecerán mas adelante en el tanque de lavado, la separación del agua de formación del petróleo.
22. **Riesgos de contaminación.-** Esta unidad es particularmente sensible a los riesgos de contaminación ambiental por derrame de crudo en todas las estaciones de producción petrolera de la Amazonía Ecuatoriana. Si

por ejemplo se producen sobrepresiones en los separadores a causa de descuidos en el manejo de las válvulas a nivel del manifold, se pueden romper las válvulas de salida del gas en los separadores, provocado que el crudo fluya junto con el gas hacia el mechero y se inunden con crudo las piscinas de quema. Aun mas, las piscinas pueden ser rebasadas en su capacidad y producirse derrames fuera de ellas.

23. **Gas.-** Durante todo el periodo de tiempo que operó la empresa Texaco esta estación el gas liberado en estos separadores fue conducido al mechero para ser quemado y dispuesto al ambiente como espacio final de disposición. Actualmente este gas se comprime y se usa parcialmente para el levantamiento secundario de crudo inyectándolo en los niveles productores del subsuelo, otra parte se usa para la producción de energía eléctrica, y otra parte se usa para la producción de Gas licuado de petróleo GLP



24. **Bota.-** Una vez separado el gas del crudo en los separadores descritos anteriormente, este crudo es conducido por bombeo hacia la Bota. Este no es más que un separador del gas residual que no se logró separar en los separadores anteriores. La bota es un delgado cilindro vertical de acero, el cual internamente tiene “baffles”. El petróleo es introducido en la bota por su parte inferior y al ir ascendiendo choca contra los “baffles” liberando así el gas residual el cual escapa por la parte superior de la bota. El gas producido en este artefacto es igualmente conducido al mechero para ser quemado. En cambio el crudo liberado del gas residual

pasa debido al empuje de su propio peso al tanque de lavado, ubicado en posición adyacente, al cual se inyecta por su parte inferior.

- 25. Tanque de lavado.-** El crudo proveniente de la Bota llega al Tanque de Lavado o wash tank en inglés, aquí el crudo entra oblicuamente por su



parte inferior, provocando un movimiento circular de los fluidos contenidos en él, que al moverse así chocan contra baffles que están colocados internamente en el perímetro del tanque. Este movimiento y estos choques sumados a los productos químicos demulsificantes previamente añadidos, facilitan la separación del petróleo de las aguas salmueras que están contenidas en forma de gotitas en el crudo. El agua salada así separada se decanta al fondo del tanque y el petróleo flota sobre ella. El tanque de lavado de la estación tiene una capacidad de 9,060 Barriles y fue construido en octubre de 1973, se evidencia que el techo esta corroído. Entre 1970 y 1990 el agua de este tanque se drenaba a las piscinas de agua de formación

- 26. Riesgos de contaminación.-** Esta unidad ha sido particularmente sensible a los riesgos de contaminación ambiental por derrame de crudo en todas las estaciones de producción petrolera de la Amazonía Ecuatoriana. Si por ejemplo a causa de descuidos en el manejo de las válvulas de drenaje de agua de formación, provocado que el crudo fluya y se inunden con crudo las piscinas que se construyeron para prevenir estos excesos. Aun mas, las piscinas pueden ser rebasadas en su capacidad y producirse derrames fuera de ellas.

- 27. Tanque reposo.-** El crudo separado en el tanque de lavado se transfiere por gravedad al Tanque de Reposo o “surge tank” en ingles. Aquí el petróleo reside un tiempo y aún se produce decantación de agua salada en el fondo. El tanque de reposo puede almacenar hasta 10.000 barriles y fue construido en octubre de 1991.
- 28. Gas residual.-** Los dos tanques tienen además en sus techos, que se encuentran sellados por lámina de acero, una salida para el gas residual que todavía queda en el crudo. Este gas es conducido por una gruesa tubería hacia un sitio alejado de los tanques y que está ubicado en el perímetro de la estación, allí se descargan los gases y otros condensados al ambiente. Este sistema de evacuación de gases al entorno se denomina “venteo de tanques” y constituye un punto de contaminación.
- 29. Cubetos.-** Estos tanques descritos se encuentran dentro de cubetos independientes rodeados por diques de hormigón. Estos cubetos están en buenas condiciones y tienen válvulas de control para evacuar aguas de lluvia. Su capacidad es suficiente para recibir un volumen superior al contenido en los tanques.
- 30. Tratamiento y reinyección de agua de formación (sistema actual).-** Actualmente en la estación se producen 9.410 barriles de agua salada por día BAPD. El agua se trata en una unidad operada por la empresa SOLIPET. Se eliminan en ella los hidrocarburos que aun quedan en ella y que es del orden del 0,2 % al entrar en esta unidad, allí mismo se la acondiciona y luego se la reinyecta al subsuelo usando para ello los pozos Shushufindi 38 y 50.
- 31. Este procedimiento para la disposición del agua de formación es posterior a la operación de la estación por la empresa Texaco. Su instalación y operación se inicio en el año 1996**
- 32.** Todavía existen dos piscinas de cemento denominadas piscinas API. Estas fueron construidas por Texaco al final del periodo de su operación de la estación. Su propósito fue decantar el agua de formación y separar el crudo que quedaba en ella y luego arrojar el agua de formación al estero denominado “el Pantano”
- 33.** Actualmente la unidad de tratamiento tiene un tanque sedimentador de 1,050 barriles de capacidad, 1 tanque clarificador de 1,250 bls, un tanque de agua tratada de 2,231 bls y un tanque para almacenar agua cruda de 5,019 bls. Para el bombeo entre los tanques se tienen 2 bombas booster marca Durco con motores eléctricos de 50 hp. Para el bombeo de reinyección se opera con 3 bombas principales de marca Centrilift accionadas con motores caterpillar 3508 de 633 HP. En el ultimo tanque esto es en el de agua cruda se inyecta biocida, antiescala y anticorrosivo

para posteriormente y mediante utilización de bombas marca REDA, reinyectar a los pozos SFD-50 y SFD-38.

34. Durante la operación de TEXACO no existía ninguno de este equipamiento para el tratamiento del agua de formación.
35. **Transporte del petróleo.-** La producción de petróleo de esta estación se transfiere a la línea Aguarico - Estación Shushufindi Central, la cual esta compuesta de 51 m de tubería de 6 5/8"; 4.220 m de tubería de 10 3/4" y 6.352 m de tubería de 12 3/4". Se usan para esta transferencia 3 bombas booster Duriron accionadas por motores eléctricos de 50 HP y 2 bombas principales de transferencia marca Durco accionadas por motores eléctricos de 100 HP. El flujo y volumen de petróleo transportado se mide mediante 2 contadores Smith G6-51.
36. **Red contra Incendio.-** Actualmente se dispone de una red contra-incendio que usa agua y espuma protege la estación de riesgos de incendio. El sistema tiene un tanque de almacenamiento de agua de 500 bls de capacidad, un tanque para espumógeno de 500 galones, una bomba de pistón para espumógeno de 20 HP, una Bomba Peerless accionada por un motor Detroit de 210 HP, una Bomba Peerless accionada por un motor eléctrico de 150 hp y una bomba Gorman accionada por un motor eléctrico. El sistema se completa con una red de agua y espuma con monitores y extinguidores distribuidos en varios puntos alrededor de las instalaciones de la estación.
37. **Generación.-** La energía eléctrica para los motores y otros artefactos que usan este tipo de energía se toma de la red del campo Shushufindi que esta conectada al sistema eléctrico interconectado de Petroecuador SEIP.
38. **Teas o Mechero.-** Están formadas por dos tubos de acero de unos 10 metros de largo, colocados verticalmente, al final de los cuales arden los gases residuales de la estación arrojando humos negros al ambiente. En el perímetro de la tea existe un área contaminada de suelo. Estas teas se las denomina "mechero ecológico" en la jerga petrolera local. Esta área de teas es relativamente nueva y es posterior al año de 1990, puesto que en ese año aun no se identifica este mechero ecológico en la foto aérea de 1990.
39. **Piscinas de quema.-** Al inicio y en línea con las piscinas de agua de formación se encontró un área donde funcionó un "mechero en tierra". Este era un "tubo-mechero" de baja altura que quemaba el gas a baja altura y que también quemaba y "desaparecía" cualquier exceso que podía venir por la línea de gas proveniente de los separadores. Estos excesos y/o productos eran condensados líquidos -gasolina blanca- o crudos arrastrados por la línea de gas. En el tiempo en que operó la Texaco la estación, se usaron intensivamente estas "piscinas de quema".

Aun hoy se pueden observar tanto el tubo, como la superficie calcinada del suelo en estas piscinas de quema

- 40. Piscinas de Salmueras o Aguas de Formación.-** Cerca del área de la tea, se encuentran actualmente abiertas las piscinas 1 y 2. Estas fueron excavadas con el propósito de contener provisionalmente las salmueras o aguas de formación. Fueron excavadas en tierra y puestas en servicio sin ningún recubrimiento ni impermeabilización. Contienen una gruesa capa de crudo flotando sobre un colchón de agua hasta una altura de 1.2 m. Sus dimensiones son 60x40 m y 40x50 m y sus superficies son de 2.400 y 2.000 m² respectivamente, lo que da un volumen de líquidos presentes de 5.280 m³.
- 41. Estas dos piscinas estuvieron en servicio para la compañía Texaco desde unos años antes del año 1985 -año en que se las identifica en las fotos aéreas-hasta 1990, año en que se transfiere la estación a la siguiente operadora que fue Petroamazonas.**



- 42.** Se presume que estas piscinas se siguieron usando unos años más hasta que se inicio y estableció la reinyección del agua de formación. En la actualidad se siguen usando estas piscinas como sitio de descarga de condensados de gasolina blanca y aun tienen las conexiones históricas para las descargas del agua de formación, aun cuando ya no se usan

para este propósito desde el año 1996, año en el cual se inicio la reinyección de ésta.

43. El agua de formación que contiene metales tóxicos, se descargaba sin ningún tipo de tratamiento a estas piscinas, con el agravante de que ni el fondo ni las paredes de estas piscinas estaban impermeabilizados para evitar la migración de los tóxicos hacia el subsuelo. Las piscinas estaban conectadas entre si por unos tubos arqueados, que forman unos sifones invertidos llamados “cuellos de ganso” en la jerga petrolera. Estos cuellos de ganso transferían el agua salada del fondo de la primera piscina a la siguiente y luego de esta a un canal que conducía el agua caliente y salada al pantano

DESCARGAS Y DISPOSICION DE DESHECHOS DE PETROLEO ENTRE LOS AÑOS 1970 Y 1990

- 44. Análisis ambiental multitemporal integrado AAMI.-** El propósito general de este análisis aplicado a contaminaciones e impactos sobre el medio (metodología BIOAMI)⁴ es presentar y explicar en forma lo mas completa posible los complejos procesos e interacciones que se dan entre los organismos vivos y su entorno físico al ser impactados por eventos antropogénicos, esto es causados por la actividad de seres humanos. Este análisis destaca las confluencias mutuamente complementarias de los eventos sucedidos en un sitio conectando diversas evidencias provenientes de diferentes fuentes de información
- 45.** En el caso particular que nos ocupa y en el marco del presente informe, se busca describir, interpretar científicamente y explicar los dramáticos y continuos eventos de vertimiento de tóxicos desde la estación Shushufindi Suroeste hacia el entorno, enfocando y destacando los que sucedieron entre los años 1970 y 1990, conforme se pidió en la inspección judicial al sitio del 6 de octubre del 2004.
- 46.** El transporte de los contaminantes descargados al medio va dejando huellas a su paso sobre los distintos medios receptores de los tóxicos. Estos eventualmente se depositan, infiltran u hospedan en el suelo. Luego este suelo contaminado puede ser tapado por otro suelo más joven, ya sea en forma natural o ya sea en forma artificial puede ser enterrado con suelo sano prestado de los alrededores.
- 47.** El componente ambiental físico en el cual los efectos de contaminación por hidrocarburos son más visibles o se “preservan” con mayor evidencia es el medio físico, sobre todo el suelo y el agua. Los estudios de la estratigrafía y de la estructura del subsuelo permiten por lo tanto obtener una clara historia de la secuencia de vertimientos de desechos industriales.
- 48.** Por otra parte los análisis de fotografías aéreas tomadas en distintas fechas permiten conocer y establecer tanto el paisaje natural preexistente, como su estado de alteración después de las intervenciones del ser humano en el medio. Al mismo tiempo este análisis permite identificar con precisión las estructuras e instalaciones establecidas a la fecha de la toma de cada foto aérea
- 49.** Las observaciones y estudios de campo confirman y complementan los análisis de las fotos aéreas. Adicionalmente fuentes documentales y registros de eventos consultados confirman y completan la información

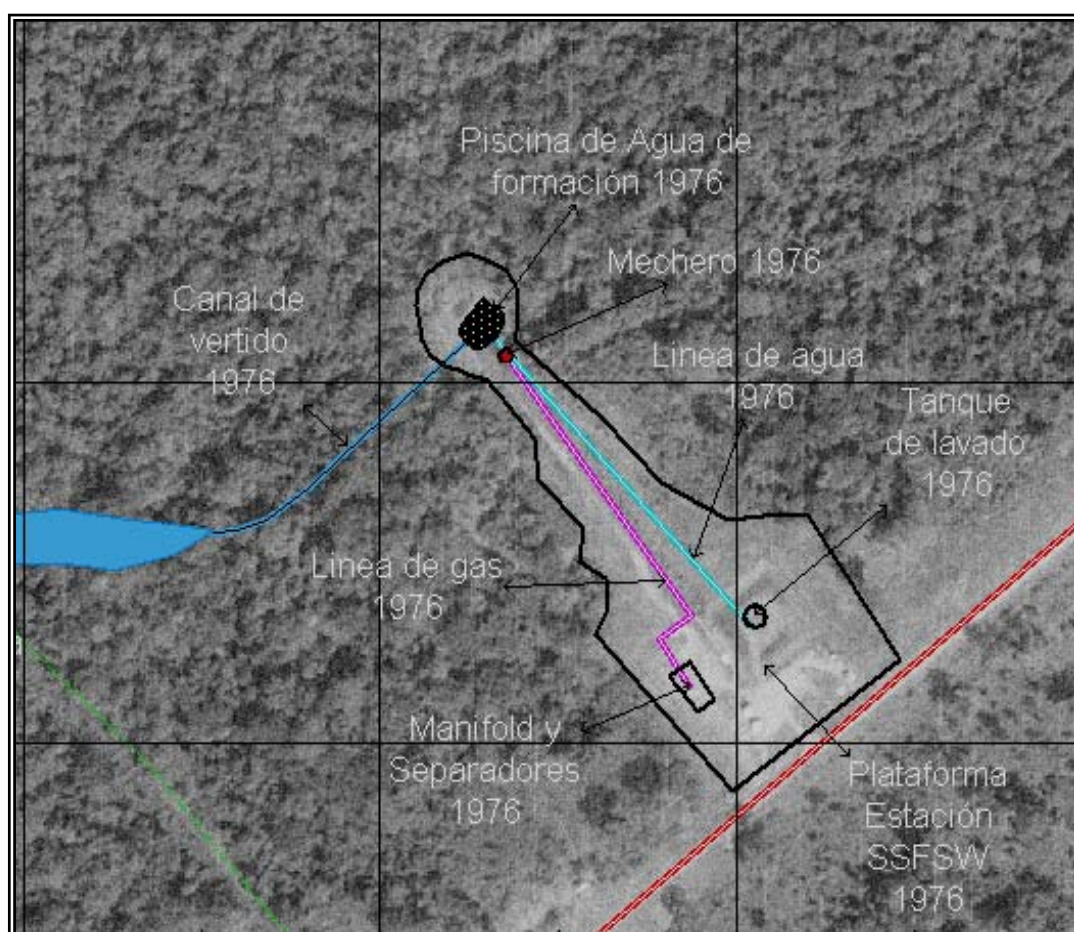
⁴ Wild, L. Bases de Información Organotopologica y Analisis Multiple Integrado, Quito, 2003

analítica obtenida. Todos estos análisis finalmente se integran en una reconstrucción histórica integrada de los procesos de contaminación sucedidos en el sitio.

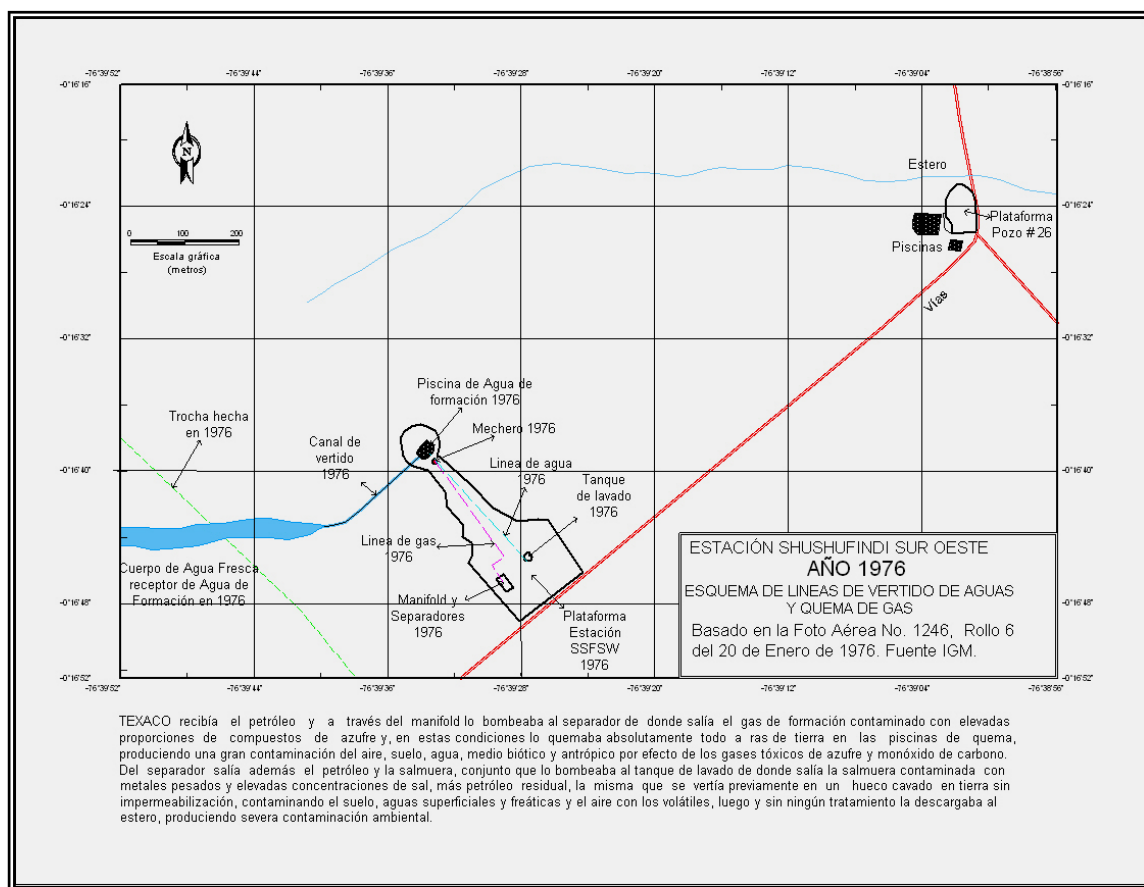
ANÁLISIS DE FOTOS AÉREAS DE LOS AÑOS 1976, 1986 Y 1990

50. En esta sección se analiza históricamente y en base a la evidencia fotográfica los cambios físicos con los impactos derivados de las operaciones de TEXACO producidos en el área de la estación

Estación Petrolera Shushufindi Suroeste en 1976



Instalaciones y operaciones de la Estación SSFW en fotografía aérea de 1976. La salmuera se descargaba al pantano de agua fresca y fluía a través de toda la zona

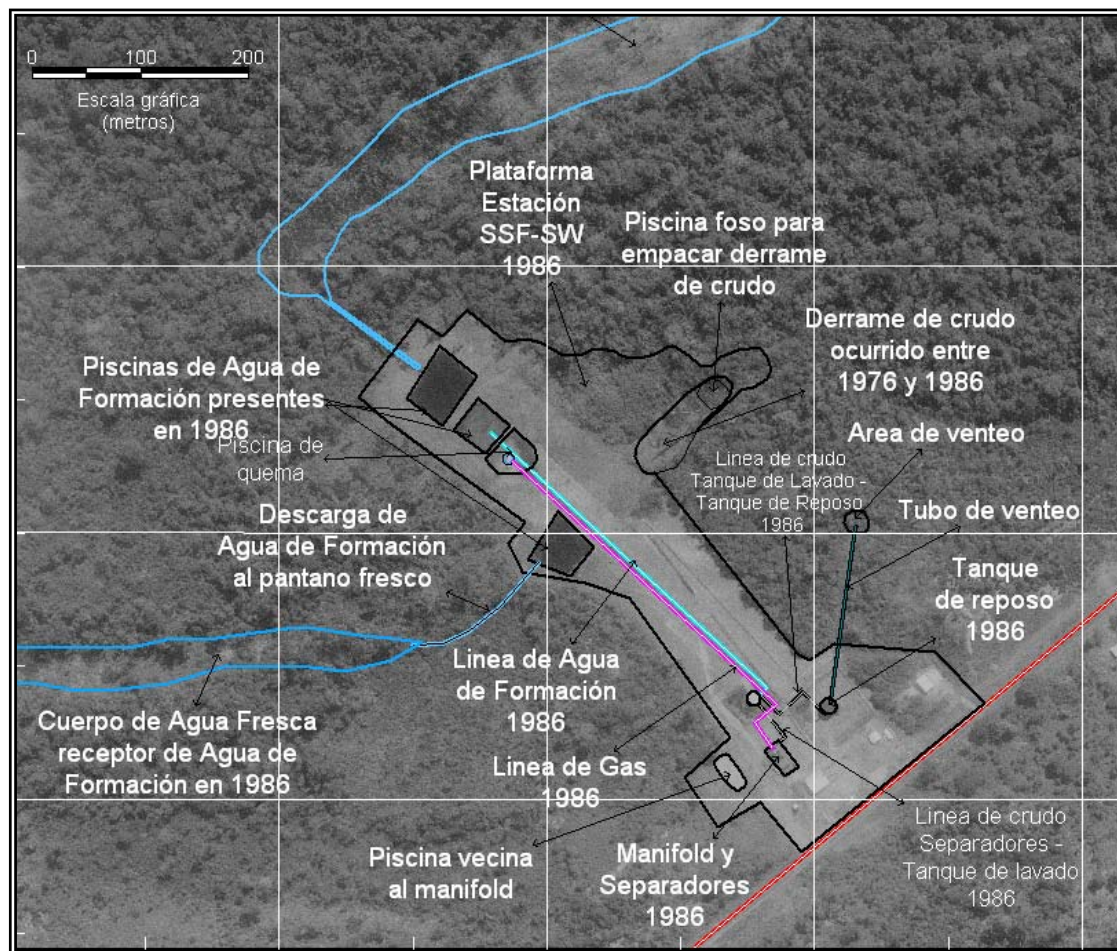


51. En la fotografía aérea de 1976 se puede observar claramente que la Estación de producción tiene básicamente las instalaciones siguientes: Tubería que conduce el petróleo al manifold, separadores, piscina de quema, tanque de lavado, fosa de descarga de salmuera, tubería de conducción de gases hacia la piscina de quema, tubería de conducción de la salmuera hacia la fosa. En base a este conocimiento se describe las siguientes operaciones que realizó TEXACO a partir de 1976 (fotografía aérea de 1976)
52. El crudo se recibía de los pozos en producción hasta el manifold. El petróleo pasaba del manifold hacia los separadores en donde, como el mismo nombre lo dice, se separaba el gas de formación que por tubería se conducía hasta la "tea en tierra", denominada así porque no cumplía la más mínima especificación de diseño, en el parámetro altura, que se calcula en función del caudal de azufre, que es el contaminante natural del gas, dado en kilogramo de azufre por unidad de tiempo que se descarga a la atmósfera; lo cual significa que cuanto mayor sea la concentración de azufre, mayor será la altura de la tea para así mitigar en algo el efecto de la contaminación, aunque esto no es solución, ya que lo correcto es extraer antes el azufre del gas. Junto con el gas llegan al mechero variables cantidades de condensados livianos y crudo que eran

quemados en esta piscina de quema. Este mechero estaba ubicado a escasos metros de la fosa que contenía salmuera con crudo, lo cual ponía en riesgo la estación con impredecible impacto de contaminación del suelo, aire, agua y biota derivada de un probable incendio. Además como el mechero estaba muy cerca del suelo, producía una contaminación severa por estrés térmico a los trabajadores y la vegetación circundante, que terminó por destruirla.

