

**MANUALES DE MONITOREO
AMBIENTAL COMUNITARIO**

MANUAL 3

**Indicadores físicos en ríos
Indicadores físicos □ químicos en aguas
Indicadores en salud
y actividad petrolera**

**Oilwatch
2002**

**INDICADORES FÍSICO QUÍMICOS DE CONTAMINACIÓN ,
INDICADORES EN SALUD Y ACTIVIDAD PETROLERA**

© ACCIÓN ECOLÓGICA

Quito - Ecuador

2002

EDICION

Alexandra Almeida

Adolfo Maldonado

INVESTIGACION

Alexandra Almeida

Adolfo Maldonado

REVISION DE TEXTOS

Ivonne Yáñez

IMPRENTA

Santa Rita. Quito Ecuador

700 ejemplares

Abril de 2002

Quito Ecuador

**Esta publicación fue posible gracias al apoyo de Broederlijk Delen Bélgica
y Oilwatch**

CONTENIDO

INDICADORES FÍSICOS QUÍMICOS EN AGUAS	5
Indicadores físicos en ríos	9
Cambio en el uso de la tierra, zona de influencia, curso del río a través del tiempo.	10
Mapeado de una zona de influencia	12
Actividades en la ribera del río.	12
Olores de agua y apariencia	15
Clasificación de los olores	16
Tipos de olores presencia de contaminantes	17
Color y apariencia del agua y presencia de contaminantes	18
Valoración como hábitat	20
Parámetros físicos químicos en agua.	22
Toma de muestras de agua.	23
Parámetros que se miden en el campo.	25
Temperatura	25
Ph	28
Conductividad eléctrica	30
La turbidez	32
Oxígeno disuelto.	34

PARÁMETROS QUE SE MIDEN EN EL LABORATORIO	34
Demanda bioquímica de	
oxígeno DBO	34
Hidrocarburos	37
Hidrocarburos policíclicos	
aromáticos o aromáticos polinucleares HPA	38
Metales pesados	39
Otros compuestos químicos	39
MICROORGANISMOS	40
Coliformes fecales	40
Valores normales en aguas	
y suelos	42
Indicadores de salud y	
explotación petrolera	49
El árbol de la enfermedad	54
La exploración sísmica	56
La perforación exploratoria	58
La explotación de petróleo	64
El transporte	75
El refinamiento	75
El árbol de la salud	80
Bibliografía	82

**INDICADORES
FÍSICO QUÍMICOS
EN AGUAS**

INDICADORES FÍSICO QUÍMICOS

La industria petrolera provoca graves impactos ambientales, más aún si ésta se desarrolla en ecosistemas frágiles como los bosques húmedos tropicales de la región amazónica ecuatoriana.

Sin duda el elemento más afectado por los impactos de la actividad petrolera es el agua, tanto superficial como subterránea. Los ríos ubicados en el norte de la amazonía ecuatoriana se encuentran muy deteriorados debido a los contaminantes que reciben.

La industria hidrocarburífera arroja a los ríos, aguas de formación, petróleo y otras sustancias químicas. Los ríos también reciben descargas de la basura de las poblaciones o campamentos petroleros y materias orgánicas de las comunidades. Si en la zona hay ganadería, los excrementos de los animales también pueden llegar a los ríos.

Algunos ríos también se ven afectados por las

descargas agroquímicas de plantaciones agroindustriales, como la palma africana, común en algunas zonas del nororiente. Las empresas madereras que talan el bosque provocan erosión del suelo que con las lluvias y el sol degradan la materia orgánica y producen sedimentos que van a parar a los ríos.

Esta situación obliga a que la población ya no utilice el agua de los ríos. Algunos la toman de pozos y otros se limitan a recoger el agua de lluvia a través de los techos de las casas. Sin embargo la quema de gas por parte de las empresas petroleras en las estaciones y pozos hace que los desechos de la combustión sean atrapados por el agua de lluvia. Aparentemente ya no hay fuentes de agua limpia en el norte de la amazonía.

Es necesario que las comunidades afectadas se involucren en vigilar la calidad del agua de sus ríos. Para realizar esta vigilancia existen tres herramientas:

1. Parámetros o indicadores físicos (se detectan con los órganos de los sentidos: olor color, sabor)
2. Parámetros o indicadores químicos (se detectan a través de análisis en el campo o en laboratorio utilizando equipos y reactivos químicos)

3. Parámetros o indicadores biológicos (se utilizan especies indicadoras de cambios en el ambiente producidos por la contaminación)

En este manual vamos a analizar los indicadores físicos en los ríos y físico-químicos en otras aguas.

Indicadores físicos en ríos

.....
(Este artículo es tomado de algunas partes del módulo de educación popular "Monitoreo comunitario de nuestros ríos" LabSu. Laboratorio de suelos, aguas y plantas. Colegio Padre Miguel Gamboa. Coca)

Es importante conocer la estructura básica del río y sus áreas de influencia para un completo entendimiento de los procesos y factores que controlan los sistemas del río. Un mapa o fotografía aérea provee una visión del río como un todo con sus zonas de influencia, cabeceras, tributarios, drenajes y descargas.

Un río empieza en sus cabeceras y fluye corriente abajo hasta su desembocadura. La cabecera está ubicada en la zona más alejada corriente arriba y la desembocadura es donde el río termina. La mayoría de los ríos terminarán cuando fluyen

dentro de otro cuerpo de agua como un lago, océano u otro río.

Características de un río

- Un río puede ser serpenteante o regular
- Ríos de diferentes dimensiones.
- Con diferentes accidentes geográficos.
- Origen del río (deshielo de la Sierra, lluvias, drenajes de tierras húmedas, lagunas etc.)
- Puede ser tormentoso o tranquilo.

Cambio en el uso de la tierra, zona de influencia, curso del río a través del tiempo

El uso de la tierra residencial, agrícola o industrial, es un factor importante que influencia la calidad del agua y se reflejará de diferente manera en los problemas de contaminación. Así, la agricultura adiciona nutrientes y plaguicidas al río, las áreas residenciales con tanques sépticos incrementan la demanda bioquímica de oxígeno, las industrias que descargan aguas contribuyen a elevar la temperatura y los niveles normales de elementos químicos.

Los contaminantes también vienen de la atmósfera en forma de partículas, metales pesados y

lluvia ácida. Estos contaminantes atmosféricos se deben a actividades humanas e influyen de diferente manera en las zonas de influencia y cuerpos de agua, pues el aire se mueve también de diferente modo entre las zonas de influencia. Cuando se ubiquen fuentes de contaminación, se debe adicionar la contaminación atmosférica debida al movimiento del viento.

Nuestro medio ambiente está constantemente cambiando debido a factores naturales y a factores humanos. Algunos de estos cambios pueden ser temporales y otros ni siquiera pueden notarse, mientras que otros son tan drásticos que sus efectos permanecen en el tiempo y muchas veces son irreversibles.

Mapeo de una zona de influencia

El primer paso en la supervisión de la calidad del agua es definir los límites de su área de influencia o zona de influencia. La calidad del río se relaciona directamente con la calidad de la tierra que atraviesa el río. Para comprender esta relación, es importante comprender el concepto de "zona de influencia". Un área de influencia es el área de tierra total que contribuye con escorrentías a un sis-

tema particular de río. Es la unidad hidrológica que afecta a todas las formas vivientes y no vivientes en sus límites. Las zonas de influencia varían en tamaño, desde áreas pequeñas que se originan en agua de lluvia o esteros hasta áreas grandes como el sistema del Amazonas. El conjunto de áreas de influencia forman una cuenca hidrográfica.

Actividades en la ribera del río

● Recorrido por la corriente:

En el recorrido por la corriente o río se puede investigar detalles específicos acerca de la calidad del agua o usos locales de la tierra. Observar el color y apariencia del agua, señales de peces u otros organismos, fuentes potenciales de contaminación como descargas de tuberías, basureros, sitios en construcción y la naturaleza del lecho de la corriente o río.

Puede ser difícil en ciertas áreas llegar a la orilla del río o caminar a lo largo de él, o puede ser muy profundo o muy ancho para observar el lado opuesto, sin embargo se debe explorar e investigar lo mejor y seguro que se pueda.

● Evaluación de la vegetación de la orilla y

del margen

La zona de la ribera del río es el área directamente influenciada por el cuerpo de agua como a lo largo de las corrientes y lagos. Tiene una vegetación que difiere de la áreas elevadas. La vegetación localizada en la zona de ribera afecta a la salud del medio ambiente de la zona de influencia de varias maneras. La vegetación riberana provee alimento para animales. Los árboles altos dan sombra y ayudan a bajar las temperaturas. También protege la orilla de la erosión. Las plantas tienen la capacidad para absorber nutrientes y contaminantes. Por lo tanto estas plantas actúan como un amortiguador para reducir la cantidad de contaminantes que ingresan en el agua.

● Evaluación de la estabilidad / erosión de la orilla

La vegetación de la ribera ejerce mayor control sobre la estabilidad de la orilla. Un estudio encontró que el sedimento de la orilla que estaba constituido de 16 a 18 raíces, con una profundidad de 50 mm, afelpadas sobre la superficie de la orilla, tenía 20.000 veces más resistencia a la erosión que un sedimento de la orilla sin vegetación. Las personas pueden contribuir a aumentar la temperatura del agua causando erosión del suelo a lo largo de la orilla del río. La erosión se puede deber a la re-

moción de árboles y otra vegetación, prácticas agrícolas malas (arado cerca de la orilla de la corriente), construcciones de carreteras y otras edificaciones.

La erosión del suelo es un factor importante para la temperatura porque ésta incrementa la cantidad de sólidos suspendidos que arrastra el río. Una gran cantidad de sólidos suspendidos vuelve al agua turbia, Esta turbidez absorbe los rayos del sol, los cuales calientan el agua.

Olores del agua y apariencia

El olor en el agua se puede deber a causas naturales o a causas humanas. Las causas naturales incluyen descomposición de hierbas y algas o a la presencia de microorganismos. Cuando la materia orgánica se descompone, se desprenden gases como amoníaco y sulfuro de hidrógeno. Aguas servidas e industriales contienen halógenos, sulfuros y otros compuestos y son también responsables por el olor en el agua. El agua potable y la de ciertos procesos industriales, no deben tener olor.

El color del agua de un río puede resultar de los materiales naturales del suelo, arcilla disuelta o suspendida o materia orgánica en descomposición (taninos, cortezas, algas, hongos y hierbas).