- 53.** De los separadores sale el petróleo con salmuera y pasa al tanque de lavado en donde se inyecta surfactantes, que ayudan a romper la emulsión, generando un desequilibrio en la estabilidad de la película de crudo que rodea al glóbulo de agua y de este modo separar la salmuera del petróleo. Es así como del tanque de lavado se sacaba la salmuera y se la conducía por tubería a la fosa cavada en tierra, que no era nada más que una estación de paso, puesto que seguidamente se la descargaba al estero. La piscina cavada en tierra no estaba recubierta con geomembrana, por lo que la salmuera penetraba a los estratos inferiores hasta llegar a contaminar el agua de la capa freática. A su vez la salmuera que se descargaba directamente al estero contaminando el suelo y el agua superficial y de la capa freática. Del tanque de lavado salía el petróleo, que era conducido por tubería hacia Lago Agrio.
- 54.** La operación de descarga de la salmuera era totalmente manual, esto, dependía totalmente de la mano del hombre, es decir de su experiencia, de su estado de ánimo, de su lucidez, de estado de salud, por lo tanto estaba sujeta a un potencial error de apertura y cierre de válvulas. Esto quiere decir que si tenía demasiado tiempo abiertas las válvulas de evacuación de la salmuera, con certeza que se descargaba petróleo, prueba de ello es la presencia de crudo que se detectó en la inspección. Por lo dicho la fosa contenía salmuera y petróleo. La fosa era abierta, por lo tanto las emisiones de los compuestos volátiles cancerígenos era y es ya que aún están presentes esos residuos tóxicos, constante en el tiempo.

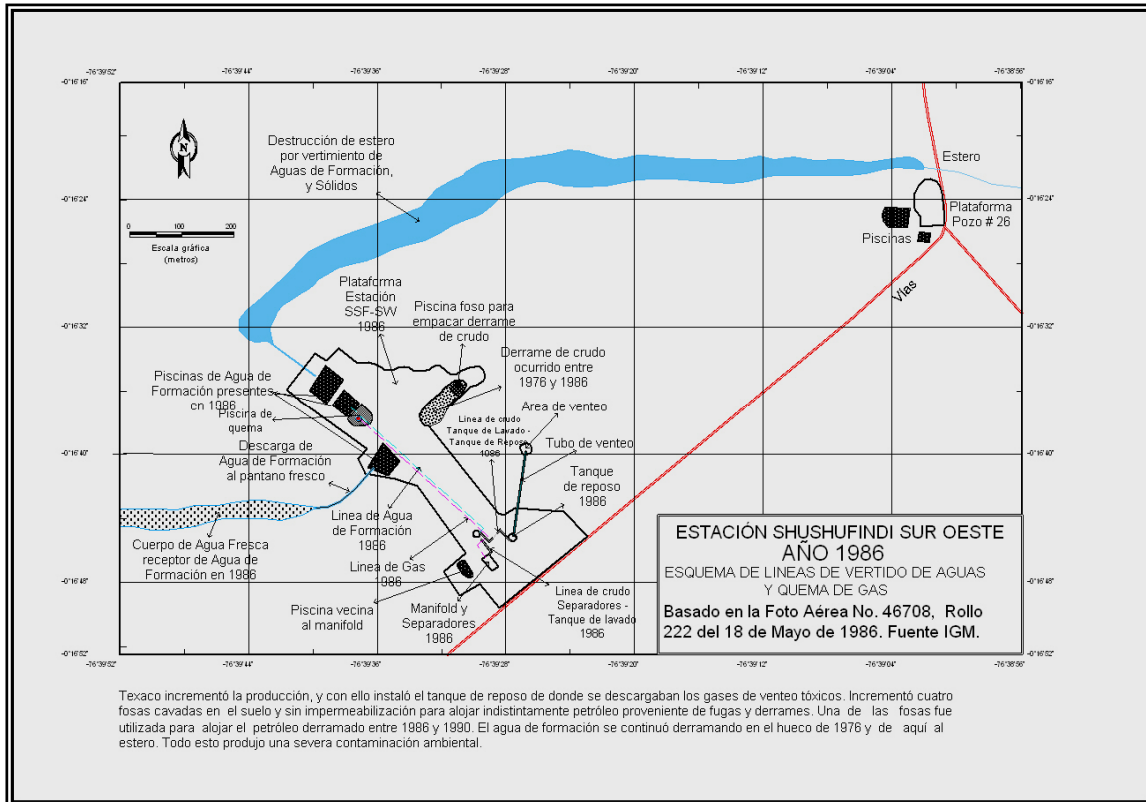
Estación Petrolera Shushufindi Suroeste en 1986



Fotografía Aérea de 1986. La salmuera se descargaba al estero convertido en pantano y fluía a través de toda la zona. El estero tiene un declive de aproximadamente 5 metros en un kilómetro.

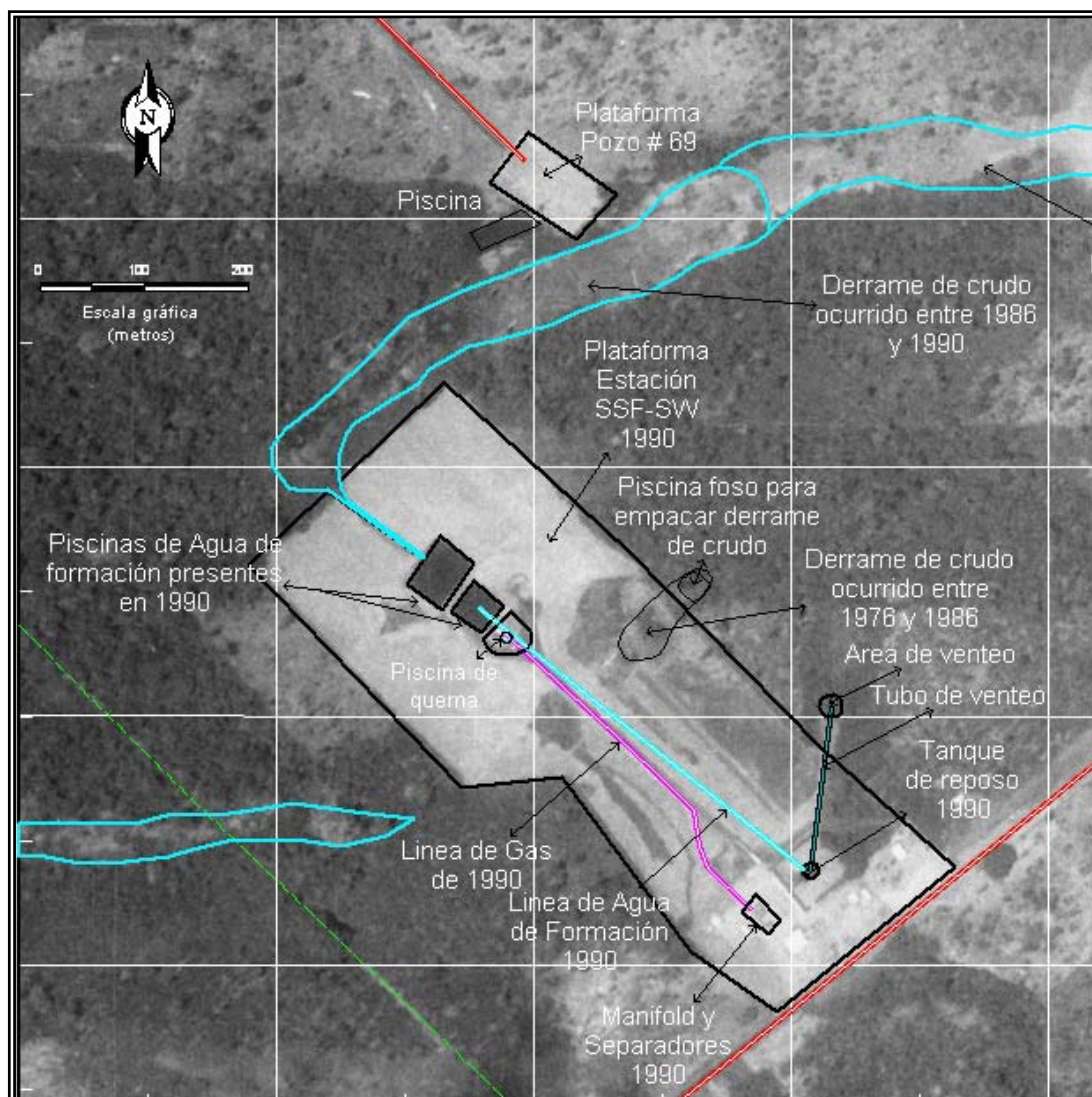
55. En 1986 las operaciones de TEXACO se incrementaron, subiendo por tanto los niveles de producción y siendo necesario que se incrementen nuevos sitios de descarga de la salmuera, como sitios de tránsito para descargar la salmuera emulsificada con el petróleo hacia el estero. En cuanto a equipamiento TEXACO paso a usar el viejo tanque de lavado como tanque de reposo (surge tank) e instaló un nuevo tanque para la operación del lavado del petróleo o separación de la sal muera. La tubería de venteo hacia la atmósfera de los gases de formación se adaptó en el tanque de reposo.
56. TEXACO construyó tres fosas cavadas en el suelo sin geomembrana, una junto al manifold para depositar cualquier derrame o fuga de petróleo proveniente del manifold y dos fosas en línea con la existente en 1976, para almacenar transitoriamente la salmuera emulsionada con petróleo y

luego descargarla al estero sin tratamiento alguno. Además se abrió una gran fosa para alojar el derrame que ocurrió entre 1976 y 1985 en una cantidad aproximada de 5000 barriles.



- 57.** De este análisis histórico en base a una fotografía aérea del sitio en 1986, se puede ver que se incrementó la operación de producción y con ello se incrementaron substancialmente los sitios de disposición de los residuos tóxicos.

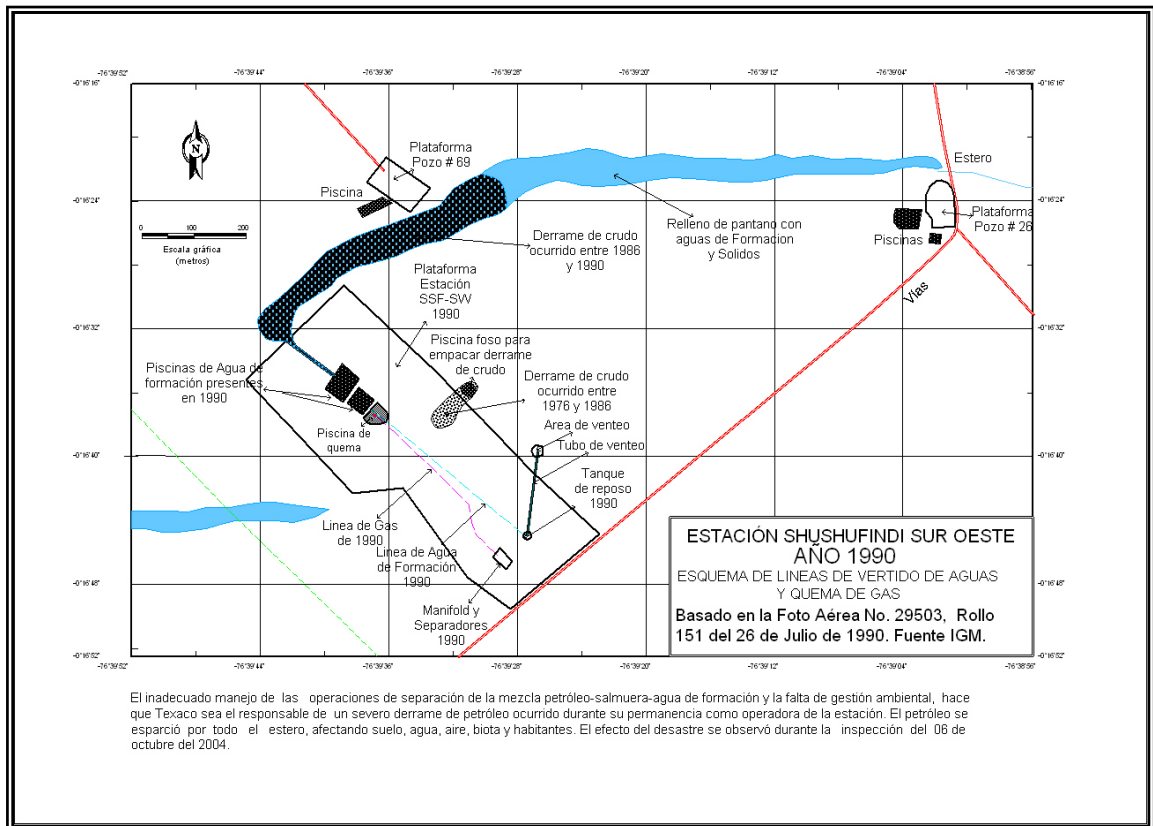
Estación Petrolera Shushufindi Suroeste en 1990



Instalaciones y operaciones de la Estación SSFW en la fotografía aérea de 1990

- 58.** Posteriormente entre 1986 y antes de 1990 se produjo un derrame de petróleo proveniente de la estación, el cual ingreso por la cabecera del estero, previamente convertido en pantano por los vertidos de salmueras. En esta foto de 1990 el derrame es claramente visible. El cuerpo del hidrocarburo vertido en este cuenco pantanoso fue retenido parcialmente por el enramado de la vegetación existente al momento de ocurrir el derrame. El petróleo parece haberse retenido íntegramente aquí, pero sus aceites se desbordaban en la época de lluvias intensas y siguieron el curso del riachuelo emisario aguas abajo contaminándolo.
- 59.** Este derrame, cuya existencia quedo evidenciada por el examen del piso y del subsuelo del pantano seguramente fue causado por exceso de

drenado del tanque de lavado ya sea por fallos mecánicos, descuido o NEGLIGENCIA de los operadores en la estación, con el consiguiente flujo de crudo por los conductos de agua de formación, llenado de piscinas, desborde de estas y derrame en el estero.



60. Los rípos, arenas y lodos de bentonita de las formaciones geológicas perforadas en el pozo 69 fueron, en fecha posterior al suceso del derrame, arrojadas por canales de desfogue al estero que estaba muy cerca de este. Este nuevo evento parcialmente “estabilizó” el frente del derrame.

ANÁLISIS DE LAS HUELLAS GEOLÓGICAS DEJADAS POR LOS VERTIDOS DE DESHECHOS INDUSTRIALES PETROLEROS EN EL ÁREA DEL PANTANO.

Introducción

61. **Breve nota sobre suelos e hidrocarburo.-** Un suelo puede verse como un agregado de partículas minerales de diversos tamaños. Los suelos naturales tienen espacios entre sus partículas los que usualmente están ocupados por variables cantidades de agua. Una arcilla magra por ejemplo tiene minerales de arcilla visibles solo con microscopios potentísimos, tiene muy poco espacio poral y es prácticamente impermeable, un limo es un suelo fino granular poroso y permeable, en tanto que en una arena se ven los minerales a simple vista, su porosidad es enorme y puede alojar mucha agua o petróleo u otros líquidos además de permitir que estos fluyan rápidamente por sus huecos interconectados. Arcillas, limos y arenas se encuentran en el área de estudio en innumerables combinaciones y proporciones. De ningún suelo en el área de estudio puede decirse que es impermeable
62. El suelo tiene además la cualidad de poder hospedar aceites de petróleo, dependiendo de su composición, porosidad y permeabilidad. Sin embargo, este almacenaje es muy inestable en las condiciones de la superficie terrestre y los hidrocarburos pueden ser lixiviados fácilmente y transportados por los movimientos del agua superficial y subterránea u otras perturbaciones de los suelos. Una vez removidos del suelo los hidrocarburos siguen movilizándose con destino ambiental incierto. Generalmente son incorporados a la microbiota -bacterias u hongos- dispersándose luego por la cadena trófica hacia los organismos más altos de la cadena y finalmente pueden llegar al ser humano contaminándolo y enfermándolo hasta causarle la muerte.
63. El aceite de petróleo se infiltra en el suelo siguiendo los caminos del agua. Aun cuando no se mezcla con ella el aceite puede ser arrastrado por el flujo subterráneo del agua manchando e impregnando a su paso los suelos. Los suelos naturales de la estación Shushufindi Suroeste son arenas y limos arcillosos porosos y permeables. En las piscinas estos suelos se encuentran infiltrados por hidrocarburos al igual que en el pantano.
64. El petróleo tiene compuestos cancerígenos que son solubles en el agua, tal es el caso del benceno con una solubilidad de 1.8 g/litro, que lo hace terriblemente peligroso y su impacto es severo en las personas que toman el agua contaminada con este tóxico. Según la hoja de seguridad del IPCS, Programa Internacional de Seguridad de las sustancias

químicas, el Benceno puede afectar a la sangre, al hígado y al sistema inmunológico. Además según esta hoja técnica el Benceno es carcinógeno para los seres humanos. La presencia de este tóxico en proporciones que sobrepasan nuestra legislación ha sido reportado por TEXACO en su reporte presentado a la Corte.

Descripción del Pantano

65. Físicamente “El Pantano” se encuentra ubicado al norte y bordeando la estación. Esta en una depresión alargada de unos 1000 m de longitud, de 40 a 70 m de ancho y 6 m de profundidad. Se inclina suavemente hacia el este con una caída de 5 m en 1 kilómetro de recorrido. La depresión termina en un estrechamiento del terreno de unos 8 m de ancho por donde sale el agua estancada hacia un estero emisario.



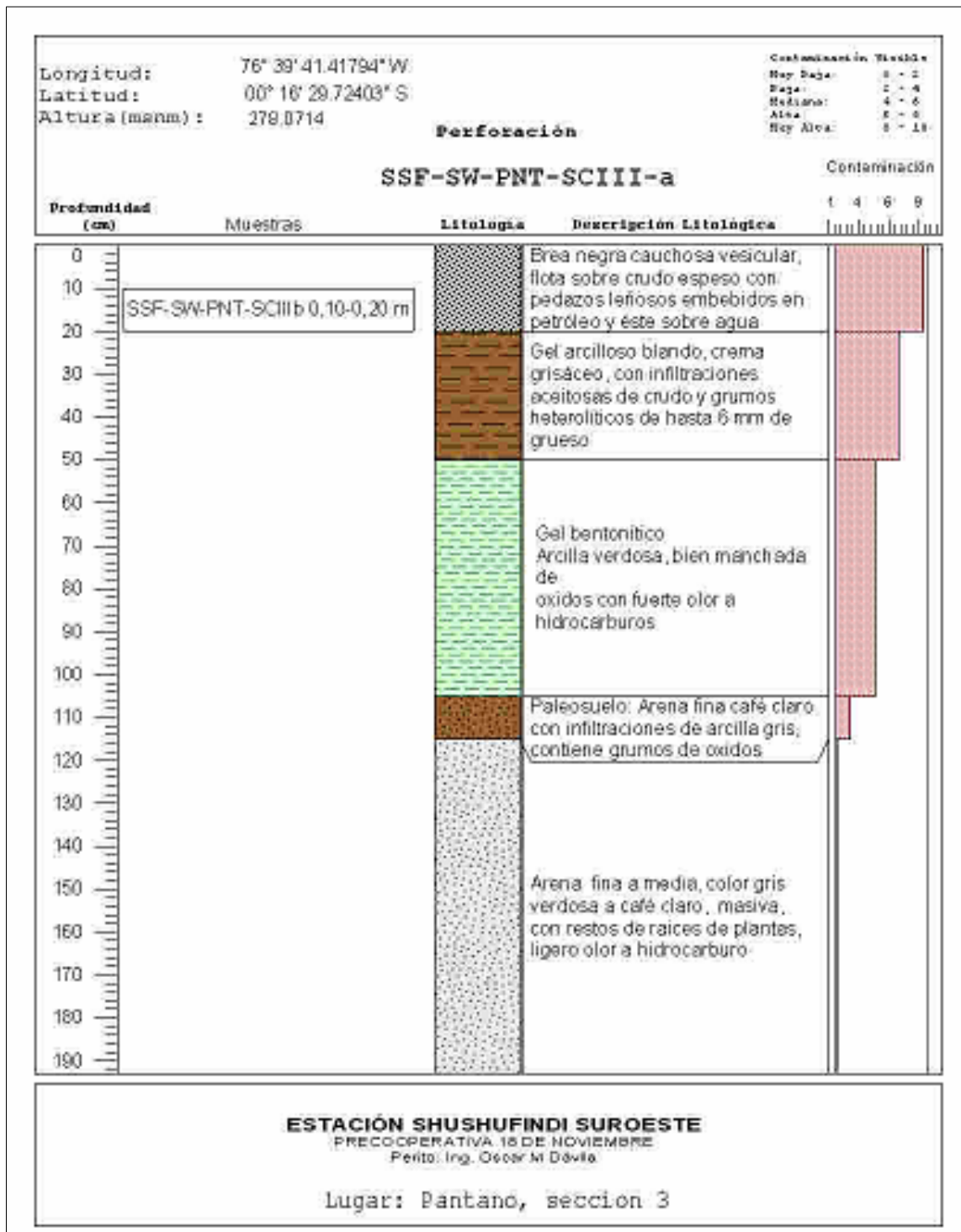
66. En el Borde del Pantano los sedimentos aluviales son similares en ambos márgenes y forman un paquete de unos 8 m de espesor. Comienzan de arriba hacia abajo con un delgado manto de suelo agrícola seguido de una capa de hasta 1 metro de espesor de arcilla limosa masiva, plástica, de color café. Hacia abajo siguen capas blandas de arenas arcillosas de

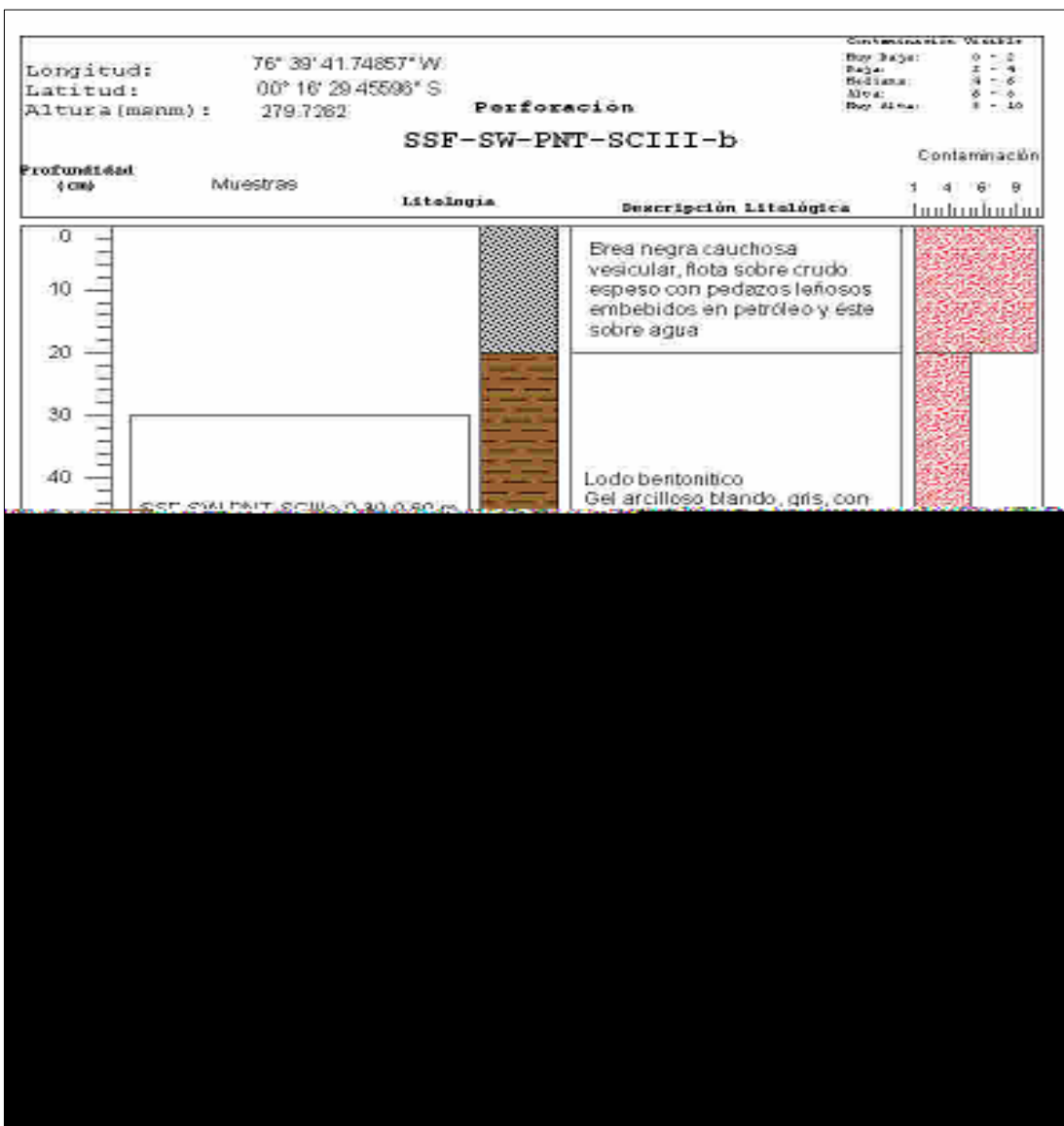
color gris verdoso alternando con limos arcillosos cafés. El color café en estas capas se debe a la oxidación del suelo provocada por la infiltración del agua lluvia, en cambio el color gris verdoso fue el color original de los suelos al momento de depositarse estos en llanuras de inundación anegadas por desbordamientos de ríos.