El suelo actúa como filtro a medida que el agua pasa a través de él. Por lo tanto, los contaminantes en el suelo pueden terminar en el cuerpo de agua. El olor del suelo sugerirá contaminantes que pueden existir solamente a niveles de traza en el agua. El olor y la apariencia del agua potable y alimentos acuáticos ayudan a determinar la aceptabilidad del cuerpo de agua para uso recreacional, consumo humano o fuente de riesgo potencial.

Tipos de olores y presencia de contaminantes

Huevos podridos (Sulfuro): Presencia de contaminación orgánica como descargas domésticas o industriales.

Mohoso, húmedo, rancio: Puede indicar la presencia de descargas de aguas servidas, desperdicios de ganado, descomposición de algas u otra contaminación orgánica.

Penetrante: Puede indicar contaminación industrial o plaguicida.

Cloro: Puede indicar la presencia de descargas sobrecloradas de alguna planta de tratamiento de aguas servidas o de algún proceso industrial.

Ningún olor en especial: No necesariamente es

Clasificación de los olores

Químicos:

cloro, azufre, (sulfuro de hidrógeno, huevos podridos)

Rancio, mohoso, húmedo:

pasto descomponiéndose (bodega húmeda)

Aspero, punzante:

pescado podrido, algas muertas, aguas servidas

Terroso:

estiércol, pasto

Aromático:

alcanfor, limón, lavanda

Balsámico:

violeta, vainilla, geranio.

un indicador de agua limpia. Muchos plaguicidas (herbicidas, fungicidas) de la producción agrícola son incoloros e inodoros así como muchos químicos descargados por las industrias.

Una descripción de la apariencia del agua puede no ser irreal y subjetiva. En lo posible se debe usar un sistema de comparación del color que sea reproducible. Se recomienda sistemas caseros para comparar el color.

Color y apariencia del agua y presencia de contaminantes

Verde, verde azulado, café o rojo: indica crecimiento de algas, lo cual es usualmente causado por niveles altos de contaminación por nutrientes. La contaminación por nutrientes puede provenir de desperdicios orgánicos, fertilizantes o aguas negras sin tratar.

Café claro u oscuro: Indica niveles elevados de sedimentos suspendidos. Dando al agua una apariencia turbia. La erosión es la fuente más común de un elevado nivel de sólidos suspendidos. Los usos de la tierra que causan erosión del suelo incluyendo minería, explotación agrícola, construcción y caminos sin pavimentar.

Naranja, rojo: Puede indicar la presencia de cobre, el cual puede ser de origen natural o de alguna fuente contaminante. Origen no natural puede resultar de un drenaje de líquidos corroídos o escorrentías de pozos de petróleo.

Azul: Puede indicar la presencia de cobre, el cual causa irritaciones de la piel y muerte de peces. El cobre algunas veces es usado como plaguicidas, en tal caso presenta un olor a herrumbre penetrante.

Multicolor (brillo aceitoso): Indica la presencia de petróleo, aceite o gasolina flotante sobre la superficie del agua. Aquí es necesario explicar que la presencia de bacterias en el agua también provoca una capa multicolor sobre el agua parecida a la producida por aceite; la diferencia está en el diámetro de la capa y en el brillo, la capa multicolor producida por bacterias es más gruesa y no tiene brillo.

El petróleo y la gasolina pueden causar envenenamiento, quemazón intestinal del tracto gastrointestinal y úlceras estomacales. Contaminación de petróleo y gasolina pueden ser causados por derrames de crudo y prácticas mineras, fugas en líneas de transporte y tanques de almacenamiento subterráneos, taller de arreglo de automóviles.

Cercanía a estaciones de servicio, desperdicios de embarcaciones o escorrentías de caminos impermeabilizados.

Ningún color inusual: No es necesariamente un indicador de agua limpia. Existen plaguicidas y otros químicos que son incoloros y no producen signos visibles de contaminación.

Espuma: Espuma excesiva es el resultado de contaminación por jabón y detergentes. Niveles moderados de espuma puede también ser resultado de descomposición de algas, lo cual indica contaminación por nutrientes.

Valoración como hábitat

Esta actividad enseña a evaluar la variedad y hábitat disponibles para los organismos en su zona. Una corriente con remansos, recodos, rocas, orillas, troncos apilados, ramas caídas, etc. contiene mejor hábitat para el desarrollo de diversas comunidades acuáticas que en una corriente profunda, recta y uniforme. Estas características son importantes para proveer alimento, escudo de depredadores y lugares de cría de animales en el agua. Estas formas ayudan a permanecer estacionarias a las plantas y animales, de otro modo pueden ser arrastradas corriente abajo. En adición, troncos apilados proveen

sitios para nidos de pájaros o vida salvaje semiacuática.

Caídas de agua, remolinos y rápidos crean turbulencia en el agua incrementando la aireación. Niveles altos de oxígeno se deberían encontrar en y alrededor de estas formas.

Arboles salientes y arbustos proveen alimento para los animales en el agua cuando caen sus hojas, frutos y flores y cuando los insectos y arañas caen de ellas en el agua. Estas plantas también controlan la temperatura del agua mediante la sombra que proyectan.

Es importante también la presencia de macrófitos acuáticos, estos son a menudo plantas con raíces, que viven en las zonas de luz de embalses de ríos, lugares alejados y áreas embalsadas. Son proveedores de alimento y hábitat para insectos, ranas y peces. La contaminación afecta el crecimiento de estos macrófitos.

Parámetros físico - químicos en aguas

Dentro del monitoreo ambiental comunitario es importante medir los parámetros o indicadores fi-

sico químicos en las aguas. Algunos de estos parámetros se pueden medir directamente en el campo, pero otros es necesario llevarlos a un laboratorio para realizar los análisis puesto que requieren de equipos sofisticados.

Los parámetros que se pueden medir en el campo son la temperatura, el pH, la turbidez, la conductividad eléctrica, el oxígeno disuelto y algunos otros elementos como cloruros, fosfatos, etc. Para ello existen en el mercado unos maletines que contienen los instrumentos y reactivos necesarios para medir estos parámetros y que se los puede movilizar sin problema al lugar donde se realizará las mediciones. También se pueden hacer análisis microbiológicos en el campo.

Los parámetros como: DBO (demanda bioquímica de oxígeno), DQO (demanda química de oxígeno), TPH (Hidrocarburos totales), HPAs (hidrocarburos policíclicos aromáticos y metales pesados se los realiza en el laboratorio.

Para realizar los análisis en el laboratorio es nece-

(Fin de; artículo tomado del
módulo de educación popular
"Monitoreo comunitario de nuestros ríos"
LabSu. Laboratorio de suelos, aguas y plantas.
Colegio Padre Miguel Gamboa. Coca)

sario realizar las tomas de muestra y enviarlas lo más pronto posible para su tratamiento. Es necesario asesorarse antes con la persona encargada de la recepción de muestras en el laboratorio para que dependiendo de qué parámetros se solicitan nos indiquen si se requiere algún procedimiento especial.

Toma de muestras de agua

Los resultados del análisis dependen directamente del muestreo.

¿Dónde se debe recoger la muestra?

- Lejos de las orillas.
- En la corriente principal o lo más cerca posible.
- No se recogerá de la parte superficial.
- No se recogerá de aguas embalsadas o detenidas.
- Si no se puede recoger de la corriente principal, se puede tomar de una curva externa del río.

¿Cómo se debe recoger una muestra?

El envase puede ser de plástico o de vidrio, depende del análisis requerido

1. Camine lenta y cuidadosamente hasta el centro de la corriente
2. Si no puede llegar puede usar una extensión
3. Se recoge a 20 - 30 cm. de la superficie o en el medio entre la superficie y el fondo
4. Se debe retirar la tapa sólo en el momento de tomar la muestra
5. Se debe evitar topar dentro de la botella o la tapa
6. Si se ha levantado sedimento, se espera un momento que se asiente
7. Permanezca con el frente a contracorriente
8. Sostenga por la base al recipiente y destape casi al ingresar la botella al agua
9. Camine unos pasos a contracorriente
10. Deje que se llene, enjuague la botella y elimine el contenido
11. Repita el procedimiento, deje un espacio libre, tape bien

12. Identifique la muestra. Se debe escribir un código en el frasco y en el cuaderno de campo anotar la fecha, la hora, el lugar exacto de la toma con las referencias necesarias para identificarlo y el nombre de la persona que solicita los análisis.

En el caso de muestras de suelo se procede a recoger una porción de tierra del sitio contaminado. Existen unos instrumentos en forma de tubos para recoger muestras de suelo. También se puede recoger en recipientes plásticos. Estas muestras también deben ser identificadas de la misma manera para enviar al laboratorio.

Parámetros que se miden en el campo

Temperatura:

Las especies que viven en los ríos requieren de temperaturas optimas para vivir. La temperatura influye en la cantidad de oxígeno que puede cargar el agua.

La temperatura afecta a:

- Procesos químicos y biológicos.
- Fotosíntesis de plantas acuáticas.
- Metabolismo de organismos acuáticos.
- Sensibilidad de organismos a tóxicos, parásitos y enfermedades.
- Organismos macroinvertebrados bénticos.

Todo organismo tiene una temperatura máxima, mínima y óptima

¿Qué factores afectan la temperatura de un río?

- Temperatura del aire.
- Temperatura de aguas subterráneas.
- Temperatura de aguas lluvias.
- Turbidez del agua.
- Exposición a la luz solar.
- Vegetación adyacente.
- Ancho y profundidad del río.
- Caudal.

¿Cómo afecta la mano del ser humano a la temperatura de un río?

- Remueve la vegetación = menos cantidad de sombra.

- Provoca embalses = reduce el caudal y aumenta la exposición al sol.
- Descarga aguas industriales usadas en enfriamiento (contaminación termal).
- Agua lluvia urbana = absorbe calor del pavimento.
- Provoca erosión del suelo = aumenta turbidez.

¿Cómo se mide la temperatura?

Termómetros (de alcohol o de mercurio)

1. Se mide la temperatura del ambiente.
2. Se coloca en la corriente principal.
3. Se sumerge el termómetro unos 10 cm. en el agua.
4. Se espera un minuto para que se estabilice.
5. Se lee el termómetro mientras está en el agua.
6. Se toma otra vez más y se saca el promedio.

pH:

Es el parámetro que indica si el agua es ácida, neutra o básica. Todas las formas de vida en el agua sólo pueden tolerar un cierto rango de acidez. El pH

óptimo par la mayoría de especies va de 5 a 8. Se mide con pHmetro, soluciones o papeles indicadores.

Qué es, qué mide, que significado tiene el pH?