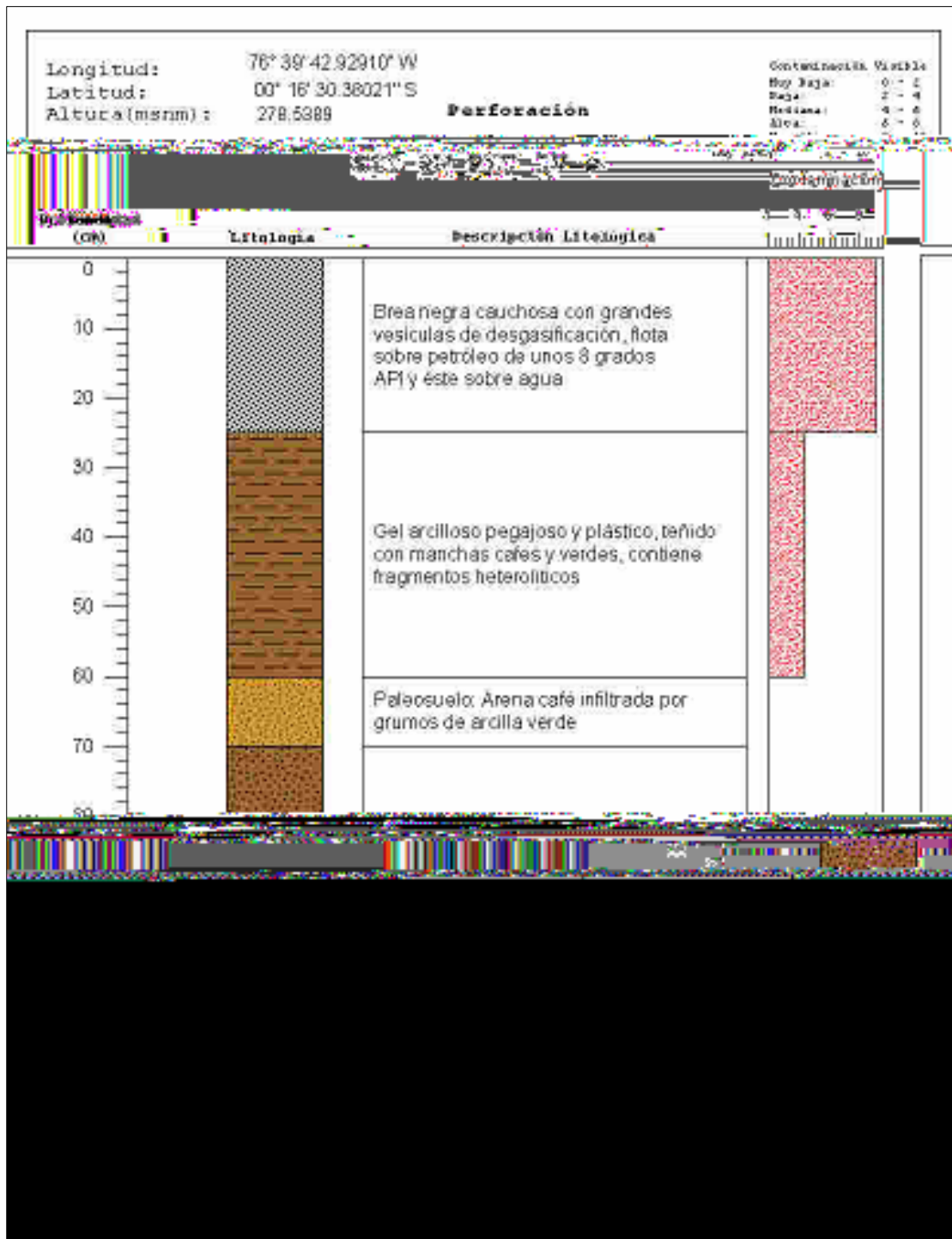
Perforaciones de investigación del pantano

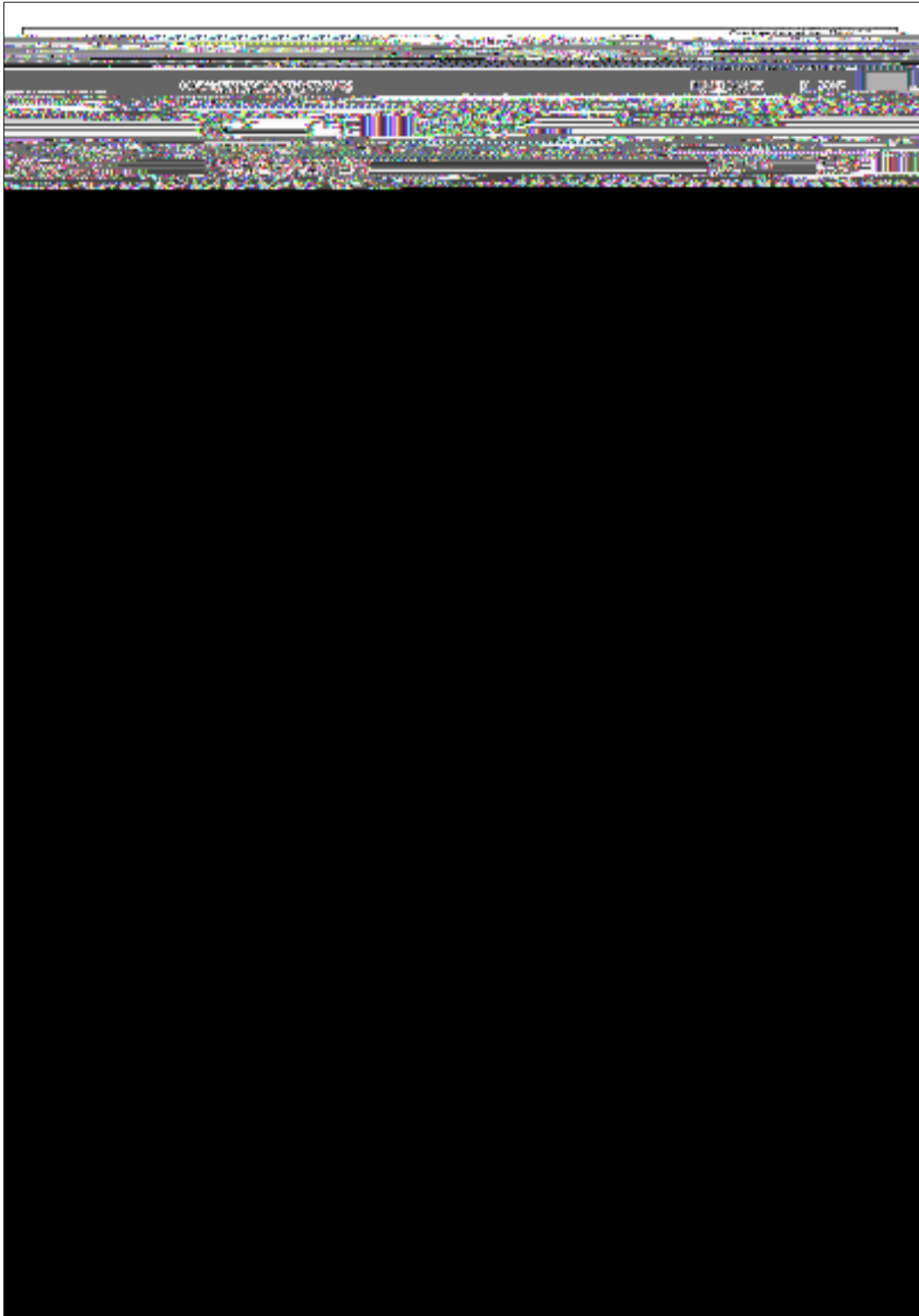
El pantano se dividió en tres secciones para efectos de muestreo y estudio estratigráfico.

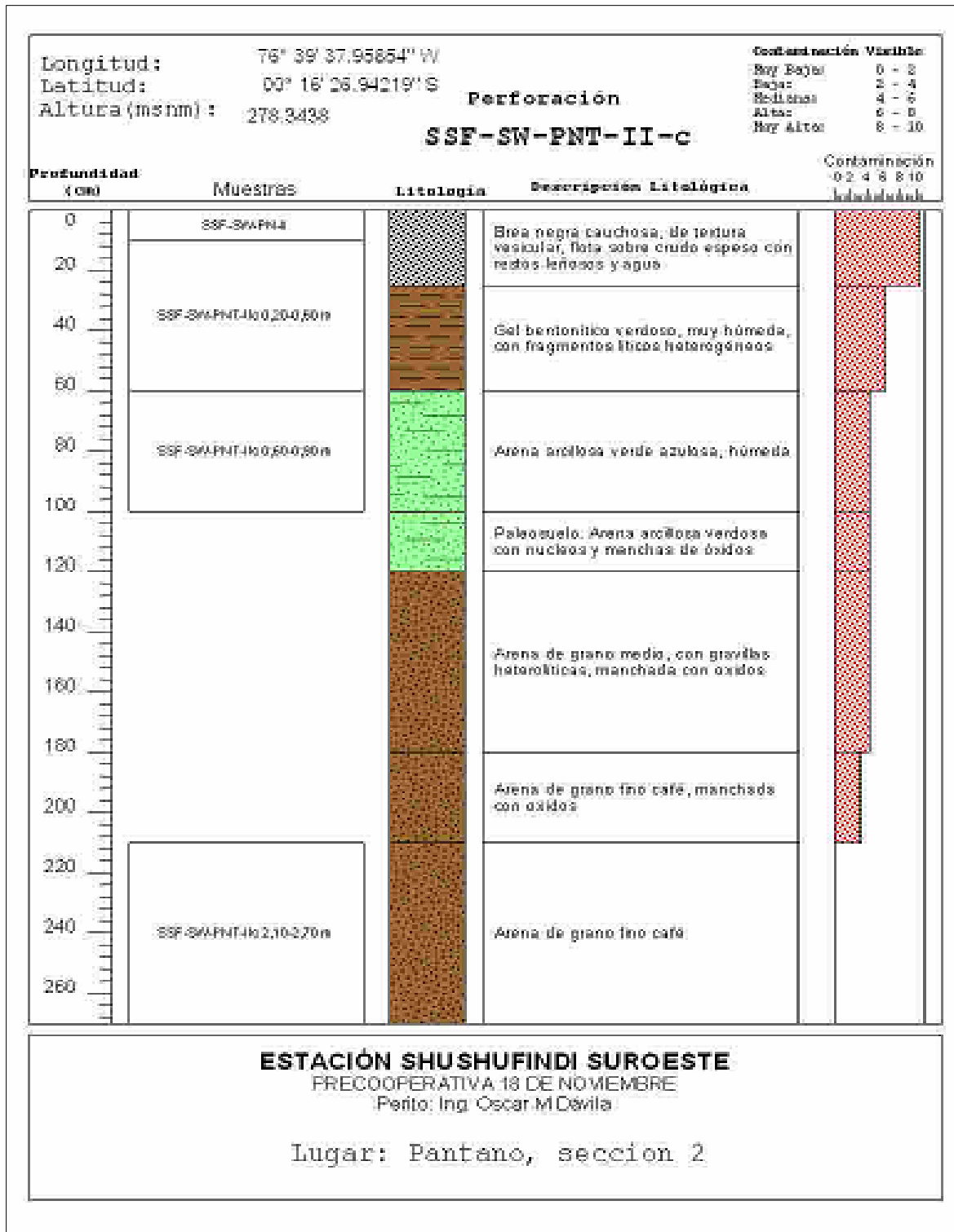


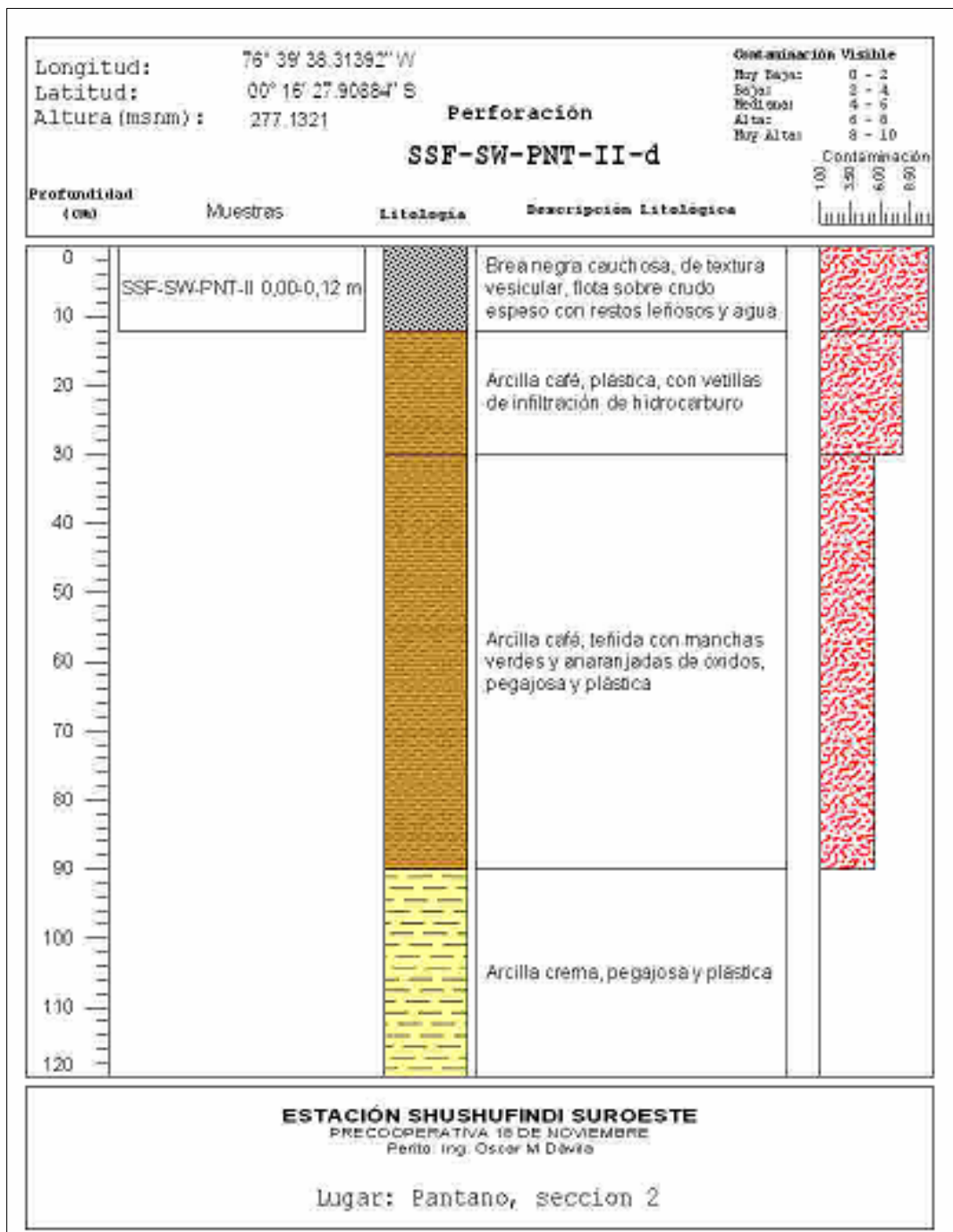


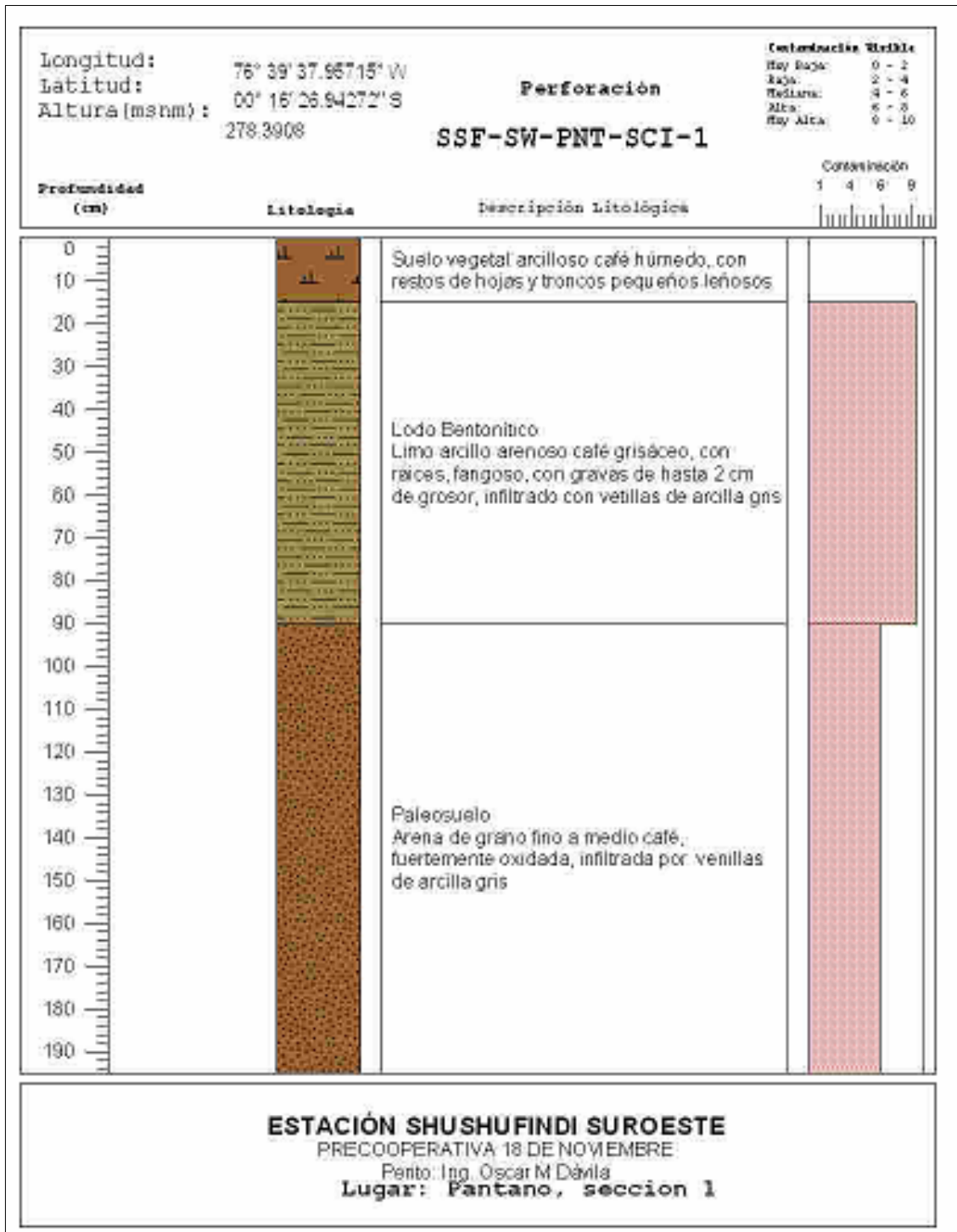




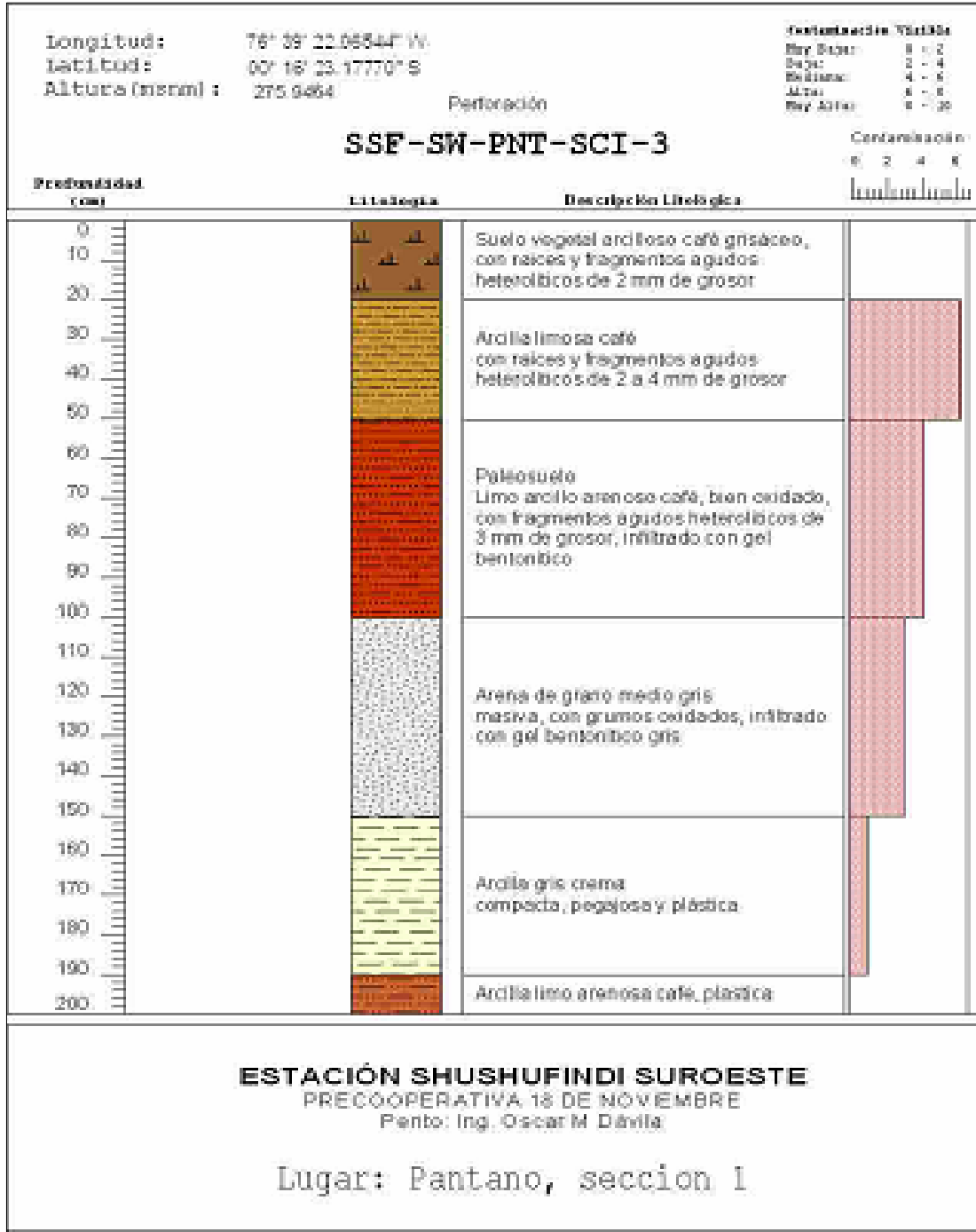








Longitud:	79° 39' 23.16164" W			Contaminación Visual				
Latitud:	00° 16' 21.93125" S			May Bajo:	1 - 2			
Altura (msnm):	274.9037			Bajo:	2 - 4			
			Perforación		Mediana:	4 - 6		
			SSF-SW-PNT-SCI-2		Alto:	6 - 8		
					May Alto:	8 - 20		
					Contaminación			
					1	4	6	9
Profundidad	Muestras	Litología	Descripción Litológica					
(cm)								