- Es una medida de la concentración de iones hidrógeno en el agua.
- Mide que tan ácida es una solución.
- Se mide en una escala de 0 - 14.
- Un pH de 7 se dice que es neutro.
- Todo lo que es menor a 7 se dice que es ácido.
- Todo lo que es mayor a 7 se dice que es alcalino o básico.
- Matemáticamente es el logaritmo negativo de la concentración de iones hidrógeno del agua $\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$.
- De una unidad a otra hay un factor de 10

¿Por qué se mide el pH?

- Afecta muchos procesos químicos y biológicos tales como la disponibilidad y toxicidad de nutrientes, metales y otros compuestos impor-

tantes.

- Ciertos organismos tienen un rango de pH específico en el cual crecen y se desarrollan.
- El pH que prefieren la mayoría de las especies está entre 6,5 - 8,0. Un pH fuera de este rango reduce la diversidad de las especies.

¿Qué altera el pH?

- Deposición atmosférica (lluvia ácida, nieve, partículas).
- El tipo de suelo y rocas que rodean al río.
- Descargas de agua contaminada de la industria.

¿Cómo se mide el pH?

pHmetro

- Mide el potencial eléctrico a través de un electrodo cuando se sumerge en una muestra de agua. Este potencial eléctrico es función de la actividad del ión hidrógeno.
- Un pHmetro consiste de un potenciómetro, un electrodo de vidrio, un electrodo de referencia y un dispositivo para compensación de temperatura.

Papel de ph

- Cintas de papel se impregnan con una solución llamada "indicador", el cual cambia de color si cambia el pH. Este color se compara luego con una escala

Conductividad eléctrica:

Este parámetro mide la concentración total de sales como fosfatos, cloruros, nitratos y otros compuestos que se encuentran en todas las aguas. Para medir la conductividad se usa el conductímetro.

La conductividad eléctrica:

- Mide la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica.
- Se debe a la presencia de sólidos inorgánicos disueltos. Unos tienen carga negativa como cloruros, nitratos, sulfatos y fosfatos, otros tienen carga positiva tales como: sodio, magnesio, calcio, hierro y aluminio.

Compuestos orgánicos como petróleo, fenol, alcohol, azúcar, no conducen la corriente eléctrica.

La temperatura afecta la conductividad (a mayor temperatura, mayor conductividad).

¿De qué depende la conductividad eléctrica

en ríos?

- Geología del área por la cual fluye el río (granito, arcilla).
- Contaminación (agua de formación, aguas servidas, aguas industriales).
- Contaminación por petróleo (baja conductividad).

¿Cómo se mide la Conductividad Eléctrica?

- La unidad en la que se mide se llama microsiemens por centímetro (uS/cm.).
- Cambios significativos en la conductividad eléctrica pueden ser indicadores de que existen descargas contaminantes.

Valores normales

Según el reglamento ambiental el promedio anual del monitoreo en un río debe ser menor 120 uS/cm y menor a 170 uS/cm. en cualquier momento

La turbidez

Este parámetro mide las partículas en suspensión en el agua, que pueden ser algas, arcillas y otras.

Si el agua es turbia, se calienta más que el agua clara, por lo tanto tiene menos oxígeno.

¿Qué es la turbidez?

- Es una medida de la claridad relativa del agua (más turbia el agua, más oscura).
- Al aumentar la cantidad de sólidos suspendidos, se reduce la transmisión de luz.
- Los sólidos suspendidos pueden ser desde arcilla, lodo, plancton, hasta descargas industriales y aguas servidas.

¿Por qué es importante la turbidez?

- En altos niveles de turbidez, el agua pierde su capacidad de sostener organismos acuáticos.
- El agua se torna más caliente, las partículas absorben calor del sol.
- Disminuye el oxígeno disuelto.
- Disminuye la fotosíntesis.

¿Cómo medimos la turbidez?

Para medir la turbidez se puede utilizar dos méto-

dos:

- **Turbidímetro** Es un instrumento que mide la cantidad de luz desviada por la muestra, es muy exacto pero costoso. Mide en NTU
- **Disco Secchi.** Se lo puede construir fácilmente utilizando madera pesada que no flote o un pedazo de lata o chatarra de forma circular, se hace un hoyo en el centro, se divide en 4 partes y se pintan dos de blanco y dos de negro, siempre los dos cuartos opuestos del mismo color. En el centro se pone una piola que se debe marcar cada 10 centímetros con colores distintos. El disco se introduce en el agua hasta cuando ya no se lo observe, la profundidad en centímetros de la piola es el resultado de la turbidez. Este método no es costoso, es de fácil construcción y manejo. El inconveniente del disco Secchi es que no se lo puede utilizar en ríos poco profundos o en corrientes muy fuertes.

NTU	Profundidad	Calidad
NTU 0 - 10	91,5 cm.	excelente
10,1 - 40	30,5 cm. - 91, 5 cm.	bueno
40,1 - 150	5 cm. - 30,5 cm.	regular
> 150	< 5 cm.	pobre

Oxígeno disuelto

Es importante para la respiración. Uno de los parámetros que influye en la producción de O_2 es la temperatura. Se mide con electrodos o con titulación. La presencia de bacterias en gran cantidad disminuye el oxígeno.

Parámetros que se miden en el laboratorio

Demanda Bioquímica de oxígeno DBO:

Es la medida del oxígeno disuelto que se hace después de cinco días de tomada la muestra y nos da una idea de la carga de materia orgánica que hay en un río.

¿Qué es la Demanda Bioquímica de Oxígeno?

Las aguas servidas de plantas de tratamiento a menudo contienen materia orgánica que es descompuesta por microorganismos, los cuales usan el oxígeno en el proceso.

La cantidad de oxígeno que necesitan estos mi-

Los microorganismos para descomponer la materia orgánica se conoce como la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

¿Qué factores afectan la concentración de oxígeno disuelto OD?

- La estación del año.
- La temperatura (el agua fría tienen mayor concentración de oxígeno disuelto que el agua caliente).
- La altitud (a mayores altitudes hay menor cantidad de oxígeno disuelto).

¿Qué se debe tomar en cuenta cuando se tome una muestra para medir el OD?

- En lagos, el OD varía según la profundidad, en ríos cambia a lo largo de la corriente
- Ríos que tienen en su trayecto caídas de agua o corrientes fuertes tienen un alto OD
- El OD se mide en miligramos por litro (mg/L) o en por ciento de saturación (%S)
- Para medir el OD se recoge el agua en una botella especial con una tapa de vidrio esmerilada

do para evitar interferencias del oxígeno del aire.

¿Qué produce una reducción del nivel de OD?

- De acuerdo a la tolerancia de la especie, animal o vegetal, la disminución de oxígeno produce cambios significativos en su metabolismo hasta su desaparición.
- Aparecimiento de algas y organismos anaerobios (que viven sin oxígeno).

Hidrocarburos

Los hidrocarburos son compuestos orgánicos que contienen sólo dos elementos: hidrógeno y carbono. De acuerdo a su estructura se dividen en dos clases: alifáticos y aromáticos.

Los hidrocarburos del crudo están clasificados como: alcanos, cicloalcanos, aromáticos, policíclicos aromáticos, asfaltinas y resinas. La biodegradabilidad de estos compuestos depende de su estado físico y su toxicidad.

En el laboratorio se lo analiza como hidrocarburos totales, expresados como TPH, se mide en mg/l o

ppm (partes por millón). Los límites permisibles según el Reglamento Ambiental de Operaciones Hidrocarburíferas en aguas son: menor a 0,5 mg/L en cualquier momento y menor a 0,3 mg/L en promedio anual. En suelos son: menor a 2500 mg/Kg para uso agrícola; menor a 4000 mg/Kg para uso industrial y menor a 1000 mg/Kg para ecosistemas sensibles.

Hidrocarburos

policíclicos

aromáticos o aromáticos

polinucleares HPA

Gran parte del interés por los hidrocarburos polinucleares complejos se originó porque muchos de ellos tienen propiedades que producen cáncer, (algunos de los cancerígenos más potentes son derivados del 1,2-benzantraceno). Son contaminantes comunes en industrias y vertederos incontrolados de residuos peligrosos. No se degradan con facilidad y son bioacumulables.

Según un estudio de aguas realizado por la Universidad de Harvard en 1994 en los ríos de la Amazonía se encuentran altos niveles de HPAs. Por su riesgo de provocar cáncer la EPA (Oficina de Medio Ambiente de los Estados Unidos) considera que en agua debe haber cero hidrocarburos policíclicos aromáticos, si embargo según el reglamento am-

biental de operaciones hidrocarburíferas en el Ecuador, el valor permisible para HPA es de: menor a 0,0003 mg/L en cualquier momento y menor a 0,0002 mg/L en promedio anual.

Metales pesados

Los más usuales son: Bario, Cromo, Plomo y Vanadio. La presencia de este último en aguas, es característica de contaminación de la industria petrolera. Estos metales son muy tóxicos y son bioacumulables, no se degradan con facilidad, afectan principalmente al sistema nervioso humano. Es importante realizar el análisis de estos metales en el laboratorio.

Otros compuestos químicos

Amonio

Es parte de la naturaleza y se lo encuentra al de-

gradarse la materia orgánica.

Nitratos

Se encuentran en los fertilizantes para la agricultura. Se mueven rápido en el agua y pueden llegar a la cadena alimenticia

Fosfatos

Son de difícil detección, en cantidades muy grandes se puede deducir que hay contaminación con detergentes. Las plantaciones de palma son las que más utilizan detergentes. El fosfato aunque no es tóxico por si mismo puede causar problemas para la salud del río porque favorece el crecimiento de algas que en grandes cantidades consumen todo el oxígeno del agua creando problemas para otras especies.

Cloruros

En los ríos de la Amazonía, se encuentran en lugares donde se arrojan aguas de formación de la industria petrolera.

Microorganismos:

Coliformes fecales

¿Qué son las bacterias coliformes?

Las bacterias se clasifican de acuerdo a su alimentación en:

- **Saprófitas.-** descomponen la materia muerta usando oxígeno.
- **Comensales.-** toman alimento de sus huéspedes, pero lo ayudan en ciertas funciones.
- **Parásitas.-** viven de otro organismo al que enferman.
- **Autótrofas.-** fabrican su propio alimento

Las bacterias patógenas son difíciles y peligrosas de medir. Las coliformes, son comunes en el intestino de animales de sangre caliente y fría, se encuentran en las heces, y son INDICADORAS de qué bacterias patógenas, virus y protozoos están presentes. La contaminación fecal está asociada con gastroenteritis, infecciones de oído, fiebre tifoidea, disentería y hepatitis.

¿Cuáles son fuentes de contaminación fecal?

- Plantas de tratamiento
- Pozos sépticos
- Desechos animales
- Aguas urbanas

¿Por qué es importante medir coliformes?

Si los coliformes fecales están sobre 200/100mL hay una gran probabilidad de que organismos patógenos estén presentes también. A este nivel la probabilidad de que una persona contraiga una enfermedad es suficientemente grande de tal manera que no debería estar en contacto con el agua.

Valores normales en aguas y suelos:

A continuación encontramos los valores normales de los parámetros que se miden en aguas según el Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarbúricas:

Notas

- 1 En cualquier momento
- 2 Promedio de las determinaciones realizadas en un año

3 Parámetro exigido únicamente para refinerías.

Límites permisibles para el monitoreo ambiental permanente de aguas y descargas líquidas en la exploración, producción, industrialización, transporte, almacenamiento y comercialización de hidrocarburos y sus derivados, inclusive lavado y mantenimiento de tanques y vehículos:

a) Efluentes (puntos de descarga). Son los valores que se acepta que deben tener las aguas cuando salen de las estaciones u otra infraestructura petrolera.

Parámetro	Expresado en	Unidad	Valor límite permisible ¹	Promedio anual ²	Destino de descarga
Potencial Hidrógeno	pH	—	5<pH<9	5,0<pH< 9,0	Todos
Conductividad eléctrica	CE	uS/cm	<2500	<2000	Continente
Hidrocarburos Totales	TPH	mg/L	<20	<15	Continente
Demanda química de oxígeno	DQO	mg/L	<120	<80	Continente
Sólidos totales	ST	mg/L	<1700	<1500	Todos
Bario	Ba	mg/L	<5	<3	Todos
Cromo (total)	Cr	mg/L	<0.5	<0.4	Todos
Plomo	Pb	mg/L	<0.5	<0.4	Todos
Vanadio	Va	mg/L	<1	<0.8	Todos
Notrógeneo global ³	NH ₄ -N	mg/L	<20	<15	Todos
Fenoles ³		mg/L	<0.15	<0,10	Todos

b) Inmisión (punto de control en el cuerpo receptor). Estos son los valores que se acepta que deben tener las aguas de esteros, ríos o lagunas donde se depositan los residuos que salen de las estaciones o que están cercanos a la infraestructura petrolera.

Parámetro	Expresado en	Unidad	Valor límite permisible ¹	Promedio anual ²	Destino de descarga
Temperatura		°C	+3 C	Promedio anual 2	General
Potencial Hidrógeno	pH		6.0<pH<8.0	6.0<pH< 8.0	General
Conductividad eléctrica	CE	uS/cm	<170	<120	Continente
Hidrocarburos Totales		mg/L	<0.5	<0.3	General
Demanda química de oxígeno	DQO	mg/L	<0.3	<20	General
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	C	mg/L	<0.003	<0.002	General

Notas

- 1 En cualquier momento
- 2 Promedio de las determinaciones realizadas en un año

Durante y después de la perforación, los desechos sólidos, tanto lodos de decantación como ripios de perforación tratados, deberán cumplir los siguientes parámetros para ser dispuestos:

Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarbúfera, incluidas las estaciones de servicios.

Parámetro	Expresado en	Unidad ¹	Uso agrícola ²	Uso industrial	Ecosistemas sensibles ⁴
Hidrocarburos Totales	TPH	mg/Kg	<2500	<4000	<1000
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	C	mg/Kg	<2	<5	<1
Cadmio	Cd	mg/Kg	<2	<10	<1
Níquel	Ni	mg/Kg	<50	<100	<40
Plomo	Pb	mg/Kg	<100	<500	<80

Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarbúferas

Notas

- 1** Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico, 105°C 24 horas)
- 2** Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos
- 3** Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcciones etc.)
- 4** Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Areas Naturales y otros identificados en el correspondiente estudio ambiental.

**INDICADORES DE SALUD
Y EXPLOTACIÓN
PETROLERA**

Cuentan los Huaorani que hace cincuenta años, prácticamente no tenían enfermedades. Eran un pueblo adaptado a la selva y a sus condiciones y entre sus dolencias estaban sobretodo las heridas, las mordeduras de serpientes, los tupes (miasis), chupos (abscesos)... y pocas dolencias más. Para esas enfermedades todos conocían los remedios necesarios y era el pueblo entero el que se podía curar sin necesidad de médicos o shamanes específicos. Todos tenían el saber y el conocimiento.

Cuando llegaron los primeros misioneros, cuentan los Huaorani, empezaron a entrar enfermedades que ellos ya no podían curar, como la polio, sarampión, gripes,... que acabaron con un gran número de la población. Eran enfermedades que sólo con las vacunas se podían prevenir y los médicos occidentales empezaron a ser necesarios, hasta depender de ellos.

Después, con la llegada de las petroleras el número y la gravedad de las enfermedades se han incrementado de tal forma que ya hasta los médicos no pueden hacer nada en muchos de los casos. Las enfermedades de transmisión sexual son conocidas hoy por todos los miembros de este pueblo, se han reportado casos de hepatitis en más del 80% de la población y se empieza a hablar de cáncer y sida como enfermedades de cierta frecuencia. La tuberculosis, denominada como la

“enfermedad de la pobreza”, está haciendo estragos en una población que no hace mucho eran los “príncipes de la selva”.

¿Por qué se produce este incremento de las enfermedades?

Un grupo de promotores de salud ha definido, en la declaración de Moisés Gandhi, que salud es dignidad, y que la pérdida de la dignidad o la humillación de la persona o comunidad generará las enfermedades. Nosotros podemos afirmar que el incremento de las enfermedades en zonas petroleras se debe claramente, según esta definición, a la humillación de la población por parte de quienes forman parte de la industria petrolera.

Esta humillación la podemos comprobar con algunos datos estadísticos que nos muestran como la región de la Amazonía está abandonada de las políticas gubernamentales para el desarrollo y solo se vuelve la mirada a ella para extraer los recursos:

1.- El árbol de la enfermedad:

Estas son algunas de las causas de las enfermedades en las comunidades. Pero, ¿qué pasa en la comunidad si con esas mismas raíces dicen las empresas petroleras que quieren entrar a explotar pe-

Cuadro -1. Comparación de indicadores sociales en el país y provincias petroleras						
Indicadores	Ecuador	Costa	Sierra	Amazonia	Sucumbios	Orellana
Población	11,936,858	6,017,421	5,316,746	558,354	147,446	70,099
Población indígena rural (%)	12.5%	3.2%	19.7%	20.3%	11.7%	25.2%
Población negra rural(%)	2.8%	5.0%	1.1%	0.1%	0.7%	—
Población con necesidades básicas insatisfechas	55.3%	57%	51.6%	75.8%	—	—
Población en la pobreza	55%	53.7%	54.5%	79.9%	84.2%	80.2%
Población en la indigencia	15.6%	13.1%	15%	54%	55.4%	—
Niños-as en la pobreza	63.4%	62.3%	62.5%	84.5%	89%	—
Niños-as en la indigencia	11.8%	9.6%	14%	16.7%	18%	—
Analfabetismo funcional	25.1%	24.1%	25.8%	29.1%	30.9%	31.3%
Secundaria completa hombres	21.9%	22.4%	27.5%	15.8%	13.7%	13%
Secundaria completa mujeres	19.6%	22.7%	23.7%	12.3%	8.6%	7.7%

Tomado de la Coordinación del Programa de Salud, ISAMIS. Sucumbios, Salud, 2001 y www.sise.gov.ec

tróleo?

Quando en las comunidades preguntamos cuáles son las enfermedades que tenían antes de venir a la Amazonía casi todos mencionan un listado que incluye:

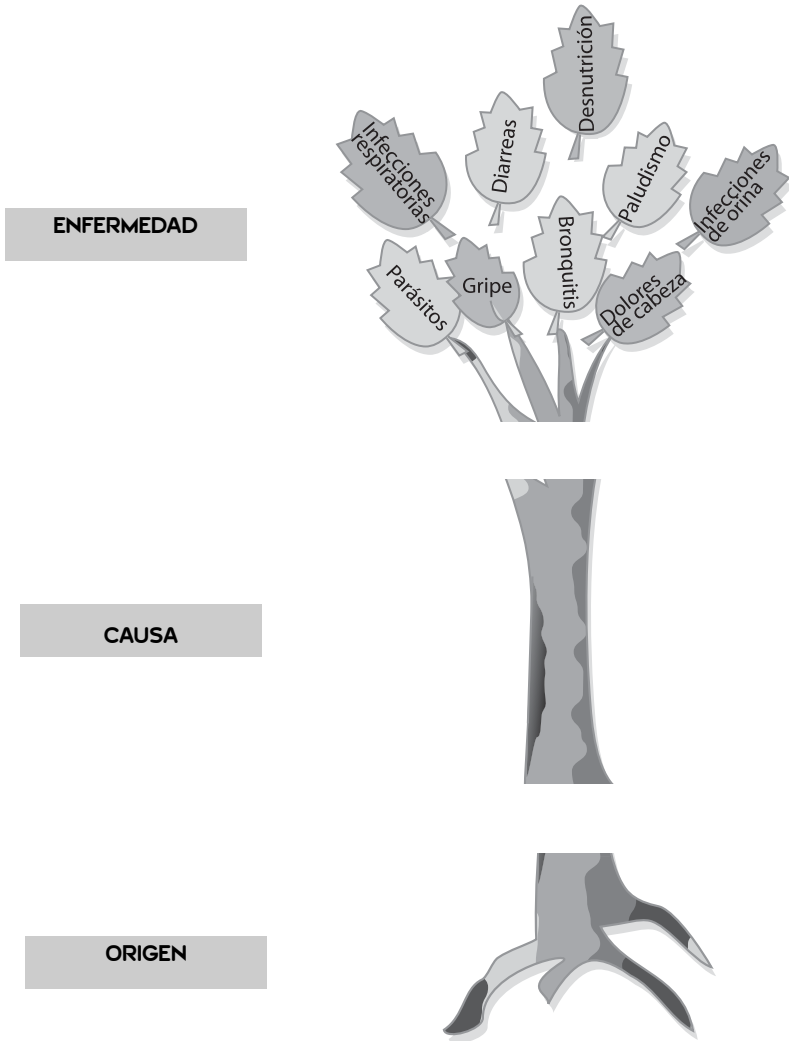
- **Gripe**
- **Parásitos**
- **Infecciones respiratorias**
- **Bronquitis**
- **Diarreas**
- **Desnutrición**
- **Paludismo**
- **Infecciones de orina**
- **Dolores de cabeza**

Quando preguntamos cuáles creen que son las causas de estas enfermedades en las comunidades dicen cosas muy variadas como:

- **Falta de vivienda y ropa adecuada**
- **Falta de alimentación**
- **Falta de agua potable o entubada**
- **Falta de recursos económicos**
- **Falta de trabajo**
- **Falta de centros de salud**

Al volver a preguntar cuáles son las causas finales de todo esto y la gente suele decir que son:

- **Falta de conocimientos**
- **Falta de distribución de los recursos públicos**
- **La corrupción de los gobernantes y autoridades**
- **Pobreza**

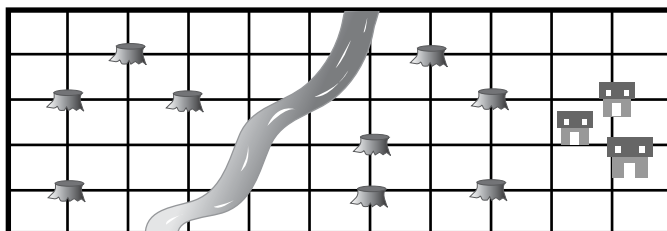


Si las raíces de este "árbol de la enfermedad" no se han modificado, lo más probable es que conforme se vayan produciendo las diferentes etapas de la exploración y explotación petrolera aumenten las enfermedades en la comunidad.