Estratigrafía general del pantano

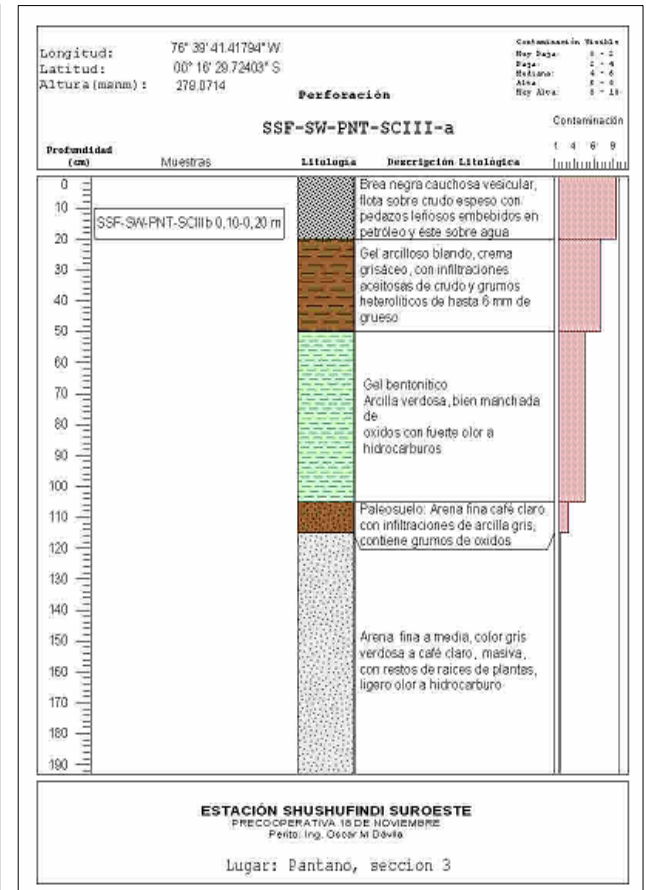
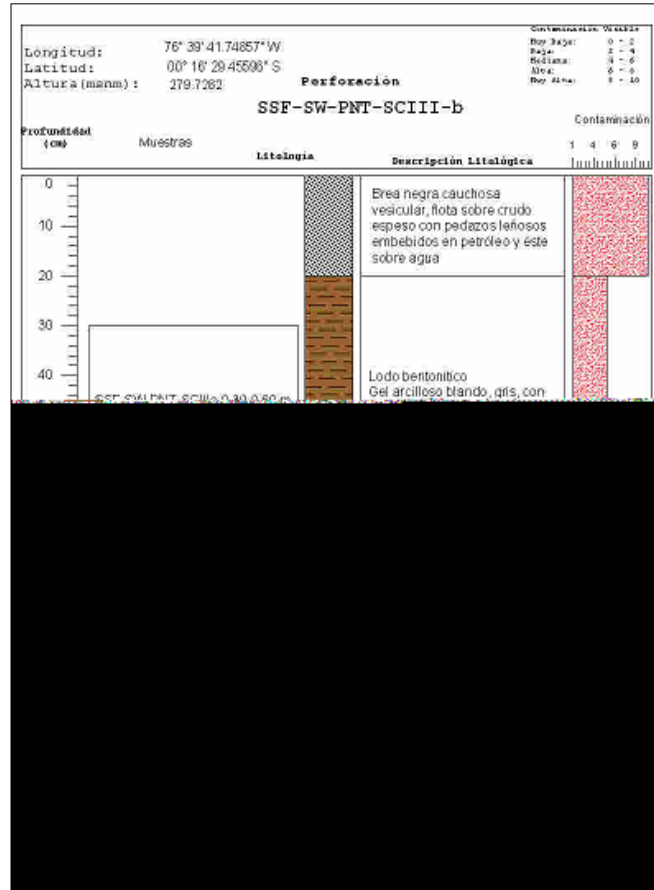
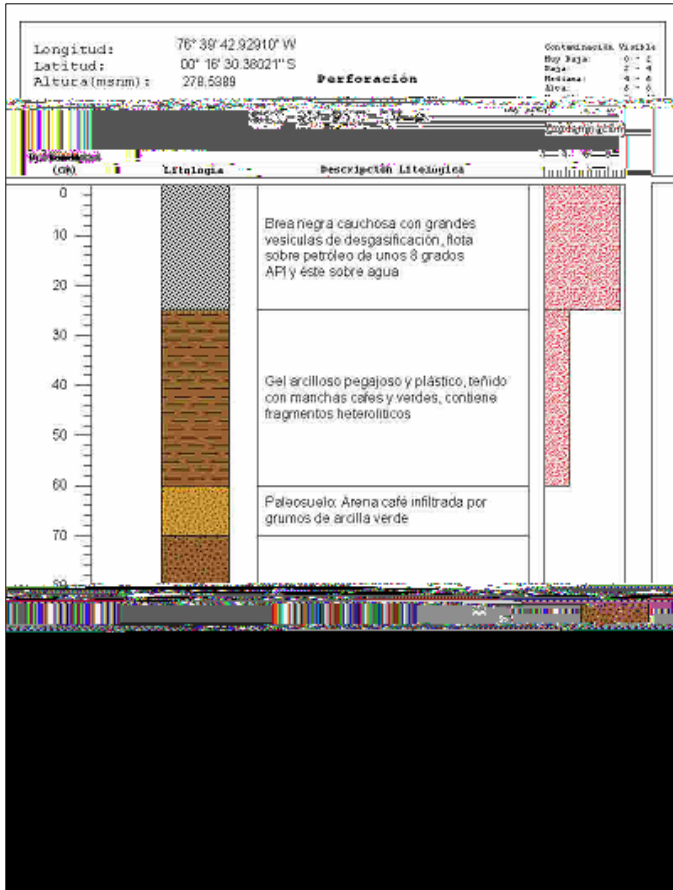
67. Las investigaciones del subsuelo del pantano se enfocaron a determinar la secuencia vertical de estratos, los procesos que los formaron, el origen de los materiales que los constituyen y la naturaleza del deshecho industrial recientemente arrojado en él. Se realizaron con ese propósito 9 perforaciones ubicadas en 3 secciones transversales al eje del pantano.
68. En primer lugar se encuentra la ondulante capa de brea de 10 a 25 cm de espesor que se observó durante la inspección judicial al lugar y que flota sobre un colchón de agua aceitosa y crudo espeso en cuyo fondo se acumula un barro negro. El derrame de crudo que la originó engulló troncos, ramas y raíces, que actualmente lucen negros y están embebidos de petróleo.
69. Luego sigue una capa de 40 a 120 cm de espesor compuesta por un barro heterogéneo que contiene entre otras sustancias, gel bentonítico muy húmedo verde azulado que se entremezcla con arcilla pegajosa café la que contiene arena, grumos suaves y fragmentitos angulosos de rocas de diverso origen.
70. Este barro heterogéneo se presenta con colores variados, desde café y crema, hasta verde y gris azulado presentando en conjunto una coloración abigarrada. Por lo regular se observan en él, infiltraciones de aceite, brea e hidrocarburo negro, percibiéndose además el fuerte olor característico de este en las muestras de las perforaciones que lo atravesaron.
71. Debajo de este nivel de gel bentonítico las perforaciones revelaron la existencia de un paleosuelo limo arcilloso de color café que aun contiene raíces muertas y estructuras de biodisturbación propias de un suelo orgánico subaéreo sobre el que seguramente crecía una lozana flora propia de la zona. Este nivel contiene además núcleos de oxidaciones de color ladrillo debidas a la oxidación de los minerales del suelo por ataques químicos de las aguas saladas vertidas sobre él .
72. Este suelo enterrado por la contaminación no revela ningún indicio de haber estado previamente sumergido, lo cual se confirma también en la foto aérea de 1976 en la cual no se aprecia la existencia de ningún pantano natural al actual.

73. Debajo de este paleosuelo café siguen estratos de arenas de grano medio a grueso de color gris y limos cafés intercalados con lentejones de arcillas arenosas.
74. Estas arenas y limos situados en el contexto sedimentológico de la zona pertenecen al dominio de llanuras de inundación aluvial. Estos suelos son porosos, permeables y susceptibles de ser infiltrados por hidrocarburos.
75. Naturaleza de las arenas y arcillas.- Se hicieron determinaciones mineralógicas y granulométricas de las arenas y se realizaron análisis de difracción de rayos X de las fracciones arcillosas de las muestras. (Véase Anexo de resultados de laboratorio Universidad Central del Ecuador).
76. La asociación mineral de estos sedimentos aluviales muestra que sus pequeños detritos han sido acarreados en buena parte desde las formaciones rocosas metamórficas de cordillera Real de los Andes y otra parte menor, pero muy importante para la feracidad de estos suelos, ha sido enriquecida con cenizas volcánicas de tipo ácido. Esto último se deduce por la presencia generalizada de montmorillonita en todas las fracciones arcillosas de los limos y en las arcillas. La montmorillonita es una arcilla típicamente derivada de cenizas volcánicas ácidas que al ser depositadas en ambiente acuoso, como es el caso de las llanuras de inundación aluvial del área, luego se transforman en por desvitrificación de la ceniza en montmorillonita.
77. Estos análisis muestran que a escala de toda la región de Shushufindi estos suelos son particularmente ricos y muy especiales por su potencial agrícola. Las empresas palmicultoras justamente usan estos suelos para sus sembríos de palma africana. Esto también quiere decir, por otra parte, que estos suelos deben cuidarse y protegerse de toda contaminación por su especial valor como reserva de suelos agroforestales. Dada la contaminación petrolera observada en esta región es necesario revalorizar la importancia que tienen estos suelos en la economía local y descontaminar a la brevedad posible esta región.
78. **Vertimientos líquidos al pantano.-** Un primer proceso de vertidos continuos de agua de formación tuvo lugar en el pantano el cual perduró entre 1970 y 1990, siguiendo hasta 1998, año en el cual se inicia la reinyección de esta agua de formación. Este vertido oxidó el suelo vegetal y transformó las arcillas montmorilloníticas naturales de este en geles bentoníticos sodicos. Este último proceso se debe al intercambio catiónico que sufrieron las arcillas durante su exposición a las aguas saladas vertidas desde la estación al pantano
79. Un segundo proceso de vertidos se manifiesta por la sobreposición sobre este gel bentonítico de un grupo de capas compuestas por lodo negro a la base seguido de agua aceitosa, crudo viscoso y brea cauchosa. Esta

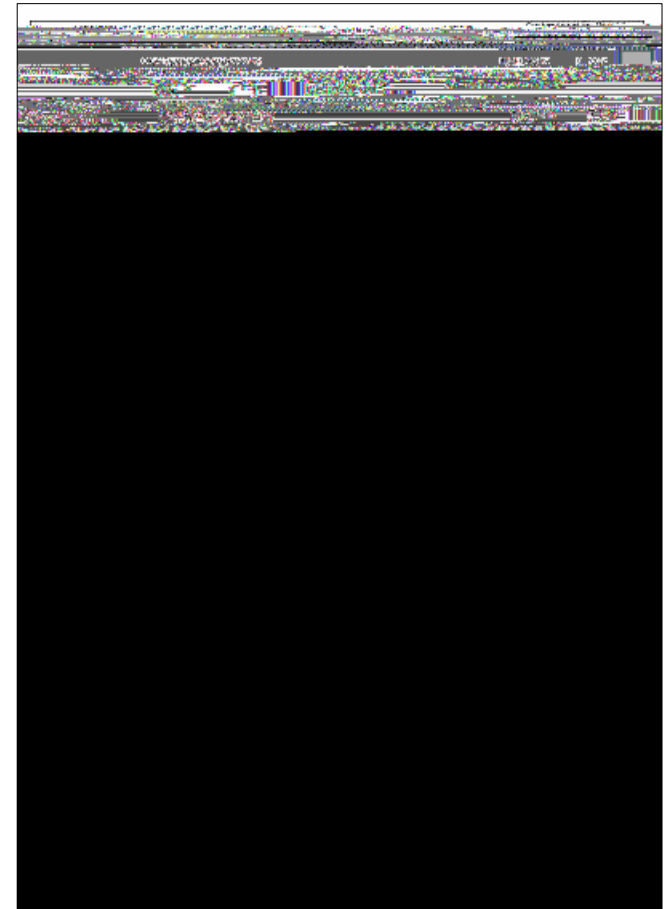
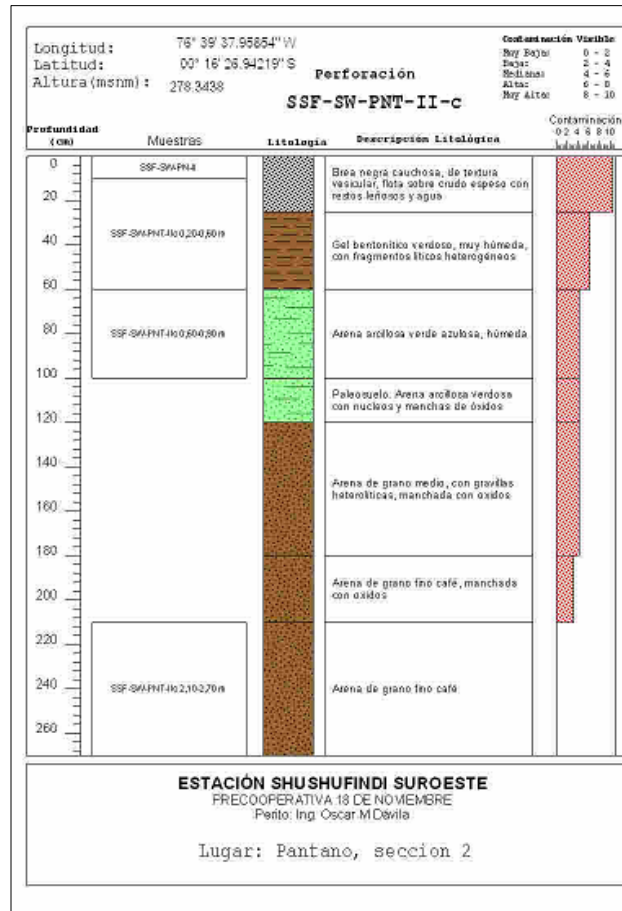
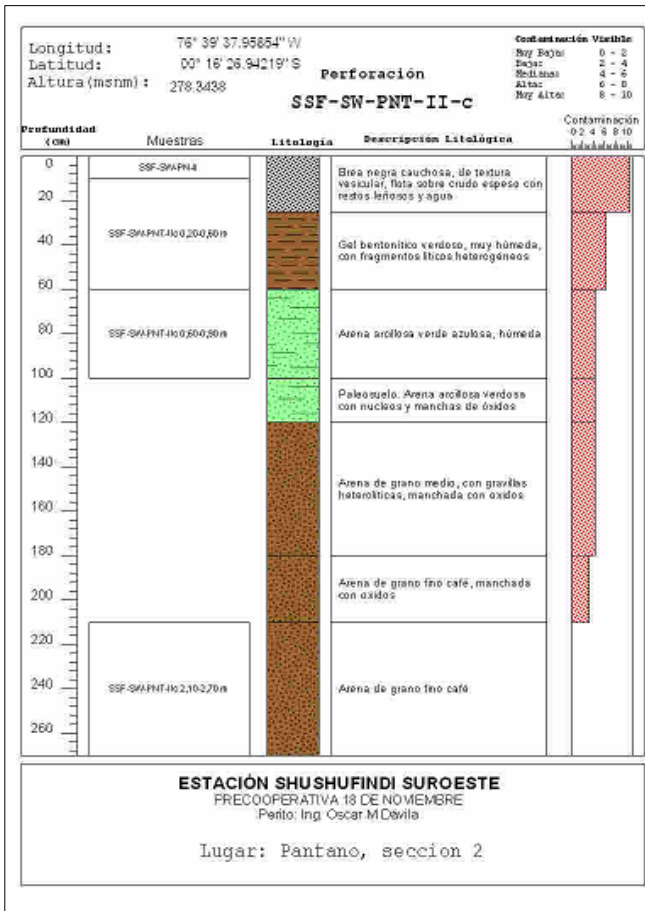
brea forma el lecho del lugar y es visible a todo lo ancho del pantano en una extensión de unos 500 m de largo.

- 80. Secciones geológicas en el Pantano.-** Se presenta a continuación las estratigrafías por sección del pantano vistas en su conjunto para visualizar de mejor manera la cobertura del subsuelo con petróleo y la profundidad media, tomada en cuenta para el cálculo de la masa contaminada que se debe remediar

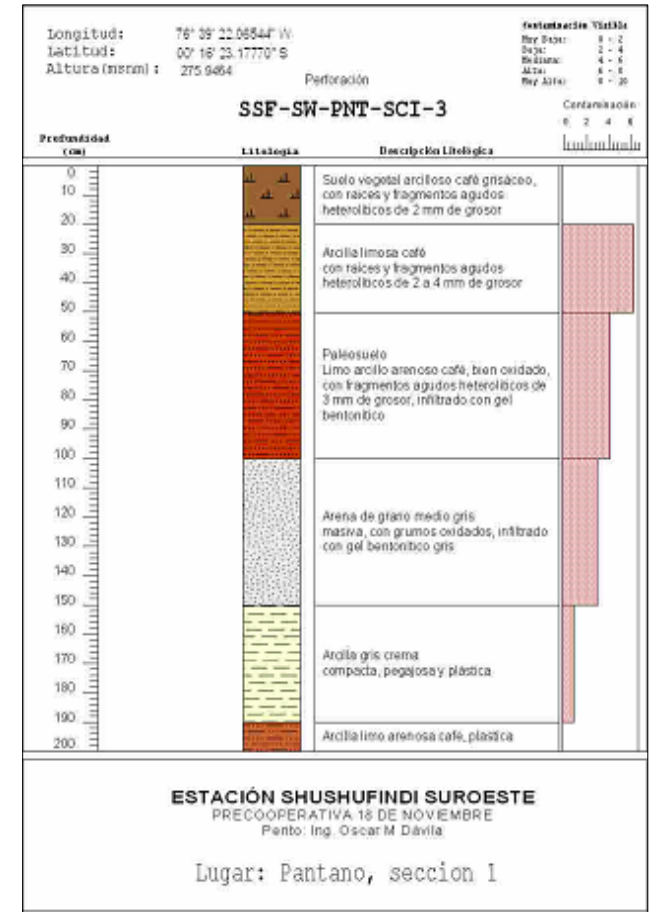
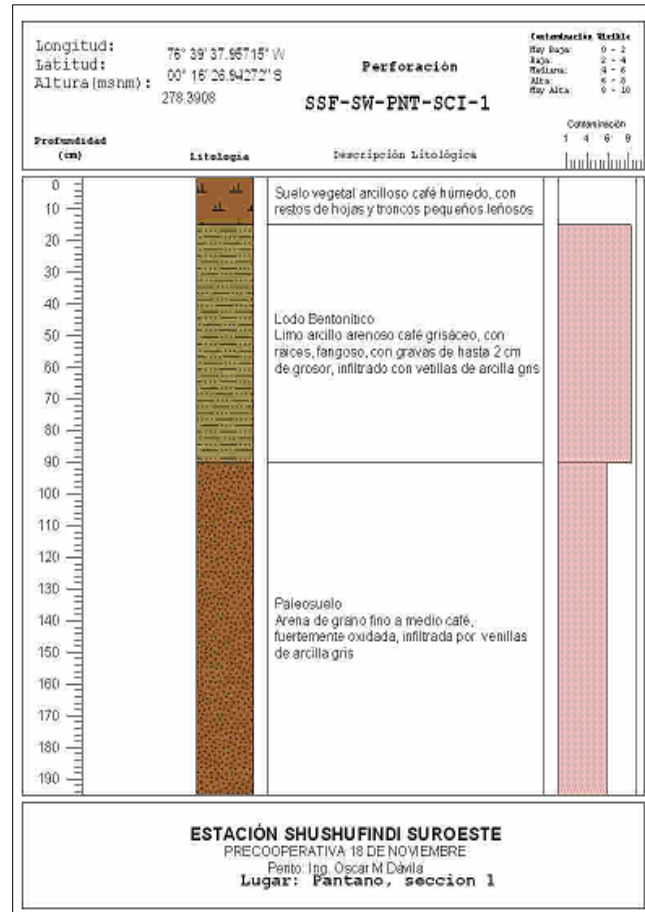
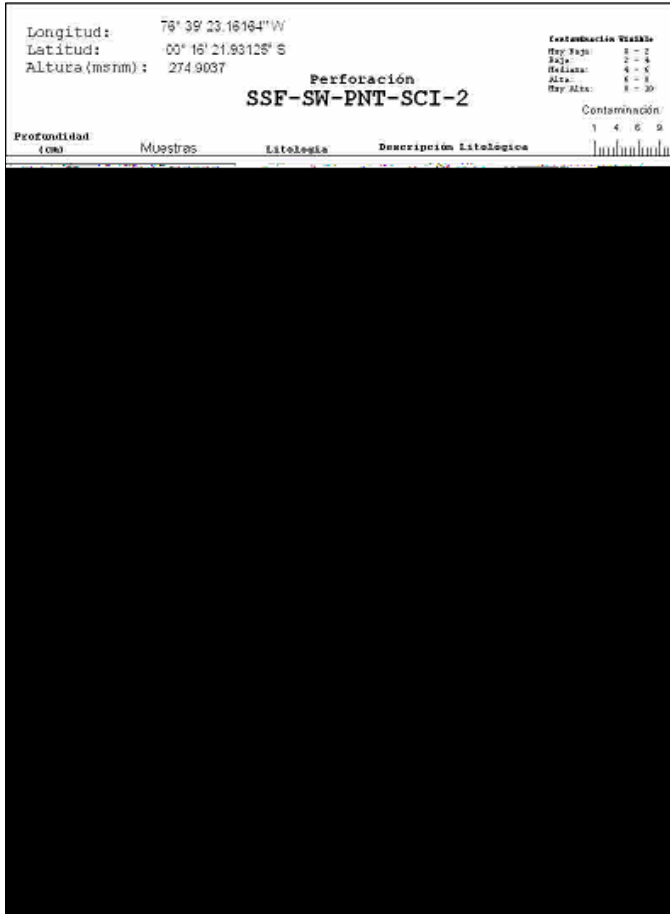
Estratigrafía de la sección de cabecera del pantano



Estratigrafía de la sección intermedia del pantano



Estratigrafía de la sección de salida del pantano



- 81. Volúmenes de suelos contaminados en el Pantano.-** El área del pantano de agua de formación, petróleo residual y sólidos es de 69 731 m² y el área del pantano de agua fresca, mezclada con agua de formación y petróleo residual es 22.234 m², totalizando 91.965 m². Tomando en cuenta que, de conformidad con la estratigrafía realizada la contaminación en niveles muy alta, alta, media y media baja cubre una profundidad promedio de 1.5 metros, el volumen de suelo a remediarse es 33.351 m³, con un costo total de remediación de USD 6.670.200.00 (seis millones seis cientos setenta mil dos cientos dólares americanos).
- 82.** El agua superficial del pantano.- En general esta agua luce fresca y se renueva con las abundantes lluvias que ocurren en el área. La salida de esta agua tras un aguacero es relativamente rápida ya que no se observan huellas de un elevamiento súbito del nivel de agua. Esto hace que este pantano sea realmente un charco poco profundo con una rápida circulación de aguas y de pantano solo tiene características muy incipientes.
- 83.** Las muestras de agua superficial tomadas y los análisis de laboratorio confirman la frescura del agua pues contienen tenores de contaminantes debajo de las normas internacionales. Sin embargo esto constituye una falsa seguridad. Cualquier mínima perturbación mecánica del pantano ya sea por pisoteo de personas o animales, por el paso de maquinaria u otros elementos perturbadores, liberará y lixiviara contaminantes aguas abajo de este peligroso lugar.
- 84.** Al caminar sobre la superficie de la brea, durante la Inspección Judicial, se observó la liberación de hidrocarburo y la formación de películas aceitosas en el agua. El menor pisoteo por los animales o la gente que cruza por el área romperá esta costra y liberará el agua contaminada y el crudo viscoso que se encuentran debajo.
- 85. El aire del Pantano.-** En el área del pantano el aire es nauseabundo y fétido. Las personas que estuvimos en la Inspección Judicial y en los días posteriores investigando el lugar sufrimos los malos olores de este aire. No se hicieron medidas de la contaminación del aire pues se consideró ocioso e inútil medir algo que es evidente para cualquier persona que haya estado allí.