1.a.- La exploración sísmica

En una actividad petrolera típica, la sísmica es el primer paso en la explotación petrolera. Se abren trochas de 3 a 5 metros de ancho y cientos de kilómetros de largo. En ellas se cortará toda la vegetación y cada 50 metros se hará explotar descargas de dinamita, a unos 20 metros de profundidad, para que, con unos aparatos, se haga "una radiografía" del subsuelo y ver dónde puede haber petróleo.

Estas acciones no vienen sin riesgo. Las detonaciones espantan con el ruido a los animales de la selva, acaban con vertientes naturales de agua o las contaminan y pueden agrietar las casas provocando accidentes. Alteran los suelos y deforestan amplias zonas no sólo por las líneas sísmicas, si-



no por los helipuertos que necesitan.

En los campos Sacha o Shushufindi, de donde actualmente se extrae petróleo, se usa la sísmica 3D para encontrar nuevos yacimientos. Las explosiones producen que las aguas freáticas, las que recorren el subsuelo, se mezclen con el crudo de las piscinas y desaparezca cualquier vertiente de agua limpia.

Estas acciones aumentan la desnutrición de la población pues, en estas zonas, una fuente importante de proteínas procede de la cacería y la pesca. Y, si ésta desaparece por las detonaciones, la gente deja de tener acceso a una fuente importante de alimentos.

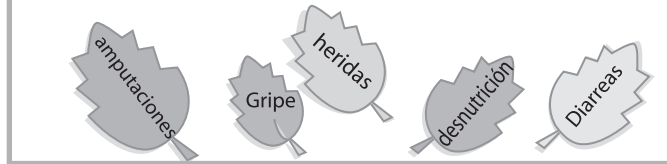
Muchas personas van a sufrir de heridas, amputaciones, o daños importantes por la fractura de las casas o, como ya ocurrió con la Texaco, porque los cartuchos que no explotan pueden ser encontrados por niños que al jugar pueden detonar.

1.b.-La perforación exploratoria

En esta segunda fase es cuando la empresa obtiene la certeza de la existencia de petróleo. Aquí se produce una fuerte agresión tanto al medio ambiente como a los campesinos e indígenas que viven alrededor.

Al abrir los pozos exploratorios se botan al medio ambiente los denominados "lodos de perforación"

Así a las hojas del árbol se le añaden otras enfermedades:



que son residuos de tierra, mezclados con gran cantidad de químicos. Estos lodos han servido para refrigerar la broca y compactar las paredes perforadas. Los químicos usados tienen sus efectos sobre la salud, pues son eliminados a las corrientes de agua o a piscinas que acabarán yendo a los esteros de la zona.

Los efectos a la salud que estos químicos pueden causar son:

Junto a estos químicos se van a eliminar también sustancias radioactivas. Algunas son utilizadas por las empresas y en otras ocasiones su presencia se debe a yacimientos de estos elementos cerca del crudo.

Numerosos metales pesados van a ser extraídos del subsuelo mezclados con el petróleo.

Los metales pesados y otros contaminantes químicos aunque estén en mínimas dosis van a producir fuertes irritaciones en ojos (conjuntivitis), piel (vesículas, granos infectados, úlceras, facilitan la presencia de hongos), vías respirato-

Cuadro 2. Químicos usados en la perforación de pozos

Químicos usados	Efectos en la salud
Bentonita (Silicato de Aluminio)	Irritante de ojos y de vías respiratorias
Mil-Ex (Poliacrilamida aniónica)	Irritante de ojos, vías respiratorias y piel
Hidróxido de Potasio (Potasa cáustica)	Irritante de ojos, vías respiratorias y piel. Hidróxido de Potasio (Potasa cáustica) Irritante de ojos, vías respiratorias, fuertemente corrosivo de piel (ulceroso) y muy tóxico por ingestión. Produce cáncer
Polypac/Polipacul	Irritante de ojos y vías respiratorias.
Soda ASH (Carbonato de sodio)	Irritante de ojos, vías respiratorias y piel. Muy tóxico a la ingestión
Barita (Sulfato de Bario)	Muy irritante en la inhalación (puede producir silicosis) e irritar ojos y piel. Es muy tóxico ingerido.
Benex/Gelex (Poliacrilato de Sodio)	Irritante de ojos y vías respiratorias
Carbón- Plate (Uintahita-Gilsonita)	Irritante de ojos y piel. Puede producir neumonías. Irritante con la ingestión
Cal viva (Oxido de calcio)	Irritante de ojos y piel es tóxico en ingestión
XCD Polímero (policloruro de sodio)	Irritante de ojos
Barofibre	Irritante de ojos y vías respiratorias. Tóxico a la ingestión. Produce muerte de peces
Mica	Irritante de ojos y vías respiratorias
Milpar MD (detergente)	Irritante de ojos, vías respiratorias y piel
Sosa Caústica (Hidróxido de sodio)	Altamente irritante de ojos, vías respiratorias y piel

rias (faringitis, laringitis, bronquitis, neumonías), y aparato digestivo. Algunos de ellos producirán cáncer y/o malformaciones congénitas. Aumentará así el número de enfermedades de la población.

ELEMENTO RADIATIVO	EFECTO EN LA SALUD
<p>Iridio 190 y 191 Uranio, Torio Estroncio 90 Radio 226</p>	<p>Kimerling (1993) dice que algunas veces las emisiones de aguas de producción son más radioactivas que el nivel máximo de descargas permitidas en una central nuclear. El Uranio se puede acumular en pulmón, huesos y riñones donde causará lesiones graves y cáncer.</p>

des de la población.

ELEMENTO RADIATIVO	EFECTO EN LA SALUD
<p>Cadmio</p>	<p>Es un metal absorbido rápidamente por las plantas. Presenta un gran riesgo potencial para la salud humana y la vida silvestre. La <u>intoxicación aguda</u> con Cadmio incluye: náusea, vómito, dolores abdominales. Los <u>efectos crónicos</u> incluyen enfermedades renales que pueden llevar a una mala filtración renal, a piedras en el riñón y a insuficiencia renal. Las lesiones respiratorias incluyen disminución del olfato, bronquitis, enfisema (suele tardar 20 años en aparecer esta enfermedad); hay fragilidad de los huesos y pueden aumentar los casos de cáncer de próstata o de pulmón. Produce malformaciones cerebrales y complica el parto y el embarazo. Se aceptan cantidades inferiores a 1ppm.</p>

Plomo

Es tóxico para la mayoría de organismos vivos por sus efectos sobre el sistema nervioso. Se acumula en el organismo hasta que alcanza niveles tóxicos. La intoxicación aguda produce vómitos, dolores abdominales, problemas renales, convulsiones, coma y muerte en 3-4 días. Altas concentraciones de plomo producen alteraciones del movimiento por afectar a los nervios y altera la capacidad de aprendizaje en niños. La intoxicación crónica puede tardar 10 años en aparecer, primero comienza con señales vagas como problemas gastrointestinales, fatiga, depresión, irritabilidad, y disminución de la capacidad mental para el razonamiento, la concentración y la memoria, así como alteraciones en los nervios de las extremidades. Posteriormente aparece anemia, dolores de cabeza, adelgazamiento, cólicos abdominales, parálisis de las muñecas y manos, y puede afectar al cerebro apareciendo convulsiones, pérdida de memoria, sordera,... puede matar en el 25% de los casos por insuficiencia renal. En los niños puede producir retraso mental, epilepsias, problemas en la vista y en el crecimiento. Puede dar esterilidad en los varones y en la mujer ocasionar malformaciones durante el embarazo, abortos, partos prematuros. En ratas produce cáncer de riñón, pudiendo afectar al ser humano por igual. La concentración máxima permitida en agua potable es, según la OMS (Organización Mundial de Salud) de 50 microgramos/litro y de 150 microgr/m³ en la atmósfera.