IMPACTOS EN LA BIOTA DEL ÁREA DEL PANTANO

- 86. Breve nota sobre el ambiente de Pantanos⁴.**- Estos son depósitos de agua con escaso flujo de aguas superficiales y subterráneas, en ellos el agua permanece largo tiempo conformando ecosistemas muy ricos en nutrientes. El nivel de agua fluctúa al son de las lluvias a lo largo del año y según las estaciones. Tienen: -una ecozona de aguas superficiales que se extiende hasta profundidades donde la luz resulta insuficiente para que se realice la fotosíntesis, -una ecozona de aguas profundas sobre las que flota el agua superficial caliente y menos densa y -una ecozona de fondo compuesta de fangos orgánicos. En la zona de aguas superficiales la vegetación teje una red de plantas sumergidas, flotantes y emergentes, en cuyos laberintos abunda la vida. Bajo una verde capa de plantas acuáticas viven protozoos, diminutos crustáceos, caracoles y larvas de libélula, coleópteros buceadores y peces, estos organismos encuentran allí alimento y protección. En plantas y árboles emergentes anidan y se alimentan especies de aves y mamíferos.
- 87.** El clima calido húmedo tropical de la amazonía favorece la diversidad de especies vegetales y animales adaptados a vivir bajo estas condiciones. En las aguas superficiales de los pantanos se advierte la presencia de plancton vegetal y algas verdes filamentosas que aportan la mayor parte de la energía usada por los ecosistemas lénticos o de pantanos. En esta capa rica en alimentos, el plancton animal, los rotíferos, copépodos y cladóceros, se alimentan del plancton vegetal. En la zona de aguas profundas, la biodiversidad disminuye debido al descenso de la temperatura y de oxígeno disuelto. En la zona del fondo en cambio, el barro y el agua carecen a menudo del oxígeno necesario debido a la descomposición de la materia orgánica, abundando en ese fango las bacterias anaerobias.
- 88. Pseudo Pantano.-** El ecosistema descrito brevemente arriba no es el caso para el pseudo pantano examinado en la inspección judicial y en las investigaciones posteriores a esta. Más bien se trata de un encharcamiento de aguas debido a un enorme relleno progresivo -con tóxicos- de la cabecera de un estero o riachuelo intermitente convirtiéndolo en una depresión de fondo plano.
- 89.** Esta depresión plana no constituye un verdadero pantano, ha sido formada artificialmente debido al múltiple relleno con ripios y lodos de perforación, con sólidos acarreados por las aguas de formación y con un

⁴ Roldán, G. 1995. Fundamentos de limnología Neotropical. Universidad de Antioquía, Medellín, Colombia. 530 p.

gran derrame de crudo ocurrido en la zona de la cabecera del estero que provino de la Estación Shushufindi Suroeste

90. Sobre este relleno toxico, parcialmente impermeabilizado por una capa de brea, se han instalado algunas formas de vida acuática que se adaptan a la delgada e irregular lámina de agua “fresca” que es renovada por las frecuentes lluvias tropicales que caen sobre el área. Cualquier muestra del agua fresca de esta capa de agua obviamente no mostrara contaminación alguna.
91. **Flora en el Pseudo Pantano⁵**.- En la fotografía aérea de 1965, se puede observar que la vegetación original del bosque que rodeaba, en ese entonces al estero aledaño a la estación, mantiene una cobertura vegetal casi intacta. Con el pasar del tiempo y el incremento de las actividades hidrocarburíferas en la zona, se observa que en la fotografía aérea de 1990 ya no existe casi nada de la vegetación original que antes rodeaba el estero. Esto evidencia el impacto del manejo descuidado de la actividad hidrocarburífera en la estación y que ha provocado un alto nivel de contaminación con la consecuente desaparición de la vegetación original.
92. En la actualidad el estero luce como un pantano artificial, cubierto por una costra de crudo y materia orgánica en descomposición. Los vertimientos de petróleo han provocado la desaparición de la vegetación original del mismo, ocasionando que a través del tiempo, esta sea remplazada por vegetación herbácea pionera, oportunista y que hasta cierto punto se ha logrado adaptar a las condiciones ecológicas actuales. Esto no significa que el ecosistema se esté recuperando ya que muchas especies de árboles grandes de los géneros ficus y ceiba que antes crecían ahí vigorosamente, ahora ya no existen y la vegetación herbácea actual no responde a una estructura y composición florística propia de un bosque Amazónico y peor aun de un pantano Amazónico tradicional.
93. La flora del pantano esta constituida por abundantes enredaderas que colonizan su superficie y que se asientan en sus orillas. Algunas islas de tierra firme con restos de flora anterior al derrame quedan como mudos testigos de esta. En el área se encuentran familias de: Arecaceae, palmas que se ubican en los bordes del pantano; Araceae, Astereacea; Cecropiaceae, que son árboles pioneros de crecimiento rápido; Cyperaceae, Heliconiaceae, Melastomataceae, Mimosaceae que no son sino guabas que se encontraban en fructificación; Mirtaceae, guayabas sembradas por los colonos; Moraceae, Piperaceae, Pteridophytas, Poaceae, y pastos igualmente sembrados por los colonos.

⁵ Terneus, E. Biólogo de Agua Dulce. Reporte de reconocimiento del Pantano de la Estación Shushufindi Suroeste. 11 de octubre/04

- 94. Fauna en el Pseudo Pantano.-** Se pudo observar también una fauna poco diversa para la región amazónica; se avistaron aves, loros, pavas; monos, que al ser época de fructificación de la guaba se acercaban a los árboles para aprovechar sus frutos.
- 95. El agua superficial del pantano.-** En general esta agua luce fresca y se renueva con las abundantes lluvias que ocurren en el área. La salida de esta agua tras un aguacero es relativamente rápida ya que no se observan huellas de un elevamiento súbito del nivel de agua. Esto hace que este pantano sea realmente un charco poco profundo con una rápida circulación de aguas y de pantano solo tiene características muy incipientes.



- 96.** Las muestras de agua superficial tomadas y los análisis de laboratorio confirman la frescura del agua pues contienen tenores de contaminantes debajo de las normas internacionales. Sin embargo esto constituye una falsa seguridad. Cualquier mínima perturbación mecánica del pantano ya sea por pisoteo de personas o animales, por el paso de maquinaria u otros elementos perturbadores, liberará y lixiviara contaminantes aguas abajo de este peligroso lugar.

- 97.** Al caminar sobre la superficie de la brea, durante la Inspección Judicial, se observó la liberación de hidrocarburo y la formación de películas aceitosas en el agua. El menor pisoteo por los animales o la gente que cruza por el área romperá esta costra y liberará el agua contaminada y el crudo viscoso que se encuentran debajo.
- 98. El aire del Pantano.-** En el área del pantano el aire es nauseabundo y fétido. Las personas que estuvimos en la Inspección Judicial y en los días posteriores investigando el lugar sufrimos los malos olores de este aire. No se hicieron medidas de la contaminación del aire pues se consideró ocioso e inútil medir algo que es evidente para cualquier persona que haya estado allí.

BREVE NOTA SOBRE DEGRADACION DE HIDROCARBUROS

- 99.** Científicamente conocemos que al degradarse el petróleo por acción microbiana los subproductos de la degradación son CO₂ y agua en caso de una degradación aeróbica. La degradación anaeróbica es extremadamente lenta y es así como investigadores han encontrado que prácticamente es negligible la degradación anaeróbica. En una situación de petróleo enterrado y tapado con suelo se crea condiciones de ausencia de aire (anaeróbica) y por lo tanto se hace extremadamente lenta la degradación de hidrocarburos.
- 100.** Durante la biodegradación ocurre la evaporación y degradación de los compuestos orgánicos livianos, lo cual hace que se eleve la viscosidad del petróleo e incremente la fracción de asfaltenos, compuesta por hidrocarburos saturados e hidrocarburos aromáticos, concentrándose los elementos no biodegradables, tales como los metales pesados, que existen naturalmente en los petróleos.
- 101.** Los procesos de biodegradación son dependientes de los compuestos específicos presentes en el petróleo, el tipo de bacterias presentes en el suelo contaminado, las condiciones ambientales tales como presencia de agua, oxígeno, nutrientes, temperatura, etc., el tipo de suelo contaminado y sus propiedades específicas. La composición del suelo, sea esta sílice, arcilla o arena, tiene un enorme efecto en la velocidad de degradación. Los diferentes compuestos tienen diferentes susceptibilidades de degradación, así el asfalto es casi no biodegradable, ya que está compuesto por largas cadenas de compuestos aromáticos. El hexano (compuesto de seis carbonos) que es una parafina lineal encontrada en la gasolina es muy degradable. El hexano es mucho mas soluble en el agua que los asfaltos
- 102.** A medida que los tóxicos se aproximan al peso molecular de los asfaltos se tornan imposibles de biodegradar, sin embargo aún así a medida que la biodegradación sigue su curso también estos compuestos pueden llegar a degradarse, dependiendo de su concentración, esto es si la concentración es baja la biodegradación puede proseguir y viceversa.
- 103.** La cinética de la reacción está gobernada por la ley de energía, esto es, la biodegradación es una función de la temperatura hasta cierto límite, es decir se incrementa por un factor de 1.8 a 2 por cada 10°C por sobre la temperatura estándar de 20°C.
- 104.** Investigadores del tema de la degradación del petróleo en el ambiente como Larter y Aplin (2003) y Larter et al (2003) han deducido tiempos de degradación de 0,000001 a 0,000001 kg., de petróleo/m²/año para procesos anaeróbicos de degradación a 60°C. Pero a temperaturas

inferiores estas velocidades de degradación del petróleo pueden reducirse en un décimo a un centésimo de estos valores. Esto significa que la degradación del petróleo puede completarse entre un millón y 10 millones de años. (Ref. Larter, S, and A. Aplin 2003, Mechanism of petroleum biodegradation and caprock failure: New insights, applications of reservoir geochemistry, in J. Cubbitt, W. England, S. Larter and G. Macleod., eds).

- 105.** Adicionalmente se ha reportado que la velocidad de degradación del petróleo en el suelo es extremadamente dependiente de la disponibilidad de nutrientes y no por la disponibilidad de carbono del petróleo.

ANÁLISIS DE LAS HUELLAS GEOLÓGICAS DEJADAS POR LOS VERTIDOS ANTRÓPICOS INDUSTRIALES EN EL ÁREA DE LA PLATAFORMA DE LA ESTACIÓN

Derrame de crudo dentro de la Estación y empaque parcial de este en la piscina PIT1

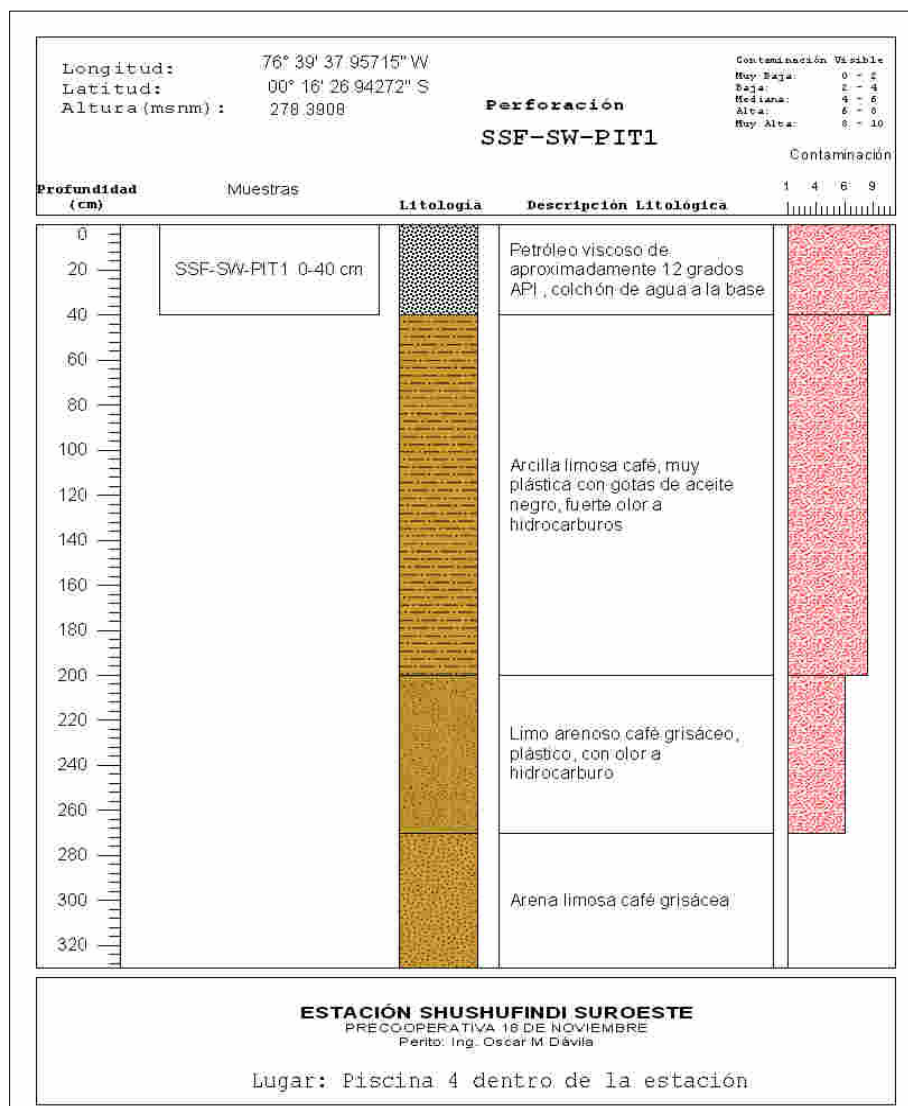
- 106.** En la foto aérea de 1986 se observó un área de textura particularmente extraña al norte y junto al mechero y fosa de agua de formación de 1976 . En el terreno en esta área se encontró que el suelo correspondiente estaba cubierto por brea cauchosa evidenciándose una coincidencia completa. Esta doble evidencia muestra la existencia de un derrame de crudo ocurrido en fecha cercana a 1986 y por lo tanto este derrame se atribuye a la operadora Texaco.
- 107.** Este derrame se esparció por el suelo desde la primera piscina de agua de formación de la estación que fue construida allá por el año 1976. La piscina fue anegada y rebosada por crudo que llegó a ella por la línea de agua que drenaba el tanque de lavado de crudo de esa época.
- 108.** Posteriormente en el sitio se excavo la piscina PIT1 y dentro de esta se “empacó” el crudo derramado. Parte del crudo que no pudo ser empacado en esa oportunidad aun hoy en día se encuentra en el área mencionada

Piscina de empaque de crudo PIT1

- 109.** Esta piscina se encuentra en una depresión cuadrada del terreno de unos 30x30 metros, enmascarada por vegetación. En su interior se ve una costra de brea que al pisarla se mueve como si debajo existiera gelatina. Al atravesar la costra con la perforación SSF-SW-PIT1 se encontró debajo de esta costra un crudo viscoso de unos 12^o API flotando sobre agua.
- 110.** El suelo del fondo de la piscina y que sostiene este conjunto gelatinoso es un barro negro arcilloso. Más hacia abajo se observa una arcilla café plastificada por el contenido de aceite oscuro infiltrado en ella a la manera de cómo se plastifica la masa de pan con manteca o mantequilla. Este suelo mantecoso se encuentra en este estado hasta una profundidad de 2 metros y huele con el fuerte olor característico de los hidrocarburos.

111. En esta piscina el crudo arrojado en ella fue expuesto a la intemperie por largo tiempo, sus volátiles se evaporaron dejando una costra de brea y el subsuelo, poco permeable, fue infiltrado en forma lenta y profunda durante un prolongado periodo.

Estratigrafía en el punto SSF SW PIT1



112. La muestra de suelo se tomó en el rango de profundidad entre 0.0 y 0.40 metros. La valoración objetiva de la contaminación del suelo con petróleo se realiza en base a una escala de valoración que va de 0 a 10, correspondiendo el nivel 10 al de muy alta contaminación. En este caso la presencia de petróleo en la piscina amerita una valoración de 9.6, esto es, contaminación severa, ya que el petróleo viscoso de aproximadamente 12° API, se evidenció está presente a escasos centímetros de la superficie del suelo. En la base se pudo observar un colchón de agua, evidentemente contaminada con los productos de

petróleo en solución, especialmente el benceno que tiene un grado de solución de 1.8 gramos/litro. De 40 a 90 centímetros se observó la presencia de un estrato arcillo limoso plástico de color café con pequeñas gotas de petróleo. Durante la inspección se percibió un olor fuerte a petróleo. El grado de contaminación con petróleo está dentro de la escala entre 6 y 9, correspondiendo a una calificación de “alta” contaminación.

113. Entre 200 y 260 centímetros se tiene un estrato limo arenoso de coloración café grisáceo, consistencia plástica. Se percibió un olor fuerte a petróleo. El grado de contaminación en la escala se ubica entre 4 y 6, que corresponde a un nivel medio de contaminación. De aquí hasta los 3.20 metros el estrato es una arena limosa de color café grisáceo.
114. Dimensiones de la Piscina de empaque PIT1 Se estima un volumen de 5.712m³ de suelo contaminado (se explica en anexo nn y tablas 3 y 4) sin considerar las capas afectadas por la migración de los tóxicos. La densidad del material contaminado es de 1.8 toneladas por m³, por lo tanto la masa que debe remediarse es de 10.282 toneladas.
115. En la perforación no se evidenció ningún material impermeabilizante que haya sido utilizado para impermeabilizar el fondo de esta Piscina, lo cual habría evitado la infiltración de crudos en el subsuelo.

Piscinas de agua de formación

116. En las fotos aéreas de los años 1976, 1986 y 1990 se identificaron 4 piscinas de aguas de formación ubicadas dentro del perímetro de la Estación. Dos de ellas que sirvieron entre 1976 y 1986 para este propósito se encuentran actualmente tapadas. Las dos piscinas abiertas que hasta hoy en día se utilizan fueron construidas alrededor de 1986, como pueden verse en la foto aérea de 1986.

Piscina al sur y cerca al manifold y separadores

117. Junto a esta instalación mecánica se identificó una piscina en la foto de 1976. Esta seguramente servía para verter en ella desechos de los procesos u excesos que se daban en este manifold. Actualmente esta piscina se encuentra tapada y no se pudo investigar en esta ocasión.

Piscinas de quema

118. También se identificaron 2 piscinas de quema correspondientes al área de los mecheros de 1976 y de 1986 respectivamente, estas piscinas tienen subsuelos contaminados. Estas áreas no fueron investigados en esta oportunidad.

119. Todas las piscinas que se mencionan fueron construidas antes de 1990 en el periodo que la empresa Texaco opero la estación.
120. *DADO EL ALCANCE DEL TRABAJO DE MUESTREO EN LOS DÍAS POSTERIORES A LA INSPECCIÓN JUDICIAL Y QUE SE CONCENTRÓ PRINCIPALMENTE EN EL PANTANO CONTAMINADO, POR SER ESTE SITIO, A JUICIO DEL PERITAJE INSINUADO POR LOS DEMANDANTES, EL MAS PELIGROSO, EI GRUPO DE PISCINAS DEL INTERIOR DE LA ESTACION, NO FUERON INVESTIGADAS EN ESTA OPORTUNIDAD. SIN EMBARGO SU PRESENCIA ES ABSOLUTAMENTE NOTABLE Y EVIDENTE, CONSTITUYENDO UN FOCO PELIGROSO DE CONTAMINACIÓN QUE DEBERÁ POSTERIORMENTE A ESTE INFORME SER INVESTIGADO Y REMEDIADO INDUDABLEMENTE.*

MUESTREO DE LOS PUNTOS DE INSPECCION

121. **Equipo de perforación y metodología de muestreo.-** La toma de muestras de suelo se realizó con perforadoras manuales tipo Cucharas de Avance Helicoide de 2 pulgadas de diámetro. Una vez extraída la muestra se procede a realizar el análisis de la litología del suelo, concluido lo cual se toma aproximadamente 500 gramos y se los almacena en un recipiente de vidrio ámbar. El frasco se deposita en una caja térmica –cooler- con hielo. Finalmente se remite las muestras al laboratorio CESAQ en Quito. Como parte del procedimiento se deposita el excedente de la muestra en el mismo sitio de la perforación y se cubre éste con el mismo suelo retirado previamente.
122. **Puntos de muestreo.-** Se investigo el subsuelo del área del pantano contaminado practicando 9 perforaciones, en tanto que en el área de la estación misma fue perforado 1 solo barreno para muestrear la piscina PIT1.
123. **Número de muestras.-** Se tomaron 15 muestras en total, 3 de crudos, 9 de suelos en profundidad y 3 de aguas superficiales de suelo de profundidad y tres muestras de agua superficial en el área del pantano. Se tomo 1 muestra en el interior de la piscina PIT1 en el área de la plataforma de la estación.

RESULTADOS

DEL ANALISIS MULTITEMPORAL

- 124.** Reconstrucción de la historia reciente del pantano.- Desde el inicio de las operaciones de la estación Shushufindi SW se venía vertiendo al estero agua de formación que, agua que contenía variables cantidades de crudo en emulsión. Por acción de las sales del agua de formación sobre la arcilla del suelo del estero, este fue transformándose en un lodazal de geles bentoníticos y aceites, al mismo tiempo que oxidaba el subsuelo.
- 125.** Posteriormente y en fecha no determinada con exactitud, pero dentro del intervalo de tiempo comprendido entre los años 1986 y 1990 se produjo un gran derrame de petróleo, el cual ingreso por la cabecera del estero proveniente de la Estación. El volumen derramado se estima entre 12.000 y 15.000 barriles.
- 126.** El hidrocarburo vertido en este cuenco gelatinoso fue retenido parcialmente por el enramado de la vegetación existente al momento de ocurrir el derrame. Las fracciones livianas del petróleo derramado fueron evaporándose poco a poco y el hidrocarburo fue haciéndose más denso. Una pequeña fracción del hidrocarburo se infiltró alcanzando la capa inferior gelatinosa. Las aguas lluvias aportaron luego con sedimento proveniente de los bordes del cuenco formando una delgada capa de suelo y hojarasca, iniciándose enseguida una colonización de fauna pionera.
- 127.** Este derrame, dado el gran volumen vertido al pantano, pudo haber venido por la línea de agua de formación, desde el tanque de lavado de la estación. Posiblemente al drenar el agua de formación, ya sea por daños del equipo de bombeo de crudo o por descuido O NEGLIGENCIA de los operadores en la estación se dejó fluir toda el agua de formación y también parte del petróleo del tanque.
- 128.** También se vertieron al estero lodos de bentonita, ripios y arenas de las formaciones geológicas perforadas en el pozo Shuhufindi 69 por canales de desfogue al estero que esta muy cerca del pozo.

DEL LABORATORIO

- 129.** Resultados de Laboratorio de CESAQ-PUCE.- A continuación se presenta los resultados de los ensayos químicos realizados a las muestras tomadas en campo.

- 130.** Las tablas de resultados están organizadas de tal manera que incluyen tanto los valores reportados por el laboratorio, los límites máximos permisibles de la normatividad ambiental nacional vigente y el factor de exceso de los resultados con respecto a dicha normatividad, a fin de facilitar y discusión de los resultados.

RESULTADOS DE LABORATORIO Y CORRELACIÓN CON NORMAS AMBIENTALES PARA SUELO DEL PNATANO DE LA ESTACION SHUSHUFINDI SUORESTE

Unidad Concentración: mg/kg	METODO	SSF-SW-PNT-SCI2	SSF-SW-PNT-SCI1b	DECRETO	DECRETO	DECRETO	DECRETO
Profundidad: metros		0,10 - 0,35	0,30 - 0,60				
Fecha de inspección: 6 octubre 2004				No. 1215	No. 3516	No. 1215	No. 3516
METALES							
Bario	SM 3500 Ba	<1,0	177		750		
Cadmio	USEPA 7000	<1,0	<1,0	<1	2		
Cobre	USEPA 7000	13,4	41,4		63		
Níquel	USEPA 7000	13,4	15,7	<40	50		
Zinc	USEPA 7000	51,7	35,4		200		
Plomo	USEPA 7000	23	29,5	<80	100		
Cromo Total	SM 3500 Cr	0,2	0,1		65		
HIDROCARBUROS DE PETROLEO TOTALES (TPHs)							
TPHs			15700	<1000		14,71	
DRD	EPA 8015	<50	15700				
GRD	EPA 8015	<50	<50				
BTEX							
Benceno	EPA 8260 B	<0,025	<5,0		0,05		
Tolueno	EPA 8260 B	<0,025	<5,0		0,1		
Étilbenceno	EPA 8260 B	<0,025	<5,0		0,1		
Xileno	EPA 8260 B	<0,050	<10,0		0,1		
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAPs)							
HAPs				<1	<2		
FLUORANTENO	EPA 8270	<0,5	<0,5		0,1		
BENZO(b)FLUORANTENO	EPA 8270	<0,5	<0,5				
BENZO(k)FLUORANTENO	EPA 8270	<0,5	<0,5				
BENZO(a) Pireno	EPA 8270	<0,5	<0,5				
INDENO(1,2,3-c,d)PIRENO	EPA 8270	<0,5	<0,5				
BENZO(g,h,i)Perileno	EPA 8270	<0,5	<0,5				

Proyecto: Estación Shushufindi Sur Oeste

Fecha de recepción de las muestras: 19 de octubre del 2004

Número de muestras: 2

Período de realización del análisis: 20 octubre 2004 - 15 de noviembre de 2004

Laboratorio responsable del análisis:

CENTRO DE SERVICIOS AMBIENTALES Y QUIMICOS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR. CESAQ-PUCE

Informe CESAQ-PUCE No. 0537-04

Análisis de muestras: 20/10/04 - 05/11/04

DECRETO No. 1215 (INMISIÓN): contiene el REGLAMENTO AMBIENTAL PARA LAS OPERACIONES HIDROCARBURIFERAS en el Ecuador publicado en el REGISTRO OFICIAL No.265 de 13 de febrero de 2001. DECRETO No. 3516: contiene el TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE, Tomo I, publicado en el REGISTRO OFICIAL No. 725 de 16 de diciembre de 2002

RESULTADOS DE LABORATORIO Y CORRELACION CON NORMAS AMBIENTALES
PARA AGUA FRECA DE PANTANO ESTACION SHUSHUFINDI SUROESTE

Unidad mg/litro	METODO	SSF-SW-PNT-SCI2	SSF-SW-PNT-II-H1	SSF-SW-PNT-SCIII	DECRETO 1215	DECRETO 3516	DECRETO 1215	DECRETO 3516
Cloruros		68,5	80,4	25,8		250		
Conductividad		316	347	242	<170			
Bario	SM 3500 Ba	1	2	2		1		1
Cadmio	USEPA 7000	<0,001	<0,001	<0,001		0,001		
Cobre	USEPA 7000	<0,5	<0,5	<0,5		1		
Níquel	USEPA 7000	<0,01	<0,01	<0,01		0,025		
Zinc	USEPA 7000	<0,01	<0,01	<0,01		5		
Plomo	USEPA 7000	<0,5	<0,5	<0,5		0,05		
Cromo Total	SM 3500 Cr	<0,01	<0,01	0,02		0,05		
TPHs					<0,5	0,5		
GRO	EPA 8015	<5	<5	<5				
DRO	EPA 8015	<5	<5	<5				
BTEX								
Benceno	EPA 8260 B	<0,002	<0,002	<0,002		0,01		
Tolueno	EPA 8260 B	<0,002	<0,002	<0,002				
Etilbenceno	EPA 8260 B	<0,002	<0,002	<0,002				
Xylenos	EPA 8260 B	<0,002	<0,002	<0,002				
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAPs)								
HAPs					<0.0003	0,0003		
FLUORANTENO	EPA 8270	<0,0002	<0,0002	<0,0002				
BENZO(b)FLUORANTENO	EPA 8270	<0,0002	<0,0002	<0,0002				
BENZO(k)FLUORANTENO	EPA 8270	<0,0002	<0,0002	<0,0002				
BENZO(a)PIRENO	EPA 8270	<0,0002	<0,0002	<0,0002		0,00001		
INDENO(1,2,3-c,d)PIRENO	EPA 8270	<0,0002	<0,0002	<0,0002				
BENZO(g,h,i)PERILENO	EPA 8270	<0,0002	<0,0002	<0,0002				

Laboratorio responsable del análisis: CENTRO DE SERVICIOS AMBIENTALES Y QUIMICOS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR. CESAQ-PUCE. Informe CESAQ-PUCE No. 0537-04

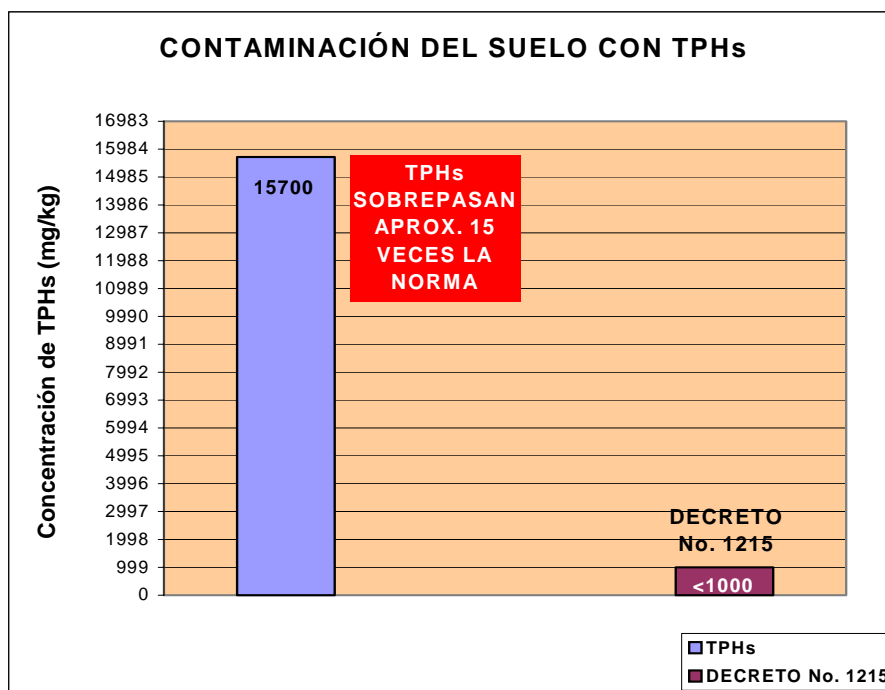
Recepción de la muestra: 19/10/04

Análisis de muestras: 20/10/04 - 05/11/04

DECRETO No. 1215 (INMISIÓN): contiene el REGLAMENTO AMBIENTAL PARA LAS OPERACIONES HIDROCARBURIFERAS en el Ecuador publicado en el REGISTRO OFICIAL No.265 de 13 de febrero de 2001

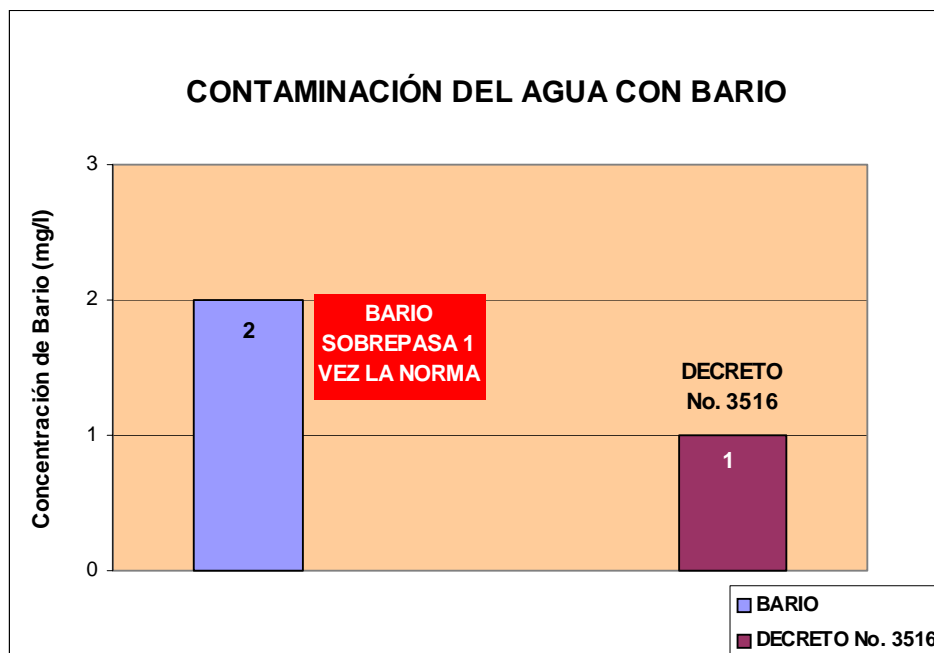
DECRETO No. 3516: contiene el TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE, Tomo I, publicado en el REGISTRO OFICIAL No. 725 de 16 de diciembre de 2002

- 131. DISCUSIÓN DE RESULTADOS. TPHs EN SUELO.** La muestra de suelo tomada en la estación SHUSHUFINDI SUROESTE, evidencia estar contaminada con los tóxicos TPHs (HIDROCARBUROS DE PETRÓLEO TOTALES), en concentración que sobrepasan aproximadamente 15 veces la norma contenida en el REGLAMENTO AMBIENTAL PARA LAS OPERACIONES HIDROCARBURÍFERAS EN EL ECUADOR, el cual se encuentra en el DECRETO No.1215. Para efectos de elaboración del gráfico de comparación entre el valor del análisis y la norma, se ha tomado, de la Legislación pertinente (Decreto No. 1215) el valor inmediato inferior al que esta estipula para valores de permiscibilidad de TPHs y que es <1000, por lo cual, el valor referido en la gráfica es 999.



<i>TPHS (MG/KG)</i>	<i>DECRETO NO. 1215 (MG/KG)</i>
15700	<1000

- 132.** La muestra de suelo tomada en la estación SHUSHUFINDI SUROESTE, evidencia estar contaminada con los tóxicos TPHs (HIDROCARBUROS DE PETRÓLEO TOTALES), en concentración que sobrepasan aproximadamente 15 veces la norma contenida en el REGLAMENTO AMBIENTAL PARA LAS OPERACIONES HIDROCARBURÍFERAS EN EL ECUADOR, el cual se encuentra en el DECRETO No.1215
- 133.** Para efectos de elaboración del gráfico de comparación entre el valor del análisis y la norma, se ha tomado, de la Legislación pertinente (Decreto No. 1215) el valor inmediato inferior al que esta estipula para valores de permisibilidad de TPHs y que es de <1000, por lo cual, el valor referido en la gráfica es 999.
- 134.** La muestra de agua tomada en EL PANTANO DE LA ESTACIÓN SHUSHUFINDI SUROESTE, evidencia estar contaminada con el tóxico BARIO, en concentración que sobrepasa 1 vez la norma contenida en el TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE, el cual se encuentra en el DECRETO No. 3516



BARIO (MG/L)	DECRETO NO. 3516 (MG/L)
2	1

- 135.** La muestra de agua tomada en EL PANTANO DE LA ESTACIÓN SHUSHUFINDI SUROESTE, evidencia estar contaminada con el tóxico BARIO, en concentración que sobrepasa 1 vez la norma contenida en el TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE, el cual se encuentra en el DECRETO No. 3516



DE LA EVALUACION DE LAS ACTAS DE ENTREGA

- 136.** No se han encontrado evidencias de que se hubiesen realizado determinaciones físico-químicas de los niveles de contaminación existentes, que pudiesen servir de referencia para comparar con los parámetros establecidos por la legislación vigente en la época y dilucidar si las áreas contaminadas estaban o no remediadas.
- 137.** Tampoco se han identificado actas de entregué-recibí de la estación al Gobierno Ecuatoriano.

DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO REPORTADOS POR TEXACO

NUMERO DE MUESTRAS Y RESULTADOS

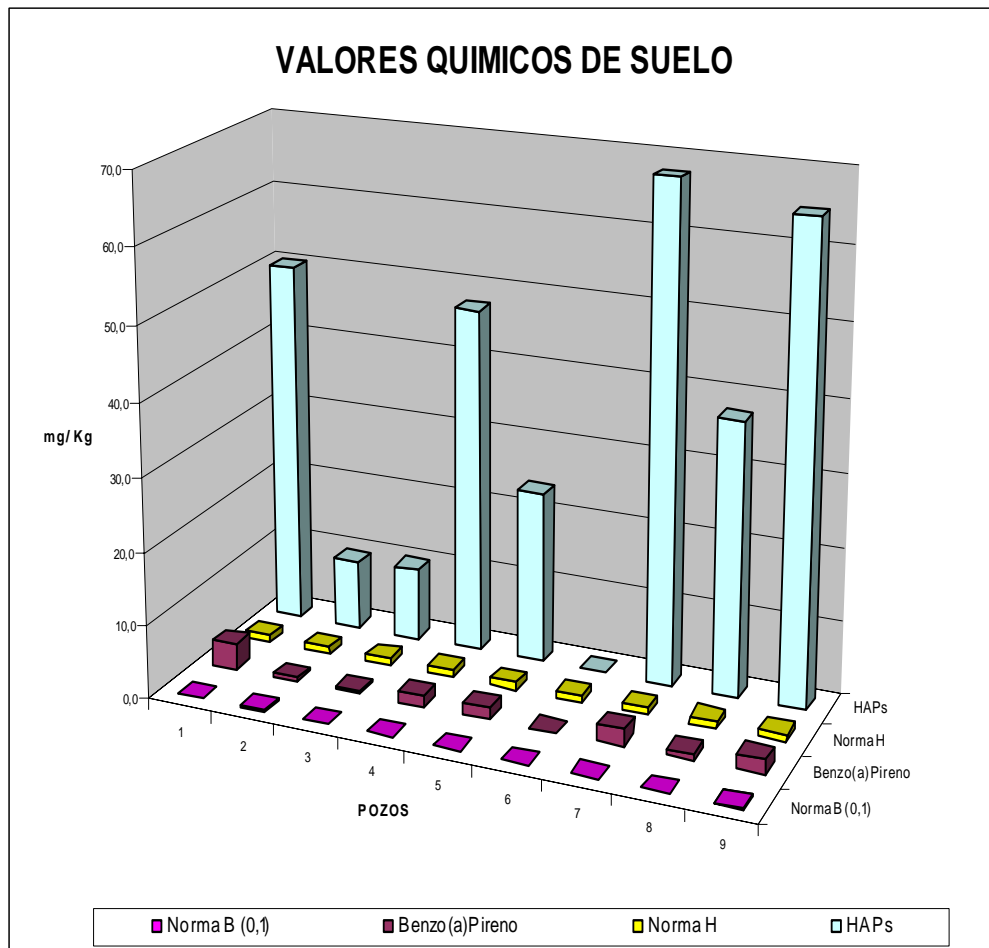
- 138.** TEXACO tomó en total 40 muestras (100%) de las cuales 16 muestras (40%) de suelo y sedimentos sobrepasan la norma (Decreto 1215) en TPHs; Bario; Cobre, Benzo(a)Pireno y HAPs. En tanto que 15 muestras (37.5%) de agua sobrepasan las normas (Decretos 1215 y 3516), en los contaminantes Benceno; Bario; Coruros; Benzo(a)Pireno y HAPs. Es decir que sólo. De eso se concluye que sólo 9 muestras cumplieron entresuelo y agua cumplieron la norma.

MUESTRAS DE SUELO

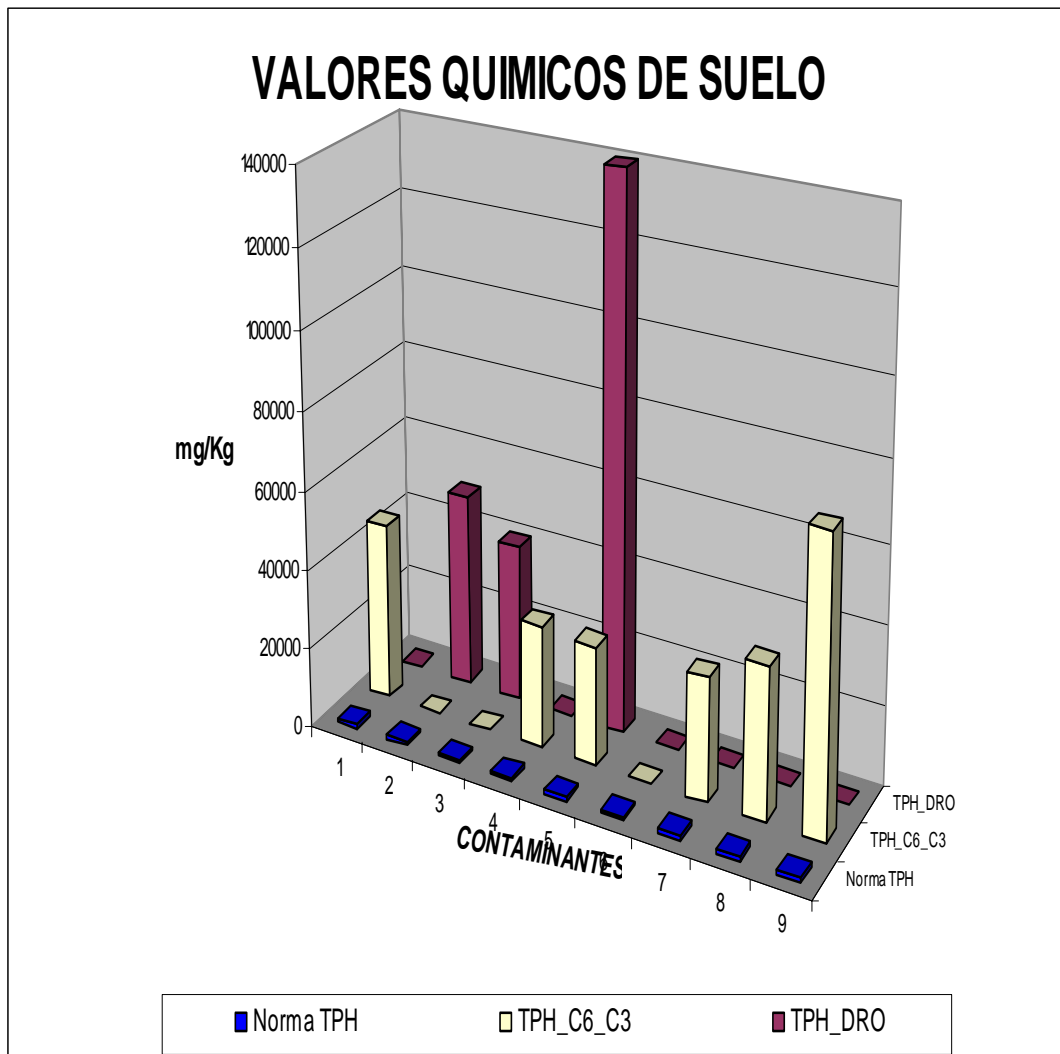
- 139.** TPHS EN LAS MUESTRAS DE TEXACO Y EL EXCESO RESPECTO A NORMAS NACIONALES De las 16 muestras de suelo que exceden la norma, 9 muestras (56.25%) violan la norma en excesos ubicados entre 29 veces y 139 veces más.
- 140.** BARIO EN LAS MUESTRAS DE TEXACO Y EL EXCESO RESPECTO A NORMAS NACIONALES De las 16 muestras de suelo que exceden la norma, 1 muestras (6.25%) violan la norma en excesos DE 0.7 veces en más.
- 141.** COBRE EN LAS MUESTRAS DE TEXACO Y EL EXCESO RESPECTO A NORMAS NACIONALES De las 16 muestras de suelo que exceden la norma, 2 muestras (12.50%) violan la norma en excesos ubicados entre 0.04 veces y 0.05 veces más.
- 142.** BENZO(a)PIRENO EN LAS MUESTRAS DE TEXACO Y EL EXCESO RESPECTO A NORMAS NACIONALES De las 16 muestras de suelo que exceden la norma, 8 muestras (50%) violan la norma en excesos ubicados entre 4 veces y 35 veces más.

- 143. HAPS EN LAS MUESTRAS DE TEXACO Y EL EXCESO RESPECTO A NORMAS NACIONALES** De las 16 muestras de suelo que exceden la norma, 8 muestras (50%) violan la norma en excesos ubicados entre 9 veces y 67 veces más.

Concentraciones de tóxicos en las muestras de suelo TOMADAS POR TEXACO y que sobrepasan la norma.



Los tóxicos de TPHs sobrepasan la norma en las muestras de
SUELO TOMADAS POR TEXACO



- 144.** Cromo VI y Cromo Total Texaco no presenta resultados sobre estos tóxicos, lo cual demuestra un incumplimiento a la normatividad vigente, que establece la obligatoriedad de realizar ensayos químicos para determinar la concentración de estos tóxicos en el suelo.