<p>Mercurio</p>	<p>Este metal penetra rápidamente en la cadena alimenticia donde se va acumulando. La <u>intoxicación aguda</u> produce gastroenteritis, inflamación de las encías, vómitos e irritación de piel con dermatitis que pueden llegar a úlceras. El paciente puede morir porque los riñones dejan de funcionar. La <u>intoxicación crónica</u> produce irritación de las encías hasta sangrar, sabor metálico y caída de dientes; pero la señal más característica y grave es el temblor, que empieza por los dedos, los párpados, la lengua y los labios, extendiéndose por todo el cuerpo hasta impedir la marcha. Aparecen alteraciones de carácter (timidez, irritabilidad, pérdida de memoria) posiblemente por destrucción de pequeñas partes del cerebro. Afecta a los riñones, se pierde visión, oído y puede llevar al coma. Produce malformaciones. Valores permitidos hasta 50 microgr/m³</p>
<p>Arsénico</p>	<p>Síntomas de <u>intoxicación aguda</u> son: dolores abdominales, diarrea y deshidratación, y arritmia cardiaca que llevan al coma. <u>Exposiciones crónicas</u> pueden causar lesiones graves de piel (vesículas, úlceras, verrugas, dermatitis de contacto y cáncer), ojos (conjuntivitis) nervios (sensaciones extrañas en las extremidades y debilidad muscular), hígado (puede dar cirrosis). Es claramente cancerígeno de piel, hígado, pulmón, y sangre (leucemia). Se acepta presencia de 200 microgr/l</p>

<p>Cobalto, cobre, hierro, selenio, manganeso, molibdeno, antimonio, bario, magnesio, plata, talio, titanio, estaño, zinc, cromo, vanadio</p>	<p>Todos estos metales producen alto riesgo a la salud humana y tienen la capacidad de acumularse en seres vivos y entrar a formar parte de las cadenas de alimentos. La sintomatología va a tener importancia según la puerta de entrada al organismo, sea por la piel, por la respiración o por vía oral.</p> <p>Aparecerán lesiones de piel, con dermatitis de contacto, eccemas, enrojecimientos con vesículas, (y conjuntivitis en ojos), hasta úlceras.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lesiones respiratorias (desde molestias hasta neumonías y asma) - Lesiones digestivas (gastroenteritis, con dolores abdominales, ulceraciones, problemas de hígado) - Lesiones cardíacas (arritmias) - Lesiones nerviosas con trastornos del movimiento de las extremidades,... <p>Son especialmente cancerígenos el cromo y antimonio (cáncer de pulmón)</p>
---	--

Acción Ecológica 2001

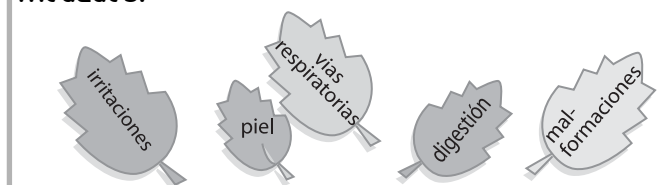
La muerte de peces y animales por la ingestión de estos metales pesados u otros desechos químicos aumentará la desnutrición de los niños por faltarles una fuente importante de proteínas. En la medida en que la población se empobrece aumentarán las posibilidades de padecer tuberculosis y otras enfermedades por la baja de defensas del organismo.

1.c. - La explotación de petróleo:

Cuando se ha valorado que los yacimientos son productivos y se decide su explotación, se abrirán nuevos pozos para extraer el petróleo. En esta fase, además de volverse a eliminar nuevos lodos de perforación con cada pozo abierto, se añadirán

nuevas fuentes de contaminación. Al crudo que sale del subsuelo se le aplican químicos, unos 3.000 galones diarios entre todas las estaciones de la Amazonía. Con estos químicos se ayuda a separar el crudo del gas y las aguas de formación

Así a las hojas del árbol se le añaden otras enfermedades:



con los que viene mezclado.

Los químicos usados en las estaciones son de diferentes tipos y para diferentes funciones:

El crudo ya separado de las aguas de formación y de los gases, tiene la siguiente composición:

El gas que se quema en las estaciones después de separarle del crudo contiene:

Además del gas que se quema y del crudo que se transporta a Esmeraldas, de las estaciones sale, a una temperatura muy superior a la del medio ambiente, entre 50° y 70°C, agua de formación que contiene sales, gases, metales pesados y elementos radioactivos. Las empresas la botan a los esteros, de los que bebe la población.

Estas aguas vertidas a los ríos y con altos niveles de hidrocarburos son ingeridas por la población de los alrededores. El máximo permitido de sales en

Cuadro 3. Químicos usados en las estaciones

Tipos de químicos	Efectos buscados	Químicos usados	Efectos a la salud
Demulsificantes	Rompen la mezcla gas- agua- petróleo cuando el petróleo sale del subsuelo	Metilbenceno Xileno Oxido etileno Tolueno	Son hidrocarburos aromáticos. Sus efectos a la salud se detallan en el siguiente cuadro
Anti espumantes	Evitar que en la agitación empleada para la mezcla se produzca espuma	¿?	¿?
Dispersantes y floculantes	Para recuperar parte del crudo que sale con el agua	¿?	¿?
Inhibidores	Inhiben la deposición de parafinas	Etilenglicol Dietilenglicol	Irritantes de piel y vías respiratorias. Peligrosos si se ingieren: Convulsiones, dolores abdominales, insuficiencia renal y muerte
Anti-corrosivos	Evitar el daño en líneas de oleoductos	¿?	¿?
Bactericidas Fungicidas		¿?	¿?

(¿?)La mayoría de estos químicos se venden bajo nombres comerciales cuyos constituyentes son secretos de las empresas por lo que detectar los posibles efectos es difícil de conseguir. Acción Ecológica 2001

aguas de consumo en algunos países es de 250 mg/l de sodio, de 250 mgr/l de cloruros, y de 500 mgr/l de sólidos disueltos,

Cuadro 4. Composición química del crudo

Grupo Sustancias	Componentes	Efectos en la salud
<p>Hidrocarburos Aromáticos (Compuestos Orgánicos Volátiles-COVs)</p>	<p>Benceno, Tolueno, Xileno</p>	<p>Son disolventes de las grasas y por este efecto van a actuar sobre la piel produciendo dermatitis. Por acción sobre el sistema nervioso produce excitación, depresión, dolores de cabeza, y "hormigueos" en manos y pies. Pero su efecto más importante es sobre la médula produciéndose anemia, pérdida de defensas y pudiendo causar leucemia que produce la muerte en el 50% de los casos con tratamiento. Pueden producir malformaciones congénitas. EPA acepta 0.5 mcg/l en agua de bebida (lo que da un riesgo de 1 caso de cáncer cada 100.000 personas)</p>
<p>(Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos - PAHs)</p>	<p>Antraceno, pireneno, fenantreno, benzo(a)pireno</p>	<p>Son fuertemente irritantes de la piel (producen enrojecimientos y lesiones), pueden producir cáncer de piel, de testículos y de pulmones. Por su alto riesgo de producir cáncer se acepta sólo un nivel cero en el agua. Una presencia de 28 nanogr/l equivale a un riesgo de 1 caso de cáncer cada 100,000 personas.</p>

Cuadro 4. Composición química del crudo

Gases	De azufre (SO ₂)	<p>La <u>intoxicación aguda</u> afecta al sistema nervioso causando dolores de cabeza, mareos, desmayos, paro respiratorio, asfixia por espasmo y muerte. Pueden producir rinitis, laringitis, bronquitis, neumonías. En ambientes húmedos como la Amazonía si se queman pueden dar lugar a partículas de ácido sulfúrico que será muy irritante de piel, ojos y aparato respiratorio. La <u>intoxicación crónica</u> puede dar faringitis y bronquitis crónicas por irritación directa, su presencia aumenta en un 20% la muerte de enfermos de pulmón y corazón. Es cancerígeno, especialmente de pulmón y parece que el cáncer de laringe está relacionado con estos gases. Produce malformaciones. OMS aconseja no pasar de 0.52 ppm (1.3 mgr/m³).</p>
Metales pesados	Cadmio, Cromo, Plomo, Mercurio, Cobalto, Cobre, etc	<p>Todos estos metales producen alto riesgo a la salud humana y tienen la capacidad de bioacumularse en seres vivos y entrar a formar parte de las cadenas de alimentos. Producen irritaciones de la piel, problemas reproductivos y cáncer (ver en cuadro 2)</p>
Elementos radioactivos		<p>Producen irritaciones de la piel, problemas reproductivos y cáncer (ver en cuadro 2)</p>

aunque los expertos expresan que realmente los niveles óptimos de calidad deberían estar por debajo de los 100 mgr/l.

Cuadro 5. Composición química del gas emitido

SO ₂	Visto en el cuadro-4
SH ₂	<u>Intoxicación aguda:</u> A veces tos con sangre, edema de pulmón. Dolores de cabeza, vómitos y convulsiones que llevan a la muerte por asfixia. <u>Intoxicación subaguda:</u> Problemas en las conjuntivas de los ojos, bronquitis con esputo de sangre, náuseas, vómitos, diarreas, dolores de cabeza y delirio. Puede ser causante de alteraciones cardíacas. Este es un gas con presencia importante en las refinerías de petróleo. Se permite hasta 10 ppm (14 mgr/m ³)
NO ₂ , NO	<u>Intoxicación aguda:</u> tos, irritación de laringe y de ojos, edema pulmonar y dificultad respiratoria que puede llevar a la muerte. Los enfermos pulmonares o asmáticos presentarán más problemas. <u>Intoxicación crónica:</u> puede favorecer el desarrollo de enfisema, infecciones respiratorias por disminuir las defensas en el pulmón. Puede ser cancerígeno. Se aconseja un máximo de 0.5 ppm (100 microgr/m ³)
CO ₂	Son considerados como gases asfixiantes simples que compiten con el oxígeno en los pulmones. En grandes concentraciones y espacios cerrados produce asfixia. En atmósferas sin oxígeno, estos gases producen debilidad y parálisis de los miembros, pérdida de conciencia y la muerte. El CO se caracteriza por efectos de disminución de la agudeza mental, dificultad respiratoria, dolores de cabeza, confusión, pérdida de conciencia, coma y muerte. Pueden afectar al corazón, a los músculos, dejar lesiones cerebrales (Parkinson), hace que los niños nazcan con bajo peso y aumenta la mortalidad de los recién nacidos.
Metano	
Etano	
Propano	
Butano	
Pentano	
Heptano	
CO	

Las aguas de formación acaban con la vegetación de los esteros, los peces y animales salvajes que se acercan a beberlas o el ganado de los campesinos. Esto disminuye más el acceso a fuentes de proteínas y aumentará la desnutrición de los niños.

Cuadro 6. Composición química de las aguas de formación

Sales	De calcio, cianuro Magnesio Manganes	Las sales y metales presentes dependerán de los suelos y podrán aparecer diferentes tipos de lesiones. Las de cianuro pueden producir: Muerte inmediata, y si no es una dosis muy alta pueden sufrir de dolores de cabeza intensos, sabor amargo y pérdida del olfato y el gusto, aliento a almendras amargas, mareos y vómitos; dificultad respiratoria, angustia, convulsiones, pérdida de conocimiento. En <u>intoxicación crónica</u> puede dar bocio. Otros derivados son muy irritantes de piel, ojos y vías respiratorias. Cada compuesto tiene diferentes niveles máximos
	De Sodio	Está presente en concentraciones de 150-180,000 ppm (hasta seis veces más salada que el agua del mar - 35,000 ppm). Esta agua no es apta ni para humanos ni animales y es letal para las plantas. Asociadas a sales de sulfato genera severos problemas a la salud y cuadros de intensa diarrea.

Cuadro 6. Composición química de las aguas de formación

Sales	De Cloruro	Son el componente mayor de estas aguas, y las que le hacen enormemente corrosivas. No son aptas para consumo humano
	De Azufre	Matan los peces, causan el mal olor y sabor del agua. El nivel máximo aceptado de sulfitos es de 0.5 mgr/
Gases	Monóxido de carbono (CO), Dióxido de carbono (CO ₂), Ácido Sulfhídrico (SH ₂)	Disminuyen la posibilidad de sobrevivencia de los peces en el agua, lo que aumentará la desnutrición de la población de la zona.
Metales pesados	Bario, mercurio, arsénico, selenio, antimonio, cromo, cadmio, cobalto, plomo, manganeso, vanadio, zinc	Extremadamente tóxicos para los humanos, se acumulan en peces y moluscos que al consumirlos el hombre se le acumulan también y pueden producir efectos de intoxicación crónica. Su concentración debe ser inferior a 1 mg/l
Radioactivos	Estroncio 90 Radio 226	Se pueden acumular en los peces y moluscos
Hidrocarburos aromáticos	Benceno, Xileno, Tolueno	Tanto el crudo como las grasas en el agua son tóxicas para los peces y dan mal sabor. En Ecuador se permite un máximo de 0.3 ppm. Son muy tóxicos, cancerígenos y productores de malformaciones.(ver cuadro-4)

Hidrocarburos policíclicos	Antraceno, pireno, fenantreno, ben-zopirenos	Son fuertemente irritantes de la piel, pueden producir cáncer de piel, de testículos y de pulmones. Por su alto riesgo de producir cáncer se acepta sólo un nivel cero en el agua. (Ver cuadro-4).
----------------------------	--	--

Acción Ecológica 2001

Las lesiones de piel van a ser muy frecuentes en las familias que utilizan esta agua para el baño, el lavado, e incluso el consumo, lo que puede generar casos de cáncer.

Asociados a las aguas hay restos de crudo, no utilizables, que las contaminan y que a veces se abandonan en las piscinas y se queman. Antes se quemaban las piscinas varias veces al año, o cuando veían que estaban a punto de desbordarse. Estas piscinas al quemarse sueltan al medio ambiente:

Todo esto va a generar en la población un aumento dramático de cuadros asmáticos, enfisemas pulmonares, irritaciones de ojos, dolores de garganta, problemas de piel, aumento de riesgo cardiovascular en niños, ancianos y embarazadas, así como un aumento notable en la frecuencia de cánceres.

En SOLCA se ha reportado que el número de cánceres en Lago Agrio se ha triplicado en los últimos 15 años sin que en ese tiempo se haya triplicado la población. Tres nuevos casos cada mes (1 caso de cáncer cada 400 personas). El segundo tipo de cáncer más frecuente es el de estómago y el tercero es la leucemia, el cáncer de la sangre. En San Carlos, cantón Sacha se han reportado 26 casos de cáncer (1 cada 80 personas) y en San José de Tarapoa 1 cada 100 personas.

La apertura de carreteras en la zona va a tener dos consecuencias importantes. Por un lado la falta de alcantarilla-

**Cuadro 7. Composición química
de la combustión de petróleo**

<p align="center">Humos / Hollín</p>	<p>Tienen partículas de varios tamaños, unas son retenidas a nivel nasal, otras de tamaño pm10 son retenidas en los alvéolos pulmonares pero otras de pm2 pasan directamente a la sangre. Hay que recordar que muchas de estas partículas son como esponjas que en sus numerosos huecos contienen hidrocarburos de combustión incompleta (de origen benzénico) que son cancerígenos, y que sólo es cuestión de tiempo que una vez que entren en la sangre produzcan cáncer. Son cancerígenos de piel y pulmón.</p>
<p>Monóxido de carbono (CO)</p>	<p>Lesiones de corazón, músculos y cerebrales. Puede ser mortal en espacios cerrados</p>
<p>Dióxido de carbono (CO2)</p>	<p>Aumentará su presencia en la atmósfera y contribuye al efecto invernadero</p>
<p>Oxidos de azufre (SO2)</p>	<p>Esta sustancia es la responsable de la acidificación de los suelos, de las aguas superficiales y de la generación de enfermedades en la población, pues al unirse con el agua forma partículas en suspensión de ácido sulfúrico que penetra en pulmones, ojos y piel irritándolos seriamente. SOLO ESTE TIPO DE EMISIONES AFECTA EN UN RADIO DE 5 KMS A LA REDONDA.</p>
<p>Oxidos de Nitrógeno (NO2)</p>	<p>Al unirse con el agua va a dar ácido nítrico que con los hidrocarburos no quemados aumentan el efecto invernadero, la lluvia ácida y dará problemas respiratorios. Con la luz solar puede crear ozono e irritar el sistema respiratorio</p>

Hidrocarburos aromáticos de combustión incompleta	Se han detectado más de 6.500 sustancias como consecuencia de la combustión o de la unión con el ácido nítrico. Todos ellos se caracterizan por ser cancerígenos y mutagénicos (producen malformaciones). Destacamos los bencénicos (COVs) y los policíclicos (PAHs) porque son los menos combustionados y los más volátiles y porque producen daños directos o tras la unión con el ácido nítrico.
Metales pesados	A bajas concentraciones, pero también están presentes. Ya se han visto los efectos en cuadros anteriores.

ACCION ECOLOGICA 2001

dos para el paso de los esteros que ocasiona la aparición de zonas de pantano donde se reproducen las especies de mosquitos. Con ellos las epidemias de paludismo se incrementarán.

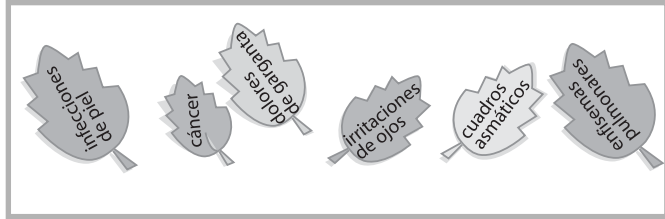
Por otro lado, para deshacerse de los residuos del petróleo las compañías lo vierten sobre las carreteras, para que mezclado con el lastre no se levante polvo. Este crudo será lavado por las lluvias y llevado a los esteros de donde consume agua la población y posteriormente se elevará también como parte de las partículas de polvo-hollín en las carreteras que será respirado por los pobladores (ver el cuadro 7).

1.d- El transporte:

Durante el transporte del crudo la ruptura de los oleoductos va a dar lugar a importantes pérdidas de hidrocarburos. Los derrames de petróleo van a tener también efectos en función de sus componentes. (Ver Cuadro □ 4)

1.e- El refinamiento:

Las enfermedades siguen aumentando notablemente



Las refinерías, tanto la de Esmeraldas como las de la Libertad y Shushufindi producen las siguientes emisiones:

En resumen:

Podemos afirmar como han demostrado algunos estudios (UPPSAE 1993) que en las comunidades donde hay explotación de petróleo hay peor salud que en otras comunidades también de la Amazonía donde no hay pozos y la causa más importante es la contaminación de las fuentes de agua de consumo, el incendio de piscinas y los derrames de petróleo

En las comunidades con contaminación hay el doble de desnutrición infantil, las infecciones de piel



son 3 veces más frecuentes que en las comunidades no contaminadas y especialmente los problemas por hongos son 5 veces más frecuentes. Hay más asma y problemas de estómago. La anemia es el doble en las comunidades contaminadas, y la tuberculosis es 3 veces más frecuente. En el campo Shushufindi que es donde más petróleo se extrae en Ecuador, es donde la tuberculosis, la "enfermedad de la pobreza" es más frecuente en toda la provincia.

Las madres que vienen a vivir a la Amazonía tienen más abortos aquí que antes de venir y en las comunidades donde hay contaminación las madres que beben agua con petróleo tienen

Cuadro 8. Composición química de las emisiones de las refinерías

Vertido	Químicos	Efectos en salud
Gases	Hidrocarburos policíclicos	Cáncer de piel, testículos y pulmones. Irritante de piel
	Oxidos de nitrógeno	Irritantes de piel, vías respiratorias, y ojos. Cancerígeno
	Hidrocarburos aromáticos	Dermatitis, dolores de cabeza, anemia, problemas de nervios y leucemia
	Monóxido carbono (CO)	Lesiones de corazón, músculos y cerebrales. Puede ser mortal.
	Anhídrido sulfuroso (SO ₂) y sulfídrico (SH ₂)	Cancerígeno de pulmón. Da malformaciones congénitas. Fuerte irritante de piel, ojos y aparato respiratorio.
	Hollín	Cancerígeno de piel y pulmón

Cuadro 8. Composición química de las emisiones de las refinерías

Vertido	Químicos	Efectos en salud
Líquidos	Cromos	Cáncer de pulmón, laringe y fosas nasales. Dermatitis, alergias respiratorias.
	Fenoles	Cáncerígeno para la piel. Es fuertemente corrosivo por donde entra (piel, ojos, digestivo o vías respiratorias). Disminuye la capacidad intelectual.
	Nitratos	Irritantes de piel, vías respiratorias, y ojos. Cancerígeno
	Metales pesados	Dermatitis, conjuntivitis, neumonías, problemas digestivos cardiacos, nerviosos y cáncer.
	Cloruros	Problemas de piel, cancerígenos, malformaciones.
	Cianuros	Problemas respiratorios, convulsiones, bocio, corrosivos de piel, ojos, y vías respiratorias.
El control de una refinерía se debería hacer con contadores Geiger para medir los niveles de radiación en ellas.		

ACCION ECOLOGICA 2001

más abortos que las que beben el agua a más distancia de la contaminación.

Un estudio realizado en Tabasco, México, (Solis 1993) encontró que los gases tóxicos que emiten las instalaciones petroleras y la contaminación de aguas que se utilizan para el consumo humano, disparó los casos de cáncer infantil en los municipios de extracción de petróleo. En sólo seis años, la leucemia lin-

foide (que provoca la muerte a temprana edad) aumentó un mil por ciento en las comunidades aledañas a las zonas de explotación petrolera y la mortalidad de niños por esa enfermedad superó a la provocada por desnutrición y accidentes de tránsito en carretera.

También en México, en 1985 se registraron cinco casos de niños con cáncer en los municipios con actividad petrolera, en los demás no hubo ninguno. En 1994 se acumularon 145 casos de cáncer infantil en los municipios con actividad petrolera, mientras en los no petroleros fueron sólo 14.

En Ecuador numerosos estudios en la zona petrolera han demostrado que los niveles de químicos en las aguas están muy por encima de lo que las normas establecen. En algunos lugares, como Tarapoa, la empresa City reconocía los altos niveles de contaminación \square 1.500 veces más que los permitidos según cifras de la Unión Europea para agua potable -; pero, el momento de conversar con la población local quería aplicar los estándares para aguas industriales, sin reconocer que las aguas contaminadas son de consumo humano..