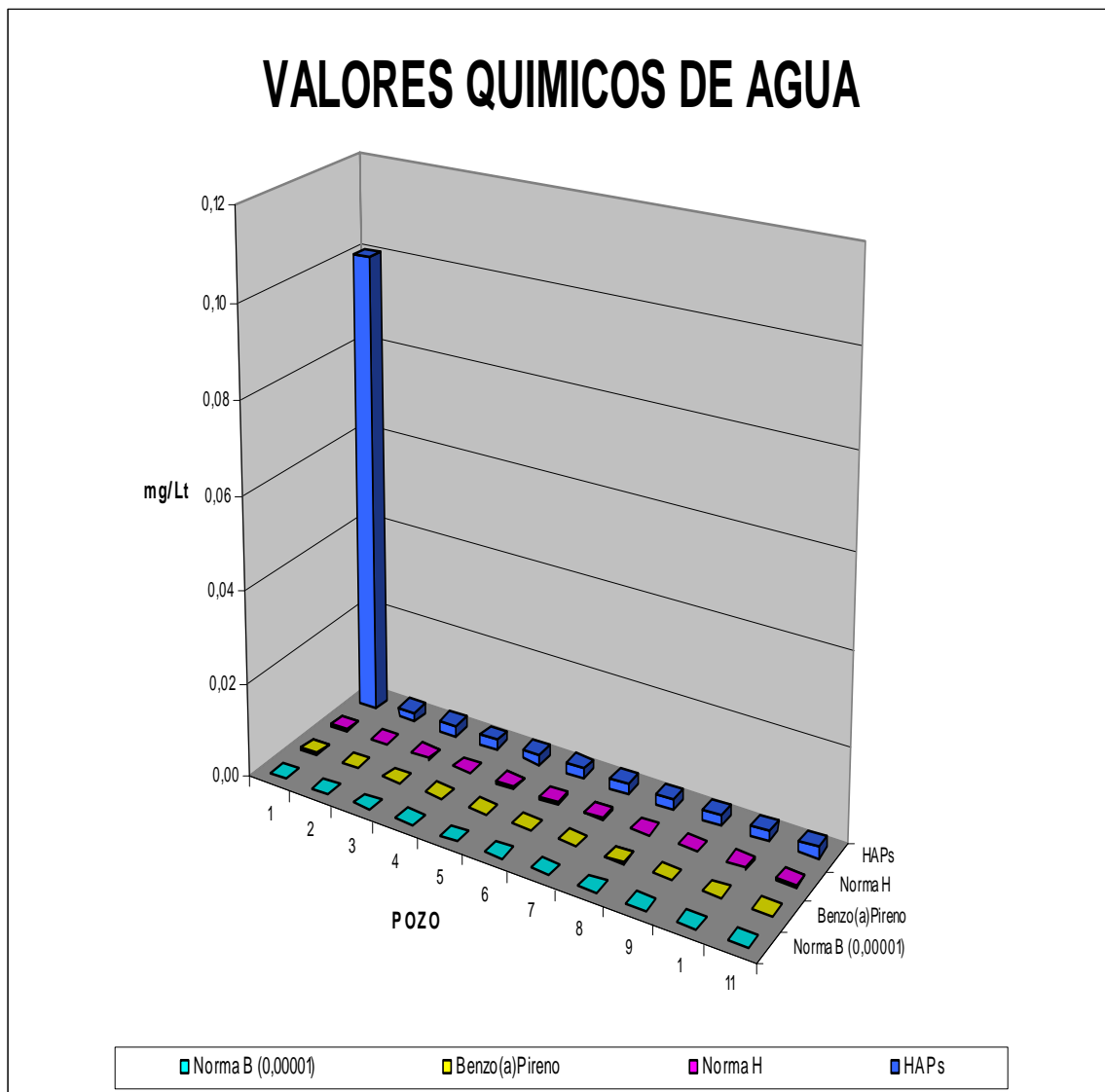
MUESTRAS DE AGUA

- 145. TPHS EN LAS MUESTRAS DE TEXACO Y EL EXCESO RESPECTO A NORMAS NACIONALES** De las 15 muestras de agua que exceden la norma, 1 muestra (6.67%) violan la norma en excesos de 0.40 veces más.
- 146. BARIO EN LAS MUESTRAS DE TEXACO Y EL EXCESO RESPECTO A NORMAS NACIONALES** De las 15 muestras de agua que exceden la norma, 1 muestras (6.67%) violan la norma en excesos de 6 veces en más.
- 147. CLORUROS EN LAS MUESTRAS DE TEXACO Y EL EXCESO RESPECTO A NORMAS NACIONALES** De las 15 muestras de agua que exceden la norma, 2 muestras (13.33%) violan la norma en excesos de 118 veces más.
- 148. BENZO(a)PIRENO EN LAS MUESTRAS DE TEXACO Y EL EXCESO RESPECTO A NORMAS NACIONALES** De las 15 muestras de agua que exceden la norma, 15 muestras (100%) violan la norma en excesos de 18 veces más
- 149. HAPS EN LAS MUESTRAS DE TEXACO Y EL EXCESO RESPECTO A NORMAS NACIONALES** De las 15 muestras de agua que exceden la norma, 15 muestras (100%) violan la norma en excesos ubicados entre 6.2 veces y 334 veces más.

VISUALIZACIÓN OBJETIVA DE LOS NIVELES DE EXCESO DE LOS TÓXICOS ENCONTRADOS POR TEXACO EN SUS MUESTRAS.

Las gráficas siguientes ponen en relieve los datos numéricos presentados en los numerales previos:

Los tóxicos HAPs sobrepasan la norma en las muestras de AGUA TOMADA POR TEXACO



150. HIDROCARBUROS DE PETRÓLEO TOTALES (TPHS)-EVALUACIÓN PUNTUAL.- Las muestras de “material”; suelo y sedimento de varios códigos, incumplen la normatividad vigente (Decreto 1215) ya que rebasan significativamente el límite máximo, permitido. El máximo nivel de violación de la ley ambiental es la sobrecontaminación del suelo en 73 veces más de lo permitido en TPHs.

151. Los niveles de Diesel son extremadamente altos y si consideramos el límite de TPHs como Límite para concentración de diesel, se tiene un exceso respecto a la norma de hasta 139 veces en más. La toxicidad de este contaminante se presenta en el capítulo correspondiente.

Código de la muestra	Tipo de muestra	TPHs Totales	DIESEL	Exceso de TPHs respecto a norma	Exceso de Diesel respecto a norma
SSF-SO-JI-AM1	“Material”	45.000	-	44	
SSF-SO-JI-AM4	“Material”	31.000	-	30	
SSF-SO-JI-AM8	“Material”	30.000	140.000	29	139
SSF-SO-JI-AM11-TAR	“Material”	38.000	-	37	-
SSF-SO-JI-AM11-TAR	“Material”	74.000	-	73	-
SSF-SO-JI-SB8-40CM	Suelo	100	1.500	-	0.5
SSF-SO-JI-Sed2	Sedimentos	-	49.000	-	48
SSF-SO-JI-Sed3	Sedimentos	-	40.000	-	39
JI-SSF-SW-PIT1-SS	Suelo	31.000	-	30	-

Fuente. Informe de TEXACO – Octubre 2004.

152. CONTAMINACIÓN DEL SUELO Y SEDIMENTOS POR TPHs Y VIOLACIÓN AMBIENTAL DE LA NORMATIVIDAD VIGENTE-EVALUACIÓN PUNTUAL. Las siguientes concentraciones de TPHs encontrados por TEXACO en sus muestras de suelo, sobrepasan significativamente la norma.

CONTAMINACIÓN DEL SUELO Y SEDIMENTOS POR HAPs Y VIOLACIÓN AMBIENTAL DE LA NORMATIVIDAD VIGENTE-EVALUACIÓN PUNTUAL.

- 153.** El suelo está contaminado con Benzo (a) Pireno Cancerígeno en concentraciones que superan los límites máximos establecidos por el Decreto 3516 vigente en hasta 35 veces más de lo permitido, como se evidencia de los datos siguientes. Texaco ha incumplido la legislación ambiental Ecuatoriana, lo cual se comprueba con sus propios resultados.

Identificación de la muestra	Tipo de muestra	Benzo (a) Pireno (mg/kg)	Número de veces que superan la norma
1 SSF—SO-JI-AM1	MATERIAL	3.6	35
2 SSF—SO-JI-AM4	MATERIAL	1.5	14
3 SSF—SO-JI-AM8	MATERIAL	1.6	15
4 SSF—SO-JI-AM11	MATERIAL	0.82	7
5 SSF—SO-JI-AM11-TAR	MATERIAL	2.0	19
6 SSF-SO-JI-SB4-0.60M	SUELO	0.155	0.6
SSSSF-SO-JI-Sed2	SEDIM	0.55	5
SSSSF-SO-JI-Sed3	SEDIM	0.49	4
JI-SSF-SW-PIT1-SS	SUELO	2.3	22
Decreto 3516		0.1	

Fuente. Informe de TEXACO – Octubre 2004

- 154.** Bario. La muestra de agua “código 15 SSF-SO-JI-PW1”, incumple la normatividad vigente (Decreto 3516) ya que rebasa el límite máximo establecido en 6 veces más.
- 155.** Cromo VI, Cromo total y TPHs. TEXACO no reporta ensayos realizados de estos tóxicos, aún cuando nuestra legislación establece límites máximos, por lo cual el hecho de no haber realizado los ensayos de estos tóxicos, es un incumplimiento a la legislación ambiental vigente.

IMPACTOS EN LA SALUD

BARIO

(BARIUM)

CAS # 7440-39-3
División de Toxicología ToxFAQs™
Septiembre 1995

- 156. ¿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.
- 157.** 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.
- 158. ¿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.
- 159. ¿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.
- 160. ¿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.
- 161.** 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

- 162.** 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.
- 163. ¿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.
- 164.** 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.
- 165. ¿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.
- 166.** Debido a la complejidad de los exámenes, estos se llevan a cabo solamente en casos de envenenamientos graves con bario y en investigación clínica.
- 167. ¿Qué recomendaciones ha hecho el gobierno federal para proteger la salud pública?**⁶ 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.
- 168.** 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

⁶ 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.

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.

- 169.** 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.

CADMIO

(CADMIUM)

CAS # 7440-43-9

División de Toxicología ToxFAQs™

Junio 1999

- 170. ¿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).
- 171.** 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.
- 172. ¿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.
- 173. ¿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.

- 174. ¿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 ocasiona náusea, vómito, dolores abdominales, diarrea, enfermedades renales⁷.
- 175.** 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.
- 176.** 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.
- 177. ¿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.
- 178. ¿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).
- 179.** 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

⁷ (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 Status: 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)

en la capacidad de aprendizaje. El cadmio también puede afectar el peso de nacimiento y el esqueleto de animales en desarrollo.

- 180.** 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.
- 181. ¿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.
- 182. ¿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.
- 183. ¿Qué recomendaciones ha hecho el gobierno federal para proteger la salud pública?**⁸ 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.
- 184.** 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).
- 185.** 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

⁸ 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

COBRE

(COPPER)

CAS # 7440-50-8

División de Toxicología ToxFAQs™

Septiembre 2002

- 186. ¿Qué es el cobre?**⁹ 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.
- 187.** 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.
- 188. ¿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).
- 189.** 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.

⁹ 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.

- 190. ¿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.
- 191.** Usando ciertos productos para el jardín (por ejemplo, fungicidas) para controlar enfermedades de las plantas. Al 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.
- 192. ¿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.
- 193.** 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.
- 194. ¿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.
- 195. ¿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.
- 196.** 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.
- 197. ¿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.

- 198.** 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.
- 199. ¿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.
- 200. ¿Qué recomendaciones ha hecho el gobierno federal 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).
- 201.** 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.
- 202.** 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.

PLOMO

(LEAD)

CAS # 7439-92-1

División de Toxicología ToxFAQs™

Junio 1999

- 203. ¿Qué es el plomo?** El plomo es un metal gris azulino 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.

- 204.** 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.
- 205. ¿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.
- 206. ¿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).
- 207. ¿Cómo puede afectar mi salud el plomo?** ¹⁰El 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.
- 208.** En altos niveles, el plomo puede disminuir el tiempo de reacción, puede causar debilitamiento de los dedos, muñecas, o tobillos y posiblemente

¹⁰ 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).

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.

- 209. ¿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.
- 210. ¿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.
- 211.** 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.
- 212.** 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.
- 213. ¿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.
- 214.** 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.

- 215. ¿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).
- 216. ¿Qué recomendaciones ha hecho el gobierno federal para proteger la salud pública?**¹¹ 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.
- 217.** 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.
- 218.** 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.

NÍQUEL

(NICKEL)

CAS # 7440-02-0

División de Toxicología ToxFAQs™

Septiembre 2003

- 219. ¿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

¹¹ 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.

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.

- 220.** 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.
- 221.** 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.
- 222. ¿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.
- 223. ¿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.
- 224. ¿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.

- 225.** Algunas personas sensibilizadas reaccionan cuando ingieren níquel en los alimentos o el agua o cuando respiran polvo que contiene níquel.
- 226.** Algunas personas que trabajan en refinerías de níquel o plantas que procesan níquel han experimentado bronquitis crónica y alteraciones del pulmón. Estas personas inhalan 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.
- 227.** 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.
- 228. ¿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.
- 229. ¿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.
- 230. ¿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.

- 231. ¿Hay algún examen médico que demuestre que he estado expuesto al níquel?** ay 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.
- 232. ¿Qué recomendaciones ha hecho el gobierno federal para proteger la salud pública?**¹² a 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.

CINC

(ZINC)

CAS # 7440-66-6

División de Toxicología ToxFAQs™

Septiembre 2003

- 233. ¿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.
- 234.** 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.
- 235.** 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

¹² 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.

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.

- 236. ¿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.
- 237.** 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.
- 238. ¿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.
- 239.** 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.
- 240. ¿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.
- 241.** 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.
- 242.** 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.
- 243.** 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.
- 244. ¿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.
- 245. ¿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.
- 246.** 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.
- 247. ¿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.
- 248. ¿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.

- 249. ¿Qué recomendaciones ha hecho el gobierno federal para proteger la salud pública?**¹³ 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.
- 250.** 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.

CROMO

(CHROMIUM)

CAS # 7440-47-3

División de Toxicología ToxFAQs™

- 251. ¿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.
- 252.** 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.
- 253. ¿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.
- 254. ¿Cómo podría yo estar expuesto al cromo?** Comiendo alimentos que contienen cromo (III). Respirando aire contaminado en el área de trabajo

¹³ 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. Febrero 2001

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.

- 255. ¿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.
- 256.** 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.
- 257. ¿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.
- 258.** 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.
- 259. ¿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. Es probable que los efectos sobre la salud de niños expuestos a grandes cantidades de cromo sean similares a los efectos observados en adultos. En animales expuestos a cromo (VI) se han observado defectos de nacimiento.
- 260. ¿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.
- 261. ¿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.

- 262. ¿Qué recomendaciones ha hecho el gobierno federal para proteger la salud pública?**¹⁴ 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 g/m³) en el área de trabajo, 1,000 g/m³ de cromo metálico (0), y 52 g/m³ de compuestos de cromo (VI) durante jornadas de 8 horas diarias, 40 horas a la semana.

HIDROCARBUROS TOTALES DE PETROLEO (TPH)

(TOTAL PETROLEUM HIDROCARBONS)

División de Toxicología ToxFAQs™

Agosto 1999

- 263. ¿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.
- 264.** 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.
- 265.** 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.

¹⁴ 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.

- 266. ¿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.
- 267. ¿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.
- 268. ¿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 inmunitario, los pulmones, la piel y los ojos.
- 269.** 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.
- 270. ¿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.
- 271. ¿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.

- 272. ¿Qué recomendaciones ha hecho el gobierno federal para proteger la salud pública?**¹⁵ 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.
- 273.** 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.
- 274.** Definiciones.- Carcinogénico: Sustancia que puede producir cáncer. Sistema inmunitario: Órganos y células del cuerpo que combaten infecciones. Pesticida: Sustancia usada para matar pestes.

HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAPs)

(POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS [PAHs])

División de Toxicología ToxFAQs™

Septiembre 1996

- 275. ¿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.
- 276.** 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.
- 277. ¿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

¹⁵ 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.

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.

- 278.** 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.
- 279. ¿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.
- 280.** 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.
- 281. ¿Cómo pueden afectar mi salud los HAPs?**¹⁶ 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.
- 282.** Estudios en animales también han demostrado que los HAPs pueden producir efectos nocivos a la piel, fluidos corporales, y a la habilidad para

¹⁶ Los hidrocarburos aromáticos policíclicos y los compuestos orgánicos volátiles ocasionan efectos respiratorios adversos (Ware JH, Spengler JD, Neas LM, Farnet JM, Wagner GR, Coultas D, Ozkaynac 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)

combatir infecciones después de exposiciones ya sea de corta o larga duración.

- 283. ¿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.
- 284.** 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).
- 285. ¿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.
- 286. ¿Qué recomendaciones ha hecho el gobierno federal para proteger la salud pública?**¹⁷ 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.
- 287.** 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.
- 288.** Definiciones. Carcinogénico: Sustancia capaz de producir cáncer. Miligramo (mg): La milésima parte de 1 gramo. Ingerir: Comer o beber algo.

¹⁷ 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.

CONCLUSIONES

DEL ESTUDIO GEOLÓGICO SE CONCLUYE LO SIGUIENTE:

- 289.** COBERTURA DE SUELO VEGETAL DEL PETRÓLEO DERRAMADO EN EL PANTANO EN LA SECCIÓN I O DE ENTRADA.- En los tres puntos de muestreo ubicados a la entrada del estero y entre aproximadamente 0.0 y 15 centímetros de profundidad no existe petróleo, esta capa es suelo vegetal de recubrimiento.
- 290.** CONTAMINACIÓN MUY ALTA, ALTA Y MEDIA EN EL PANTANO EN LA SECCIÓN I.- A partir de los 15 centímetros en adelante hasta 1.0 – 1.80 metros el suelo está contaminado con petróleo en niveles descendentes muy alto, alto y medio-bajo. Es decir el petróleo se derramó en el estero y luego se cubrió con una capa de suelo vegetal.
- 291.** CONTAMINACIÓN MUY ALTA, ALTA Y MEDIA EN EL PANTANO EN LA SECCIÓN II.-En los puntos (c) y (d) de la sección II o central el crudo está presente desde la superficie hasta la profundidad alcanzada, en niveles decrecientes muy alto, alto y medio-bajo. En tanto que en el punto Ili la primera capa es suelo vegetal de recubrimiento y a partir de aquí el crudo está presente en su mayor proporción en nivel de contaminación muy alto.
- 292.** CONTAMINACIÓN MUY ALTA, ALTA Y MEDIA EN EL PANTANO EN LA SECCIÓN II.-En la sección III del pantano. En esta sección del pantano, la estratigrafía muestra que el petróleo está presente desde la capa superficial hasta aproximadamente 70 centímetros en escala de contaminación descendente, comenzando con nivel alto de contaminación y descendiendo a niveles medio y bajo.
- 293.** CONTAMINACIÓN EN LA PISCINA PIT 1.- La estratigrafía en el punto perforado en la piscina 1, demuestra la presencia de petróleo desde la capa superior hasta los 2.60 metros de profundidad, en escala descendente de severidad de contaminación que va desde muy alta, alta, media y baja.
- 294.** Dimensiones de la Piscina de empaque PIT1. Las dimensiones de esta piscina son: 30 metros de largo, 28 metros de ancho y 6.80 metros de profundidad. Se estima un volumen de 5712m³ de suelo contaminado sin considerar las capas afectadas por la migración de los tóxicos. La densidad del material contaminado es de 1.8 toneladas por m³, por lo tanto la masa que debe remediarse es de 10282 toneladas con un costo de remediación de USD 2.056.400,00 (dos millones cincuenta y seis mil cuatrocientos dólares americanos).

- 295.** Masa de suelo que debe remediarse en el pantano. El área del pantano de agua de formación, petróleo residual y sólidos es de 69.731 m² y el área del pantano de agua fresca, mezclada con agua de formación y petróleo residual es 22.234 m², totalizando 91965 m². Tomando en cuenta que, de conformidad con la estratigrafía realizada la contaminación en niveles muy alta, alta, media y media baja cubre una profundidad promedio de 1.5 metros, el volumen de suelo a remediarse es 33.351 m³, con un costo total de remediación de USD 6.670.200 (seis millones seis cientos setenta mil dos cientos dólares americanos).
- 296.** POR QUÉ LA CONTAMINACIÓN CON PETRÓLEO DESCIEDE. Y SE REDUCE LA VELOCIDAD DE PENETRACIÓN AL ENCONTRAR UN ESTRADO BENTONÍTICO GELIFICADO.- De las litoestratigrafías estudiadas en el contexto del informe, se observa la presencia de bentonita gelificada, en cuyo estado coloidal se vuelve impermeable, impidiendo el avance del petróleo. El origen de este material se debe a la presencia de bentonita natural, denominada Montmorillonita. Esta bentonita tiene en su estructura cristalina tres capas 2-1, una central octaédrica formando un complejo con Aluminio y dos tetraédricas formando un complejo con Silicio. La substitución de Hierro (Fe⁺⁺) o Magnesio (Mg⁺⁺) por Aluminio (Al⁺⁺) en la hoja octaédrica y Aluminio (Al⁺⁺) por Silicio (Si⁺⁺) en la hoja tetraédrica produce un desbalance de energía de -1 por 1.5 unidades cristalinas. Este desbalance es neutralizado por adsorción de, entre otros cationes, sodio (Na⁺) en la superficie exterior de los cristales de arcilla. Uniones débiles permiten el ingreso de agua y con esto expandir la distancia entre los cristales. Así la distancia entre los cristales bentoníticos cuando el material está seco es de 9.5 angstroms y en presencia de agua de formación esta distancia se incrementa entre 15 Å y 17 Å dependiendo del catión intercambiable absorbido en la estructura; la expansión de volumen está entre el 58% y el 79%. Por lo tanto la bentonita natural al mezclarse con el agua de formación se expande adoptando una consistencia gelatinosa e impermeable, entonces el petróleo derramado penetra hasta encontrar esta capa de bentonita gelatinizada.

DEL ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA ESTACIÓN EN BASE A LAS FOTOGRAFÍAS AÉREAS DE 1976-1986 Y 1990, SE CONCLUYE LO SIGUIENTE

- 297.** FOTOGRAFÍA AÉREA DE 1976.- TEXACO recibía el petróleo y a través del manifold lo bombeaba al separador de donde salía el gas de formación contaminado con elevadas proporciones de compuestos de azufre y, en estas condiciones lo quemaba absolutamente todo a ras de tierra en las "piscinas de quema, produciendo una gran contaminación del aire, suelo, agua, medio biótico y antrópico por efecto de los gases tóxicos de azufre y monóxido de carbono. Del separador salía además el

petróleo y la sal muera, conjunto que lo bombeaba al tanque de lavado de donde salía la sal muera contaminada con metales pesados y elevadas concentraciones de sal, más petróleo residual, la misma que se vertía previamente en un hueco cavado en tierra sin impermeabilización, contaminando el suelo, aguas superficiales y freáticas y el aire con los volátiles, luego, y sin ningún tratamiento la descargaba al estero, produciendo severa contaminación ambiental.

- 298.** FOTOGRAFÍA AÉREA DE 1986. TEXACO incrementó la producción, y con ello instaló el tanque de reposo de donde se descargaban los gases de venteo tóxicos. Incrementó cuatro fosas cavadas en el suelo y sin impermeabilización para alojar indistintamente petróleo proveniente de fugas y derrames. Una de las fosas fue utilizada para alojar el petróleo derramado entre 1986 y 1990. El agua de formación se continuó derramando en el hueco de 1976 y de aquí al estero. Todo esto produjo una severa contaminación ambiental.
- 299.** FOTOGRAFÍA AÉREA DE 1990. TEXACO continuó operando la Estación de la misma forma que lo hizo desde 1976 y 1986, hasta 1990, provocando con esto una severa contaminación ambiental.

DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO REPORTADOS AL PERITO INSINUADO POR LOS DEMANDANTES SE CONCLUYE LO SIGUIENTE:

- 300.** TPHs EN SUELO. La muestra de suelo tomada en el área del pantano contaminado aledaño a la estación SHUSHUFINDI SUROESTE, evidencia estar contaminada con los tóxicos TPHs (HIDROCARBUROS DE PETRÓLEO TOTALES), en concentración que sobrepasan aproximadamente 15 veces la norma contenida en el REGLAMENTO AMBIENTAL PARA LAS OPERACIONES HIDROCARBURÍFERAS EN EL ECUADOR, el cual se encuentra en el DECRETO No.1215. Los efectos de estos tóxicos en la salud se detallan en el capítulo correspondiente a "Impactos en la salud".
- 301.** BARIO EN EL AGUA. Las muestras de agua tomadas en el área del pantano contaminado aledaño a la estación en la ESTACIÓN SHUSHUFINDI SUROESTE, evidencian estar contaminadas con el tóxico BARIO, en concentración que sobrepasa 1 vez la norma contenida en el TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE, el cual se encuentra en el DECRETO No. 3516. Los efectos de este tóxico en la salud se detallan en el capítulo correspondiente a "Impactos en la salud".

DE LA EVALUACION DE LAS ACTAS DE ENTREGA

- 302.** No se han encontrado evidencias de que se hubiesen remediado el suelo de las piscinas que recibían las descargas de agua de formación y petróleo. Tampoco existe evidencia documental de que se hubiesen remediado el recurso agua superficial y freática del estero. Concluyendo el impacto es severo ya que las aguas del estero en ultima instancia desembocan en el río La Sur y este en el río Shushufindi.

DE LA EVALUACIÓN DE DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO REPORTADOS POR TEXACO SE CONCLUYE LO SIGUIENTE:

- 303.** MUESTRAS Y RESULTADOS.- TEXACO tomó en total 40 muestras (100%) de las cuales 16 muestras (40%) de suelo y sedimentos sobrepasan la norma (Decreto 1215) en TPHs; Bario; Cobre, Benzo(a)Pireno y HAPs. En tanto que 15 muestras (37.5%) de agua sobrepasan las normas (Decretos 1215 y 3516), en los contaminantes Benceno; Bario; Coruros; Benzo(a)Pireno y HAPs. De eso se concluye que sólo 9 muestras de suelos y aguas cumplieron la norma.

MUESTRAS DE SUELO

- 304.** TPHS EN LAS MUESTRAS DE TEXACO Y EL EXCESO RESPECTO A NORMAS NACIONALES.-De las 16 muestras de suelo que exceden la norma, 9 muestras (56.25%) violan la norma en excesos ubicados entre 29 veces y 139 veces más.
- 305.** BARIO EN LAS MUESTRAS DE TEXACO Y EL EXCESO RESPECTO A NORMAS NACIONALES.-De las 16 muestras de suelo que exceden la norma, 1 muestra (6.25%) violan la norma en excesos de 0.7 veces.
- 306.** COBRE EN LAS MUESTRAS DE TEXACO Y EL EXCESO RESPECTO A NORMAS NACIONALES.-De las 16 muestras de suelo que exceden la norma, 2 muestras (12.50%) violan la norma en excesos ubicados entre 0.04 veces y 0.05 veces más.
- 307.** BENZO(a)PIRENO EN LAS MUESTRAS DE TEXACO Y EL EXCESO RESPECTO A NORMAS NACIONALES.-De las 16 muestras de suelo que exceden la norma, 8 muestras (50%) violan la norma en excesos ubicados entre 4 veces y 35 veces más.
- 308.** HAPS EN LAS MUESTRAS DE TEXACO Y EL EXCESO RESPECTO A NORMAS NACIONALES.-De las 16 muestras de suelo que exceden la

norma, 8 muestras (50%) violan la norma en excesos ubicados entre 9 veces y 67 veces más.

- 309.** Cromo VI y Cromo Total.- Texaco no presenta resultados sobre estos tóxicos, lo cual demuestra un incumplimiento a la normatividad vigente, que establece la obligatoriedad de realizar ensayos químicos para determinar la concentración de estos tóxicos en el suelo.

MUESTRAS DE AGUA

- 310.** TPHS EN LAS MUESTRAS DE TEXACO Y EL EXCESO RESPECTO A NORMAS NACIONALES.-De las 15 muestras de agua que exceden la norma, 1 muestra (6.67%) violan la norma en excesos de 0.40 veces más.
- 311.** BARIO EN LAS MUESTRAS DE TEXACO Y EL EXCESO RESPECTO A NORMAS NACIONALES.-De las 15 muestras de agua que exceden la norma, 1 muestras (6.67%) violan la norma en excesos de 6 veces en más.
- 312.** CLORUROS EN LAS MUESTRAS DE TEXACO Y EL EXCESO RESPECTO A NORMAS NACIONALES.-De las 15 muestras de agua que exceden la norma, 2 muestras (13.33%) violan la norma en excesos de 118 veces más.
- 313.** BENZO(a)PIRENO EN LAS MUESTRAS DE TEXACO Y EL EXCESO RESPECTO A NORMAS NACIONALES.-De las 15 muestras de agua que exceden la norma, 15 muestras (100%) violan la norma en excesos de 18 veces más
- 314.** HAPS EN LAS MUESTRAS DE TEXACO Y EL EXCESO RESPECTO A NORMAS NACIONALES.-De las 15 muestras de agua que exceden la norma, 15 muestras (100%) violan la norma en excesos ubicados entre 6.2 veces y 334 veces más.

PREGUNTAS PLANTEADAS A LOS PERITOS POR LOS LITIGANTES

- ✓ *Las preguntas formuladas por los abogados litigantes de las partes quedan contestadas extensamente a lo largo de este Informe. En esta sección se enlistan las preguntas en grupos de preguntas correlacionadas por temas y se hacen referencias a los párrafos del informe que contestan dichas preguntas. En las preguntas específicas se hace una exposición concreta que responde a dicha pregunta.*

Preguntas del Doctor Adolfo Callejas Abogado de los Demandados

Instalaciones de la Estación Shushufindi Suroeste

- ✓ *Describan los Peritos en que consiste una Estación de Producción, qué tipo de equipos e instalaciones posee, y qué funciones desempeña en una operación petrolera. Indiquen los Peritos la configuración de la Estación de Producción denominada "SHUSHUFINDI SUROESTE", materia de la presente diligencia. Describan especialmente los Peritos los equipos instalados en esta Estación de Producción, que sirven para reinyectar el agua de formación.*

Estas informaciones se encuentran respondidas en los párrafos 13 y siguientes hasta el párrafo 43 del informe.

Reinyección de agua

- ✓ *Los peritos deberán hacer un recuento histórico del o de los sistemas utilizados por la operadora PETROPRODUCCION (PETROAMAZONAS) para la descarga de aguas de producción o de formación, a partir del 1º de Julio de 1990. El informe deberá dividirse en dos períodos, para una mejor comprensión del señor Presidente, esto es, en un primer período del 1o de Julio de 1990 hasta el 6 de Junio de 1992, y en un segundo período desde el 7 de Junio de 1992 hasta la presente fecha. Para el efecto, los Peritos consultarán los archivos de PETROPRODUCCION, tanto los que tal empresa disponga en el denominado Distrito Amazónico, en la ciudad de Lago Agrio, como aquellos archivos que reposen en la ciudad de Quito.*

Entre los años 1990 y 1992 e inclusive hasta los años 1998, año en el cual se inicia la reinyección del agua de formación al subsuelo profundo del campo Shushufindi, concretamente a la formación Tiyuyacu, se siguió vertiendo al pantano las aguas saladas de la estación. Al igual que se hizo durante todo el tiempo que Texaco operó la estación. Con la diferencia que en el período de 2 años entre 1990 a 1992 se usó una piscina de hormigón API que se construyó al final de las operaciones de la Texaco y que servía para hacer la misma separación del agua de formación del petróleo residual que esta contiene y que se hacía anteriormente, con los riesgos asociados a esta tecnología..

Esta operación con piscinas API solo mejoraba las condiciones de impermeabilización del suelo, en todo lo demás sigue siendo tecnología similar a la anteriormente usada por Texaco, atrasada e insuficiente y peligrosa para tratar las aguas salmueras que se arrojaban al ambiente.

- ✓ *Con la respectiva autorización previa suya, señor Presidente, que solicito se otorgue mediante el correspondiente oficio, los Peritos deberán consultar los archivos de PETROPRODUCCION y/o TEXPET, respecto de las fechas de entrega-recepción de los equipos para la re-inyección de agua de formación, especialmente de los equipos y materiales entregados por TEXPET a PETROPRODUCCION, según he indicado antes.*

- ✓ *Los peritos informarán a la Corte, la fecha de instalación de los materiales y equipos entregados por TEXPET a PETROPRODUCCION, así como la fecha de iniciación de las operaciones de re-inyección del agua de producción en esta Estación SHUSHUFINDI SUROESTE.*
- ✓ *Los Peritos describirán a la Corte el equipamiento y el proceso con que cuenta esta Estación a la fecha, para la disposición del agua de producción. Los Peritos informarán a la Corte si actualmente, a través de esta Estación, se descarga agua de producción hacia la tierra o hacia corrientes de agua. Los Peritos informarán a la Corte si actualmente el agua de producción es reinyectada al subsuelo desde esta Estación, en una manera que no causa impacto al ambiente.*

Estas informaciones se encuentran en los párrafos 30 a 34 del presente informe.

Descargas históricas de Agua de Formación e impactos ambientales

- ✓ *Los Peritos deberán informar a la Corte la ubicación geográfica de la descarga histórica de aguas de producción que se vertían al medio ambiente desde esta Estación. Los Peritos evaluarán el contorno del área de descarga mencionada en la pregunta anterior e informarán a la Corte las condiciones actuales de la vegetación existente allí y si encontraron impactos ambientales visibles, producto de las descargas históricas de agua de producción*
- ✓ *Los Peritos investigarán e informarán a la Corte otras posibles causas de impactos al pantano situado al noroeste de la Estación, incluyendo los derrames de petróleo crudo u otras sustancias, por rotura de las tuberías u oleoductos que atraviesan el área circundante al pantano. Que los señores Peritos investiguen e informen a la Corte si en la actualidad desde esta Estación se hacen descargas de agua de producción al medio ambiente, a través del punto histórico de descarga o de otros puntos que se hayan construido.*

Información correspondiente a estos temas se encuentra contenida en los párrafos 40 a 43 del presente informe. En los párrafos 109 y siguientes se informa sobre el estado general del pantano a donde se vertió aguas de formación por parte de Texaco durante muchos años.

Muestreo de aguas de consumo humano

- ✓ *Tal como lo solicité durante su recorrido por esta Estación y las áreas circundantes, reitero mi requerimiento de que se sirva ordenar a los Peritos la toma y análisis de todas y cada una de las muestras que mencioné, de manera especial las muestras de agua de cada uno de los pozos de aguas subterráneas que tienen las familias que habitan en las cercanías y de los manantiales o fuentes superficiales. Estas muestras deberán ser analizadas a través de procedimientos internacionalmente aceptados, de conformidad con los Planes de Muestreo y de Análisis aprobados por las partes, para determinar si el agua subterránea o superficial está o no actualmente contaminada por hidrocarburos o por otras fuentes de contaminación, incluyendo las biológicas.*

- ✓ *Se servirá ordenar que los señores Peritos tomen muestras del agua del estero localizado al sur de la Estación, a la altura de la propiedad de la señora Iliá Bravo, para que sea analizada, de acuerdo a métodos internacionalmente aceptados, de conformidad con los Planes de Muestreo y Análisis acordados por las partes, igualmente para determinar si esa agua superficial está o no impactada por hidrocarburos u otras fuentes, incluyendo las biológicas.*
- ✓ *Solicito que los señores Peritos informen si las descargas de agua de producción de la Estación han causado o no un efecto ambiental irreversible al ambiente y si pueden o no afectar a la salud de los habitantes de la zona. Para ello deberán usar métodos de análisis y valoración que sean de general aceptación.*
- ✓ *Los Peritos identificarán cual fue el alcance de las obligaciones de TEXPET según el Contrato de 4 de Mayo de 1995, en relación con el sistema de disposición de agua de producción en esta Estación. Los Peritos verificarán si existe documentación que demuestre que TEXPET cumplió efectivamente con la provisión de los equipos para re-inyección de agua de producción a través de esta Estación, según su compromiso contractual.*
- ✓ *Los Peritos identificarán y describirán cual es el sistema que actualmente se usa en esta Estación para el manejo y disposición del agua de formación.*

Informaciones sobre estos temas se encuentran distribuidas en los párrafos 334 a 338.

Derrame de petróleo en el Pantano

- ✓ *A fin de determinar si el pantano ubicado al noroeste de la Estación, que hemos recorrido el día de hoy, se encuentra o no contaminado por hidrocarburos, solicito a los señores Peritos tomar las muestras de agua, asfalto y sedimentos necesarias. Al respecto, los señores Peritos investigarán e informarán a la Corte si cualquier contaminación por hidrocarburos que encontraren proviene de la Estación SHUSHUFINDI SUROESTE o de otras fuentes.*

Remediación de la Estación

- ✓ *Los Peritos informarán a la Corte si la Estación SHUSHUFINDI SUROESTE fue parte del Programa de Remediación acordado por TEXPET con el Gobierno Ecuatoriano y PETROECUADOR en Mayo de 1995. En caso afirmativo, los Peritos informarán cual fue el alcance de los trabajos de remediación que se comprometió a realizar TEXPET en esta Estación. Los Peritos informarán a la Corte si en base a la documentación existente se confirmó por parte del Gobierno Ecuatoriano que TEXPET cumplió aquí con sus trabajos de remediación, según el Plan de Acción de Remediación anexo al Contrato de 4 de Mayo de 1995.*

Preguntas a los Peritos por parte de la Doctora Mónica Pareja Abogado de los Demandantes

- ✓ *“Señor Presidente, solicito a los señores peritos que, como parte del trabajo que deben realizar, tomen todas la muestras que consideren necesarias, para que se realicen los análisis de laboratorio correspondientes, que permitan determinar la existencia o no, en este lugar, de restos de hidrocarburos, aguas de formación, lodos de perforación, rípios de perforación y cualquier otra sustancia química relacionada con la operación petrolera realizada por la empresa petrolera Texaco. El informe deberá contener los suficientes respaldos científicos”*
- ✓ *Solicito que se realice, como en todas las otras oportunidades, un análisis para determinar si existe o no existe contaminación por restos de hidrocarburos o sustancias químicas relacionadas con la operación petrolera, realizada por la empresa Texaco en su oportunidad, así como el posible daño que, de existir esa contaminación, ocasionaría en la salud de las personas que se encuentran utilizando estas aguas”*
- ✓ *Si son verdaderas todas y cada una de las afirmaciones realizadas por la empresa demandada, en cuanto a los asuntos de naturaleza técnica.- Para responder a estas preguntas, los Peritos, de considerarlo necesario, tomarán las muestras de aguas, suelos y todas aquellas que crean pertinentes, en el área total de influencia de la Estación Shushufindi Suroeste y del pantano y su ecosistema.- Los peritos, al realizar su trabajo, de ser pertinente, se remitirán al documento “Términos de Referencia para la Actuación de los Peritos Durante las Inspecciones Judiciales”, único instrumento que ha sido acordado entre las partes. Sin embargo, este documento, de ninguna manera, será un limitante para las tareas que ellos deberán efectuar; será, como su nombre lo indica, un “marco de referencia”. Aún más, en todos aquellos aspectos en los que no ha existido convenio (Análisis inmunológicos de campo; Procedimiento estándar, para muestreo de aguas subterráneas; Procedimientos estándar, para toma de muestras de suelo, en piscinas remediadas; etc.), “o en los cuales la realidad de la inspección determine que, inclusive aquello sobre lo que se creía que existía un acuerdo, no es aplicable, para el objeto de la diligencia judicial”, emplearán los procedimientos técnicos internacionalmente aceptados, que juzguen más idóneos, para el propósito”.*
- ✓ *Si existían mejores formas de proteger el ambiente que Texaco debió conocer? Si se dice que quien contamina es responsable por la contaminación, desde el momento en que la ocasionó, hasta el momento en que ecológicamente se deshace de ella, se puede decir que la Texaco no ha dejado rastros de contaminación, en el área inspeccionada?*

Normas internacionales y nacionales sobre el cuidado ambiental se conocían y aplicaban en los tiempos en que la Texaco operaba la estación en otros lugares del mundo. Sin embargo el manejo ambiental fue descuidado en esta Estación por la operadora que la opero entre 1970 y 1990 como puede deducirse del presente reporte técnico

Instalaciones de la Estación Shushufindi Suroeste

- ✓ *Diseños y planos de ingeniería y programa de ejecución de obras, aprobados por la Dirección General de Hidrocarburos, para la operación de la Estación Shushufindi Suroeste. Se deberá incluir la selección y diseño de las instalaciones petroleras de operación, mantenimiento y transporte;*

Piscinas dentro de la estación

- ✓ *Si el diseño y la forma en que fueron construidas las llamadas piscinas de decantación (PIT, en idioma inglés), destinadas a servir de cuerpo receptor de lixiviados; lodos y rípios; aguas de formación; petróleo; y otros productos químicos corresponden o se ajustan a alguna norma o estándar técnico internacional de ingeniería; Las normas y estándares técnicos internacionales bajo las cuáles la empresa Texaco usó estas piscinas, para operar la estación petrolera;*
- ✓ *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 conducía por gravedad "o por acción de los funcionarios de la OPERADORA", 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 acuífero en movimiento. El perito deberá explicar qué razones técnicas y/u operativas justifican este diseño o modelo constructivo;*
- ✓ *Las normas y estándares técnicos internacionales relativos al diseño y operación de las piscinas aplicados 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;*
- ✓ *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 un menor impacto ambiental y de bajo efecto sobre la salud humana;*
- ✓ *El comportamiento hídrico (mecánica de fluidos) de las capas freáticas, de las áreas de influencia de la estación Shushufindi Suroeste;*

Ver párrafos 117 a 131 donde se encuentran respuestas fundamentadas a estas cuestiones

Remediación

- ✓ *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 las otras sustancias contaminantes existentes; Si la supuesta remediación, llamada en idioma inglés: "Soil Remediated Process Used: Surfactant Enhanced Recovery" se ajusta a algún estándar técnico internacional. El Perito deberá explicar a cuál o a cuáles?*

Contaminación por actividades hidrocarburíferas

- ✓ *Los niveles de contaminación ambiental resultantes de las actividades hidrocarburíferas vinculadas con a la Estación Shushufindi Suroeste, 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 al concepto los estándares técnicos, internacionalmente reconocidos;*
- ✓ *El tipo y características de la contaminación que hayan encontrado; La existencia o no de metales pesados, como Cadmio, Cromo, Niquel, Zinc, Plomo, Bario, Vanadio, etc., metales que, a pesar de no poder ser percibidos por los sentidos, son altamente tóxicos y cancerígenos; El origen probable de esta contaminación; El área afectada. A este efecto, los Peritos recabarán y analizarán toda la información oficial relativa a la operación realizada por Texaco, en la Estación Shushufindi Suroeste; la tecnología utilizada para la construcción de todas las instalaciones de esta estación 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 Texaco a estos efectos; el historial técnico de la estación, mientras fue operado por Texaco; el volumen de crudo manejado en la estación, 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, en el evento de que alguna se hubiera realizado; y, los demás datos que puedan ser relevantes, para resolver las cuestiones planteadas*

Informaciones relativas a estos asuntos se encuentran en los anexos de mapas y en los párrafos 140 a 152.

Pantano contaminado

- ✓ *Si es correcta, desde el punto de vista científico, la afirmación hecha por la parte demandada, en cuanto a que la contaminación medioambiental, que sufra un pantano, como el que fue objeto de la inspección, carece de importancia, dado que no es un lugar destinado a la habitación de los seres humanos? Si se puede determinar que ha existido una alteración al ecosistema y a la biodiversidad, del lugar en donde se encuentra ubicado el pantano, materia de la inspección? Para ello, los señores Peritos deberán comparar áreas*

forestales adyacentes, en donde no haya existido derrame alguno. En el caso de que la respuesta a la pregunta anterior fuere positiva, como ello afectaría a la vida de los seres humanos? En el caso de existir contaminación en las áreas inspeccionadas, especialmente en el pantano, existe la posibilidad de que ella se difunda, por contacto personal, por la llamada "transferencia" o por evaporación? Si los tejidos de los organismos que se encuentren en el pantano, se encontrarán contaminados. Cuánto tiempo tomaría en biodegradarse el crudo o los restos de hidrocarburos, encontrados en el área inspeccionada? Si es correcta, desde el punto de vista científico, la afirmación efectuada por la parte demandada, según la cuál no era necesario remediar el pantano contaminado, porque, en el futuro, había la posibilidad de que se produzcan derrames, que también podrían contaminar el medio ambiente? 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;

- ✓ *Cómo se pueden observar restos de lodos y ripios de perforación, por debajo del crudo o los residuos de hidrocarburos encontrados en el pantano, materia de la inspección, si estos últimos fueran fruto del derrame alegado por la empresa demandada? Si estos derrames ocurrieron hace ocho y cuatro años, respectivamente, de acuerdo a lo establecido por los abogados de la parte demandada.*

Información pertinente a estos temas se encuentra en los párrafos 61 a 116.

Derrame cerca del pozo Shushufindi 27

- ✓ *Cuál es la dimensión de la tubería inspeccionada, y que se alega que se rompió? En el evento de haberse producido el derrame, existieron o no válvulas, en la mencionada tubería, para que se detenga el derrame de crudo, una vez que bajó la presión en la tubería? Cuáles deberían ser los cambios topográficos a observarse en el suelo, si, en efecto, hubiera ocurrido un derrame, de la magnitud afirmada por la parte demandada, por la rotura de la tubería señalada, para que el pantano, que fue objeto de parte de la inspección, se encontrará en las condiciones en las que se encuentra? Cuáles son las alteraciones a la vegetación, que se deberían observar, al pie del tubo que se dice que se rompió, si en efecto se hubiera producido un derrame, de la magnitud señalada por la empresa demandada, para ocasionar el daño ambiental apreciado en el pantano, objeto de la inspección? Debió o no este derrame, en el caso de haberse producido, anegar la finca aledaña hacia el oeste, que está al lado de la tubería? En el caso de haberse producido el derrame señalado por la parte demandada, por la existencia de los llamados "arcen", pudo haber el crudo llegado al pantano, y dejarlo en las condiciones actuales?*
- ✓ *La fecha de los supuestos derrames alegados por la parte demandada. Si ellos realmente se produjeron, uno hace ocho años, y el otro hace cuatro años, cómo se puede explicar que las fotografías aéreas muestran que, a julio de 1990, ya existía un "gran pantano", cuyas condiciones "distaban inmensamente" de ser las del estero, que se podía apreciar en la fotografía de 1976?*

- ✓ *Cuál es el área del pantano inspeccionado? Cuál es la cantidad aproximada de crudo, de residuos de hidrocarburos o sustancias químicas relacionadas con la operación petrolera, que pueden existir en el pantano, objeto de la inspección? En el evento de que se hubiera producido el derrame alegado, por la parte demandada, aproximadamente, que cantidad de crudo debió haberse derramado, "para llegar al pantano", y dejarlo en las condiciones observadas? Para que tal cantidad de crudo se pueda derramar, y pueda causar el daño establecido por la parte demandada, en el pantano objeto de la inspección, cuál debió ser el diámetro de la tubería que se hubiera roto?*

El derrame examinado en la línea de oleoductos de pozos muy cerca de los pozos Shushufindi 27 y 101 cubre un área pequeña de unos 40 x 8 m, esto es unos 320 m² y se estima en unos 250 barriles el crudo derramado. Examinado el sitio y sus alrededores no se encontró ninguna evidencia de mayor extensión de este ni de que se haya dirigido al pantano norte de la estación donde se estima que unos 12.000 barriles se derramaron. Esto es consistente con los análisis de las fotos aéreas que determinan el origen de este crudo en la Estación misma.

ANEXOS

ANEXO A: FIGURAS

Mapa de ubicación de muestras
Mapa del área de impacto directo

Esquema de vertidos de agua de formación y quema de gas 1976
Esquema de vertidos de agua de formación y quema de gas 1986
Esquema de vertidos de agua de formación y quema de gas 1990

Foto mapa de 1976
Foto mapa de 1986
Foto mapa de 1990

ANEXO B: CADENA DE CUSTODIA

ANEXO C: RESULTADOS DE LABORATORIO

Análisis mineral por difracción de rayos x de fracciones finas de suelo
Análisis mineral y granulométrico de fracciones gruesas de suelo
Análisis químico de suelos y aguas