Un estudio de Jochnick 1994 analizó las aguas de consumo humano en manantiales de agua, pozos e incluso los tanques de agua de lluvia de la población en la Amazonía. Encontró niveles de contaminación con hidrocarburos policíclicos en to-

das las muestras, algunas 2.700 veces por encima de lo permitido.

En la industria petrolera se suele ofrecer "obritas" consideradas como buena voluntad por la empresa, subcentros, escuelas, letrinas,... Cuando el principio de la vida, el acceso al agua limpia, no existe, estas obras se convierten en una limosna, en una humillación más para la población a la que se le viene engañando. Por eso el tronco del árbol que sostiene las ramas con hojas se engrosa con cada una de las etapas petroleras.

Y el crecimiento de este árbol se mantiene porque sus raíces (desconocimiento de la población, falta de distribución de recursos, corrupción de autoridades por las empresas y la pobreza) van a crecer enormemente. La industria petrolera no favorece el desarrollo, sino la muerte de las comunidades locales con la complicidad del gobierno y el silencio de los ecuatorianos. Cuanto más pasa el tiempo más difícil será arrancarlo de raíz.

2.- El árbol de la salud

La salud es un estado de bienestar completo, físico, químico y social y no simplemente la ausencia de enfermedad. Es un estado de equilibrio social, ecológico, armonioso entre el individuo y el medio en el que vive. Para conocer la salud y la enfermedad es necesario conocer al ser humano en su estado normal y la relación con su ambiente e investigar al mismo tiempo las cau-

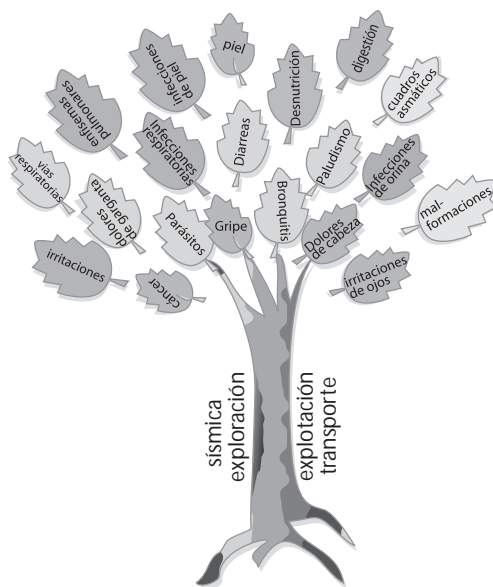
sas que han perturbado este equilibrio. El estado de salud de una población es un indicador directo de los impactos que sufre el ambiente por las diferentes actividades que lo alteran.

Promotores de salud de México comentan que los antepasados curaban las enfermedades porque conocían a éstas por su nombre. Cuando llegaron los médicos le cambiaron el nombre a las enfermedades y así se perdió el poder de curación. Para ellos el principal trabajo en salud debe consistir en recuperar el nombre de las enfermedades, porque así recuperarán también el poder para sanarlas. Recuperar y confiar en la palabra propia es el primer paso de la dignidad.

Como primera tarea para recuperar la salud debemos recuperar la dignidad que como pueblo y como personas tenemos y no siempre se la reconoce. La dignidad pasa por recuperar la palabra, hacerla valer y ponerle nombre a las cosas. Tal vez así los Huaorani tengan más futuro del que las petroleras les ofrecen.

Las hojas del árbol de la salud deben asegurar que la persona tenga:

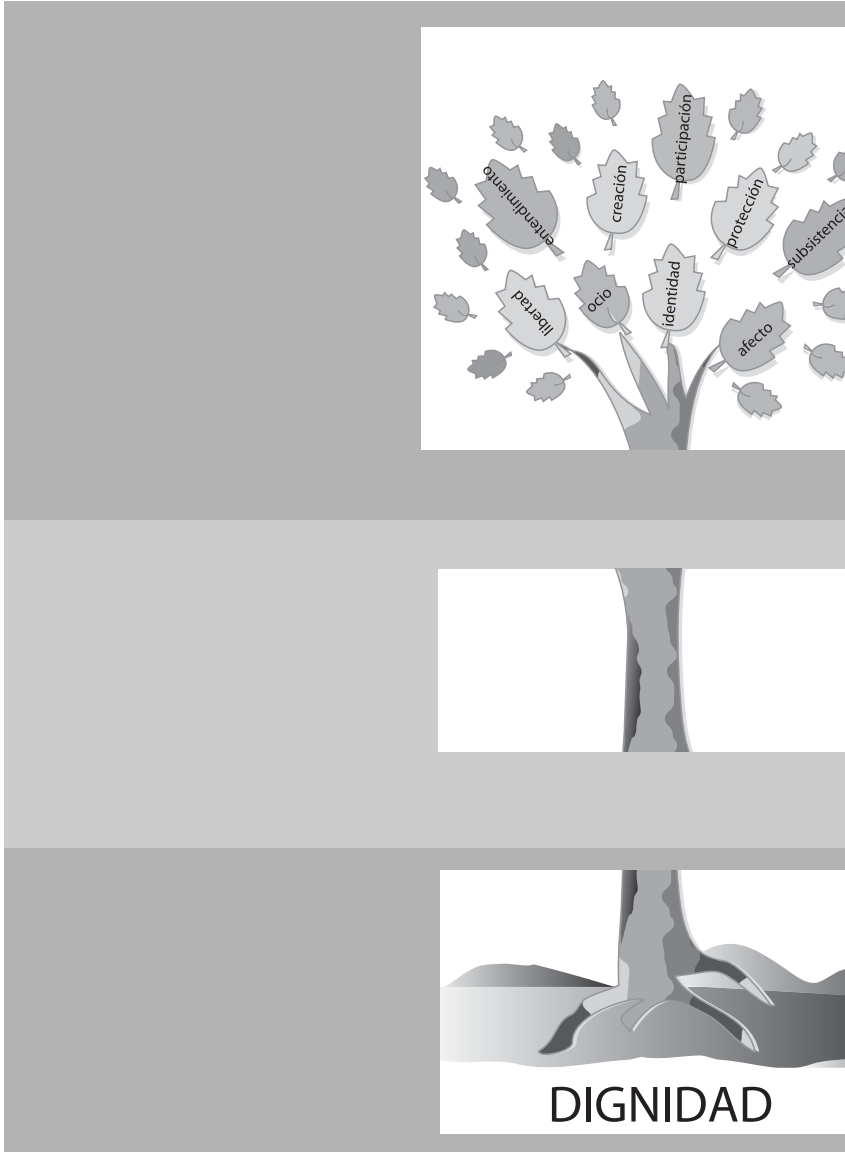
- Subsistencia
- Protección



- **Afecto**
- **Entendimiento**
- **Libertad**
- **Participación**
- **Ocio**
- **Creación**
- **Identidad**

Su tronco debe estar centrado en desarrollar el ser de la persona: tener habilidades, saber hacer y estar bien con su ambiente.

El árbol de la salud debe tener en la dignidad su raíz más importante.



Bibliografía

MAX NEEF, M.

1986 Desarrollo a escala humana, una opción para el futuro. Cepaur.

CEPAL

1990 Impacto ambiental de la contaminación hídrica producida por la refinería estatal de Esmeraldas. Edit. Naciones Unidas

UPPSAE

1993 Culturas bañadas en petróleo. Diagnóstico de salud realizado por promotores. Edit. Abya-Yala.

KIMERLING, J.

1993 Crudo Amazónico. Edit. Abya-Yala

SOLIS, J.L.

1993 Entrevista con el autor de la investigación sobre la leucemia en Tabasco.

JOCHNICK, C.

1994 Violaciones de derechos en la Amazonía Ecuatoriana. Las consecuencias humanas del desarrollo petrolero. Quito. Edit. Abya-Yala.

LAUWERYS, R.

**1994 Toxicología industrial e intoxicaciones profesionales.
Edit. Masson**

PROMOTORES SALUD

1997 Declaración de Moises Gadhi. Chiapas, México

SOLCA

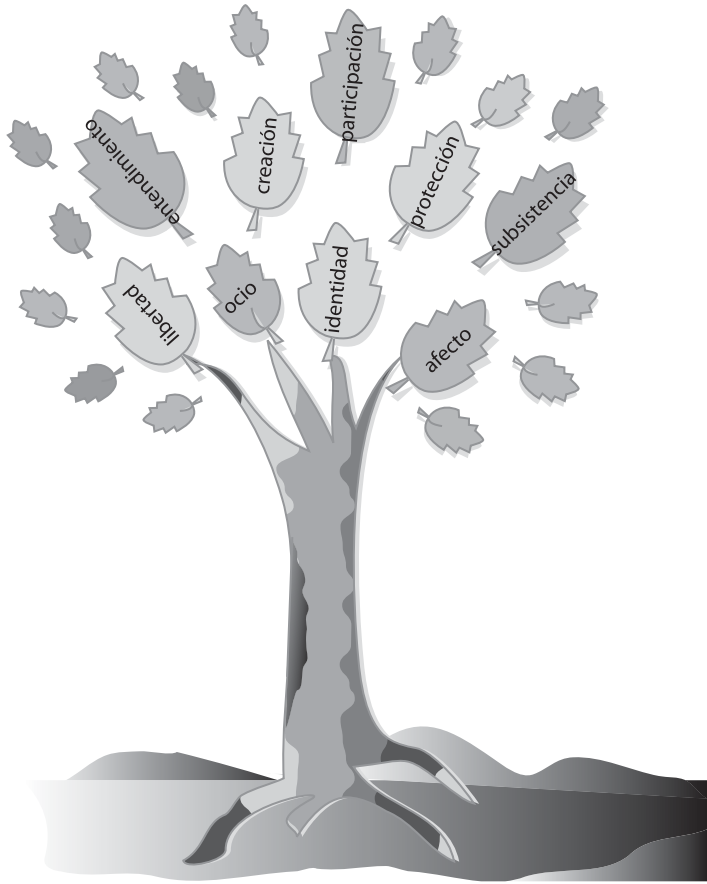
2000 Registro Nacional de Tumores

NAVAEZ, I.

2000 Aguas de formación y derrames de petróleo. La dimensión política en la problemática socioambiental petrolera.

CENSAT-AGUA VIVA

2001 Impacto ambiental de la industria petrolera: 1.-La Sísmica. 2.- La perforación. 3.- Las aguas de producción.



DIGNIDAD